UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

AGRICULTURA SOSTENIBLE

COMO BASE PARA LOS AGRONEGOCIOS

Coordinadores
Ramón Jarquín Gálvez
Arturo Huerta de la peña

ISBN-13: 978-6075350202
9 786075 350202

ISBN: 978-607-535-020-2

Directorio U.A.S.L.P

M. en Arq. Manuel Fermín Villar Rubio
Rector
(444) 826 13 80
rectoria@uaslp.mx

Dr. Anuar Abraham Kasis Ariceaga
Secretario General
(444) 826 23 00 Ext. 1046
secretaria.general@uaslp.mx

Arq. Víctor Manuel García Martínez
Secretario Particular de la Rectoría
(444) 826 13 83
secretaria.particular@uaslp.mx

Arq. Dolores Lastras Martínez
Secretaria Académica
(444) 834 25 80
secretaria.academica@uaslp.mx

Dr. Jorge Fernando Toro Vázquez
Secretario de Investigación y Posgrado
(444) 826 24 60
secretaria.investigacion@uaslp.mx

Dr. Jorge Luis Lara Mireles
Director de la Facultad de Agronomía y Veterinaria
(444) 852 40 60
direccion@agr.uaslp.mx

LA AGRICULTURA SOSTENIBLE
COMO BASE PARA LOS AGRONEGOCIOS
PRIMERA EDICIÓN 2017

D.R.©Universidad Autónoma de San Luis Potosi
Alvaro Obregón 64 Col. centro
San Luis Potosi, S.L.P.
C.P. 78000

D.R.©Ramón Jarquín Gálvez (Coordinador)
Arturo Huerta de la Peña (Coordinador)
Viridiana Isabel Serna Madrid (Edición y Diseño)
Distrito de Riego del Río Yaqui (Fotografía)

ISBN: 978-607-535-020-2 **Tiraje:** 1000 CD´s Hecho en México

ISBN-13: 978-6075350202
9 786075 350202

BREVE RESEÑA DE LOS AUTORES

RAMON JARQUIN GÁLVEZ es Ingeniero Agrónomo (1986) por la Universidada Autónoma Metropolitana, Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y desarrollo rural (1996) por el Colegio de la Frontera Sur, Doctor en Ciencias en Ecología y desarrollo sustentable (2005) también por ECOSUR con una estancia posdoctoral en la U. Mayor de Chile (2013). Es especialista en Agroecologia y manejo de plagas en sistemas de producción orgánicos. Fue además, candidato a investigador nacional SNI (2000). Ha recibido el Reconocimiento al Mérito Estatal, en investigación, por el Gobierno del Estado de Chiapas (2005). Se ha desempeñado como profesor-investigador de tiempo completo en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP, de 2009 a la fecha.

ARTURO HUERTA DE LA PEÑA Ingeniero agrónomo por la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro (1984), Maestría en ciencias en Entomología y Acarología por el Colegio de Postgraduados (1990) y Doctorado en Protección de cultivos por la Universidad Politécnica de Madrid, España (2004). Estancia de investigación en Wageningen, Holanda (2006). Especialista en Control biológico de plagas en la línea de investigación de efectos secundarios de insecticidas sobre enemigos naturales. Ha trabajado en proyectos de investigación con diferentes especies de plagas en cultivos anuales, hortalizas y frutales, así como en control biológico con parasitoides y depredadores. Recibió el premio extraordinario de doctorado en España (2004-2005) y recibió un reconocimiento especial por su contribución a la vinculación con el sector productivo en la tercera Convención mundial del chile (2006). Es Investigador Nacional nivel I, ha publicado artículos científicos, capítulos de libro, libros y folletos como resultado de sus trabajos de investigación. Actualmente imparte el curso Manejo sostenible de plagas y es asesor de estudiantes de maestría y doctorado en el Colegio de Postgraduados Campus Puebla.

Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A.C.

LA PRESENTE OBRA, FUE INTEGRADA CON TRABAJOS ARBITREADOS POR PARES ACADÉMICOS DEL COMITÉ CIENTÍFICO CREADO EXPOFESO, A QUIENES AGRADECEMOS SU COLABORACIÓN EN LA REVISIÓN.

DR. CARLOS ERNESTO AGULAR JIMÉNEZ
DR. JUAN ANTONIO VILLANUEVA JIMÉNEZ
DR. FERNANDO BAHENA JUÁREZ
DR. MARIO ALBERTO CAMIRO PÉREZ
DR. GUILLERMO OSCAR PÉREZ TELLO
M.C. FERNANDO ROBERTO FEUCHTER ASTIAZARÁN

DRA. OLIVIA PATRICIA RAMOS AGUILAR
M.C. ANABELL ESPINOZA VERDUGO
DRA. OFELDA PEÑUELAS RUBIO
DR. SERGIO DE LOS SANTOS VILLALOBOS
DRA. MARITZA ARELLANO GIL
M.C. CATALINA MUNGARRO IBARRA
M.C. ABEL ALBERTO VERDUGO FUENTES
M.C. PASTOR SANCHEZ GARCÍA
DR. RAMÓN JARQUIN GÁLVEZ
M.A. SALOMON MORENO MEDINA
M.C. IRMA CECILIA CASTILLA ESCALANTE
DR. EUSEBIO JIMENEZ LÓPEZ
DR. JOE LUIS ARIAS MOSCOSO
DRA. ANA LAURA BAUTISTA OLIVAS
DRA. ANA PAOLA BALDERRAMA CARMONA
M.C. MARIA DEL REFUGIO MUÑOZ MEDINA
DR. MARIO ALBERTO CAMIRO PÉREZ
DR. GUILLERMO OSCAR PÉREZ TELLO

M.C. ANA LAURA MIRANDA ROMERO
MVZ MARCO ANTONIO SALAZAR PADILLA

DR. ARTURO PEREZ VAZQUEZ
DR. ADAN GUILLERMO RAMIREZ GARCÍA

DRA. MONICA DE LA CRUZ VARGAS MENDOZA
DR. FRANCISCO OSORIO ACOSTA
DRA. MARICRUZ ABATO ZÁRATE
DRA. MARIA HERMELINDA HERRERA ANDRADE
DR. RAMÓN DÍAZ RUIZ
DR. VIDAL SALAZAR SOLANO
M.C. JESÚS RAYMUNDO CEDILLO COBIAN
DR. RAFAEL RETES LÓPEZ
DR. EDGAR OMAR RUEDA PUENTE
M.C. XIMENA FELIPE ORTEGA FONSECA
DR. FRANCISCO OSORIO ACOSTA
M.C. LORENA TINEO GARCÍA

EL CONTENIDO ESPCÍFICO DE CADA CAPÍTULO, ES RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES.

PRÓLOGO

Hablar de agricultura sostenible, ha dejado de ser un tema polémico, ya que el concepto cada vez es más utilizado en el léxico, social, político, económico y por supuesto ambiental. Los marcos legales de la mayoría de los países del norte y del sur, han desarrollado una serie de instrumentos que buscan establecer relaciones más justas entre el hombre y su ambiente. Entre sus necesidades y sus amenazas, entre lo que se puede hacer y lo que se debe hacer, para que las generaciones presentes y las que nos siguen, tengan lo necesario para sobrevivir.

Hace 47 años, le fue entregado el Premio Nobel de la Paz a un ilustre personaje que transformó la agricultura con un objetivo muy noble, “alimentar a la totalidad de la humanidad”. Norman Borlaug, no estaba equivocado en el fin que perseguía, lo que actualmente es seriamente cuestionado, son los medios que se utilizaron en ese entonces para lograrlo, ya que el efecto devastador a los recursos naturales con una agricultura basada en insumos derivados del petróleo, a saber, plaguicidas para controlar insectos, fertilizantes para potencializar la capacidad productiva del suelo y diesel para mecanizar la producción, nadie lo puede ocultar.

Basar el ideal de darle de comer a una población mundial de 3 692 492 000 personas de ese entonces, con una tasa de crecimiento promedio anual del 2.06%, aumentando al máximo posible los rendimientos de los cultivos, forzando la capacidades del planeta, fue sin duda un buen planteamiento, pero desde nuestro muy personal punto de vista, equivocado, al partir de la falacia de que la humanidad sería capaz de distribuir equitativamente los alimentos generados. En ese sentido el problema del hambre del mundo, ahora se entiende como un problema de equidad y no como un problema productivo, al tenerse información muy precisa, que señalan valores cercanos al 40% de desperdicio de la producción de alimentos, por motivos de conveniencia económica para beneficio de muy pocos, sobre la mayoría.

Si el problema es el reparto equitativo de los alimentos, el asunto va más allá de cambiar un insumo por otro o de aumentar la potencia de un motor o cambiarle el combustible, la visión reduccionista expresada en la revolución verde que planteó Borlaug, terminó con la visión holística, multifactorial y multidisciplinaria que planteo el concepto de desarrollo sostenible a principios de la década de los ochentas.

En ese sentido, el valor que ha tomado desde entonces pensar y actuar de forma congruente, conjuntando los intereses de la humanidad con más del doble de individuos de los que pretendió alimentar Borlaug en su tiempo y su entorno, es incalculable. El nuevo paradigma ya no es decir el que, sino el construir el cómo debemos hacer las cosas.

La presente obra integra el esfuerzo científico, académico de cerca de 600 personas, conscientes en que es necesario descubrir e implementar nuevas formas de satisfacer nuestras necesidades. Difundir ese conocimiento, es el objetivo central que perseguimos al poner en manos de la sociedad, el producto de dicho esfuerzo.

En este libro, se ofrecen alternativas, que desde la perspectiva de los generadores del conocimiento en nuestro país y de algunas partes del mundo, han podido y pueden incorporarse a la vida productiva, anteponiendo el interés colectivo al individual, para quienes están naciendo en estos momentos y tienen el derecho de continuar disfrutando de este planeta azul, que tanto queremos los que participamos en la construcción de esta modesta aportación.

Ramón Jarquín Gálvez/Arturo Huerta de la Peña.

INTRODUCCIÓN

En esta obra se integra conocimiento valioso y reciente generado por científicos, académicos y personas con experiencia en el campo de la Agricultura Sostenible, se incluyen temas que involucran aspectos teóricos, metodológicos y aplicados. Así mismo, se consideran temas diversos en cultivos y especies animales de importancia económica que se desarrollan en una gran diversidad de agroecosistemas en América Latina y principalmente en México.

El libro consta de 9 Apartados Temáticos: I. Tópicos selectos sobre Agricultura Sostenible; II. Agroecología; III. Agricultura orgánica; IV. Agrotecnia; V. Impacto ambiental; VI. Socioeconomía; VII. Ganadería Sostenible, VIII Sustancias Vegetales para el Control de plagas y IX Manejo y conservación de recursos genéticos.

En el primer apartado temático se incluyen tópicos diversos sobre agricultura sostenible, resaltando el análisis y reflexión de temas específicos relacionados con los retos y desafíos de la producción de alimentos con un enfoque sostenible. En los siguientes apartados se abordan temáticas específicas aplicadas a diferentes cultivos o sistemas de producción y sobre todo se exponen las alternativas de solución con una base sostenible.

Aunque es una obra modesta, consideramos que es un esfuerzo de dimensiones importantes, ya que en una sola publicación integra conocimiento científico de gran valor generado por especialistas en Agricultura sostenible de México y de países hermanos de América Latina.

Consideramos y esperamos que el contenido de esta obra, sea útil no solo para científicos y académicos relacionados con la Agricultura sostenible, sino también para estudiantes, técnicos y sobre todo para los agricultores comprometidos con este enfoque de producción que busca tanto el asegurar la producción y calidad de alimentos, como la conservación del medio ambiente, los recursos naturales y el desarrollo económico, social y cultural de la población.

Índice

TÓPICOS DE AGRICULTURA SOSTENIBLE

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y SOSTENIBILIDAD 32
Juan A. Villanueva-Jiménez
Noel Reyes-Pérez
Marycruz Abato-Zárate

BIOTECNOLOGÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE: QUIMERA O REALIDAD 43
Trujillo I/Dra. Iselen Esther Trujillo Díaz

SITUACIÓN MUNDIAL DE LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y EXPECTATIVAS PARA MÉXICO 49
Homero Blas Bustamante

SITUACIÓN ACTUAL DE LA RESISTENCIA A PLAGUICIDAS Y SUS CONSECUENCIAS PARA LA SUSTENTABILIDAD AGRÍCOLA 56
Carlos A. Blanco, PhD.

LOS INTESTINOS SON EL 2° CÉREBRO Y EL SUELO ES NUESTRO 1° CORAZÓN 70
Sebastião Pinheiro

POTENCIAL AGRO-BIOTECNOLÓGICO DE LA COLECCIÓN DE MICROORGANISMOS EDÁFICOS Y ENDÓFITOS NATIVOS (COLMENA) 79
Sergio de los Santos Villalobos

AGRICULTURA ORGÁNICA

CARACTERÍSTICAS SOCIOCULTURALES DE LOS PROPIETARIOS DE HUERTOS FAMILIARES EN ACAYAHUALCO, GUERRERO, MÉXICO 85
Francisco Zanábriga-Parra
Leonardo Herrera-Gil
Antonio Albarrán-Román
Odalis Figueroa-Rebolledo

MANEJO Y USO DE PLANTAS PRESENTES EN LOS HUERTOS FAMILIARES EN ACAYAHUALCO, GUERRERO, MÉXICO 93
Francisco Zanábriga-Parra
Leonardo Herrera-Gil
Cesario Catalán-Heverástico
Odalis Figueroa-Rebolledo

EVALUACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL CULTIVO DE *Erythrina goldmanii* EN ETAPA DE VIVERO 101
Carlos Ernesto Agular-Jiménez
José Galdámez-Galdámez
Antonio Gutiérrez-Martínez

Juan Alonso Morales-Cabrera
Franklin B. Martínez-Aguilar

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO CON MANEJO ORGÁNICO Y CULTIVADO CON PAPAYA (*Carica papaya* L)
María De Lourdes Adriano-Anaya
Itzel Yashuri Ortiz-Villalobos 108
Gamaliel Velázquez-Ovalle
Miguel Salvador-Figueroa

EFECTO DEL USO COMBINADO DE EXTRACTOS VEGETALES ACUOSOS SOBRE ÁCAROS FITÓFAGOS EN CARICA PAPAYA VAR. MARADOL 119
María de Lourdes Adriano-Anaya
José Alberto Cueto-Wilder
Victor Albores-Flores
Isidro Ovando-Medina

EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS Y COMPOSTA, EN LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA 127
Alicia de Luna Vega
María Luisa García-Sahagún
Eduardo Rodríguez-Guzmán
Enrique Pimienta-Barrios
Salvador González-Luna

RODUCCIÓN DE BIOFERTILIZANTE A PARTIR DE ORINA DE CONEJO 136
Maribel Flores González
Israel Blancas García
Jorge Antonio Ramírez Fajardo

RENDIMIENTO DE TOMATE SALADET (Solanum lycopersicum) CON LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN YUCATÁN 144
Azael Oseas Ek-Uc
José Jiménez-Jiménez

TÉCNICAS DE DETECCIÓN PARA Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis EN SEMILLA DE IMPORTACIÓN DE TOMATE Y CHILE 150
Joaquin Ureta-Tellez
Edgar Omar Rueda-Puente
Luís Guillermo Hernández-Montiel
Ramón Jaime Holguín-Peña
José Jesús Juvera-Bracamontes
Irma Gloria Romo-López

MANEJO DE LA ROYA (HEMILEIA VASTATRIX BERK & BROOME) DEL CAFETO CON EL BIOCAFÉCASHI, MONTECRISTO DE GUERRERO, CHIAPAS 160
Antonio Gutiérrez-Martínez
Carlos Ernesto Aguilar Jiménez
José Galdámez Galdámez,
Franklin B. Martínez Aguilar

LIXIVIADO DE HUMUS DE LOMBRIZ EN LA PRODUCCIÓN DE TRIGO ORGÁNICO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA. 171
Alma Angélica Ortiz Avalos
Juan Manuel Cortés Jiménez

USO DE BIOFERTILIZANTES PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE GRAMÍNEAS TROPICALES 177
Edgar Enrique Sosa-Rubio
José Demetrio Pérez-Rodríguez
Eduardo José Cabrera-Torres

ELABORACIÓN DE BIOFERTILIZANTE ORGANICO PELLETIZADO A BASE DE RESIDUOS AGROPECUARIOS Y ACUICOLAS 184
Juan Carlos Hernández Robleda

ANALISIS DE INOCULANTE EN SEMILLA DE GARBANZO ZONA CENTRO-NORTE DE SINALOA 190
Jesús Ernesto Angulo Inzunza

MANEJO Soil4+ EN EL CULTIVO DEL MAÍZ 194
Quero Edgar

BIOLCIBE COMO SUSTITUTO A LA ASPERSIÓN DE AGROQUÍMICOS EN PLANTACIÓN DE CACAO CCN-51 EN ECUADOR 215
Carlos Arias-Vega
Simón Pérez-Martínez
Víctor Hernández-Aranda
Ronald León-Aroca
Eduardo Chávez-Navarrete
Daynet Sosa-del Castillo
Diego Rojas-Tortolero

AISLAMIENTO DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS DE SINALOA Y SU EVALUACIÓN COMO BIOINSECTICIDAS MICROENCAPSULADOS SOBRE *Heliothis virescens.* 225
Yareli Padilla Mendoza
Cipriano García Gutiérrez
María de Jesús Perea Flores
Eusebio Nava Perez
Dagoberto Armenta Bojorquez
Juan Carlos Sainz Hernandez
Hervey Rodríguez González

PRODUCTIVIDAD DE RABANITO (Raphanus sativus L.) BAJO DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA CON GALLINAZA 229
Ana Leticia Romo-Hernández
Roberto Carranza-De la Rosa
Emilio Olivares-Sáenz
Jesús Martínez-De la Cerda
Lidia Rosaura Salas-Cruz

INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE AZUFRE EN EL SUELO SOBRE LA DIVERSIDAD DE MICORRIZAS ARBUSCULARES 239
Flor Silvestre Hernandez – Hernandez
Rosalinda Mendoza -Villarreal
Valentín Robledo -Torres
Laura Verónica Hernández -Cuevas
Antonio Cárdenas- Flores

EFECTO ANTIMICROBIANO DE NANOPARTÍCULAS DE COBRE OBTENIDAS A PARTIR DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS REGIONALES 245
Erick Guerrero-González
Límbano Aguilar-López
Rafael Betanzos-San Juan
Sergio A. Águila-Puentes

AGRICULTURA ORGÁNICA: UNA NUEVA REVOLUCIÓN VERDE PARA EL VALLE DEL YAQUI, SONORA. 252
Juan Manuel Cortés Jiménez
Alma Angélica Ortiz Avalos

USO DE MICORRIZAS Y CALIDAD DE SEMILLAS EN AMARANTO 262
Judith Callejas-Hernández
Filogonio Jesús Hernández-Guzmán
Alejandro Rodríguez Ortega
Irvin Cruz-Vera
Nadia Landero Valenzuela
Francisco Marcelo Lara Viveros
Yamil Oropeza-Arteaga

LA AGROFORESTERIA Y GANADERIA ORGANICA COMO ALTERNATIVAS SUSTENTABLES PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMATICO EN CHIAPAS. 267
Jorge Luis Ruíz-Rojas
Ramón Járquin -Gálvez
Rey Gutiérrez –Tolentino
Gilberto Yong –Angel
Patricia Macias- Farrera

FACTORES QUE INCIDEN EN LA RENTABILIDAD DE DOS FINCAS CON DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO EN EL MUNICIPIO DE COMAPA, VERACRUZ, MÉXICO 274
Nancy Nazario-Lezama
Arturo Pérez-Vázquez
Clemente Flores-Martínez
Rafael Zayed Rodríguez-Hernández
Victoria Cessa-Reyes

ELABORACIÓN DE COMPOSTA A BASE DE RESIDUOS DE PESCADO 285
Jaqueline García-Hernández
German Leyva-García
Daniela Aguilera-Márquez

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y COMPORTAMIENTO POSTCOSECHA DE UN BIOFERTILIZANTE 290
Ronald León-Aroca
Eduardo Chavéz Navarrete
Karla Aguaguiña Méndez
Carlos Arias Vega
Daynet Sosa del Castillo

DIAGNÓSTICO DE NUTRIMENTO COMPUESTO E INTERACCIONES NUTRIMENTALES DE CHILE JALAPEÑO (Capsicum annuum L.) EN LA COMARCA LAGUNERA 298
José Luis García-Hernández

BIODIVERSIDAD DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS EN CUBA. RESULTADOS DE PROSPECCIONES EN LA REPÚBLICA DE CUBA 306
Odalys Caridad Toral-Pérez
Jesús Manuel Iglesias-Gómez
Yuseika Olivera-Castro

AGROECOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE TOMATE (Lycopersicum esculentum Mill) CON TRES SUSTRATOS ORGÁNICOS EN VILLAFLORES, CHIAPAS 318
Franklin B. Martínez-Aguilar
Juan Luis Méndez-Bermudez
Juan Alonso Morales-Cabrera
Carlos Ernesto Aguilar-Jiménez
José Galdámez-Galdámez
Antonio Gutiérrez-Martínez

PRODUCCIÓN DE HOJARASCA Y SU APORTE NUTRIMENTAL EN EL SISTEMA AGROFORESTAL CACAO 329
Julián Pérez-Flores
Alejandra Arias Pérez
Yesenia Primo Suárez
Vinicio Calderón Bolaina Y Asunción López Quiroga

SUSTENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE FLORES, ZINACANTÁN, CHIAPAS, MÉXICO 341
Hugo Josue Molina-Gómez
Mercedes Aurelia Jiménez-Velázquez
Ezequiel Arvizu Barrón
Dora María de Jesús Sangerman Jarquín

SOSTENIBILIDAD Y ADOPCIÓN TECNOLÓGICA EN PEQUEÑOS PRODUCTORES PECUARIOS DEL ALTIPLANO CENTRAL MEXICANO 350
Liliana Huitrón-Gutiérrez
León Gildardo Velázquez-Beltrán
William Gómez-Demetrio
Guadalupe Constanza Méndez-Villalobos

SISTEMAS AGRÍCOLAS TRADICIONALES RESILIENTES AL CAMBIO CLIMÁTICO EN OZUMBA, MÉXICO 357
Ameyali Hernández-Hernández
María Joaquina Sánchez-Carrasco
Felipe Reyes-Fuentes

EFECTOS DE LOS SISTEMAS DE AGRICULTURA ORGÁNICA Y QUÍMICA EN EL SUELO, HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES Y PRODUCCIÓN EN CALAKMUL, MÉXICO 369
Yuriko Pilar Cruz-Koizumi
José Armando Alayón-Gamboa
Alejandro Morón-Ríos
Jorge Castellanos-Albores
José David Álvarez-Solís
Ana Aguilar-Chama
Roger Guevara

INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE AGROECOSISTEMAS CAMPESINOS CON PEQUEÑO RIEGO 384
Ignacio Ocampo-Fletes
Ana Karen Reyes-Reyes
Rene Neri-Noriega
Primo Sánchez-Morales

CONSTRUCCIÓN DE AGROECOSISTEMAS RESILIENTES DESDE EL PARADIGMA DE LA COMPLEJIDAD 397
Mildred Joselyn Mikery-Gutiérrez
Arturo Pérez-Vázquez
Juan Pablo Martínez-Dávila

LA TRADICIÓN AGROECOLÓGICA DE LOS HUERTOS FAMILIARES. LA IMPORTANCIA DE SU CONSERVACIÓN 407
Jesús Gastón Gutiérrez-Cedillo
José Carmen García-Flores
Roberto Franco-Plata

TRANSMISIÓN DEL NUCLEOPOLIEDROVIRUS (Baculoviridae) POR EL PARASITOIDE Hyposter didymator EN EL HUÉSPED Spodoptera littoralis. 418
Juan Alonso Morales-Cabrera
Hanni Kassim Aldebis Albunnai
Franklin B. Martínez-Aguilar
Carlos Ernesto Aguilar-Jiménez y Enrique Vargas-Osuna

EL AGROECOSISTEMA CON HUERTO FAMILIAR EN EL SUBTRÓPICO MEXICANO: CONOCIMIENTO, USO Y MANEJO 427
José Carmen García-Flores
Jesús Gastón Gutiérrez-Cedillo
Miguel Ángel Balderas-Plata
José Isabel Juan-Pérez
Laura Calvet-Mir

LAS ESCUELAS DE CAMPO Y EXPERIMENTACIÓN PARA AGRICULTORES (ECEA) COMO HERRAMIENTA PARA EL EMPODERAMIENTO CAMPESINO. 436
Norma Torres-Castro
Ramón Jarquin-Gálvez
Gisela Aguilar-Benitez
Jorge Alberto Flores-Cano

IDENTIFICACIÓN DE COCCINÉLIDOS NATIVOS DE SAN LUIS POTOSÍ, PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE Dactylopius spp. 446
Daniel Osbaldo Ascencio-Contreras
Ramón Jarquin-Gálvez
José Pablo Lara-Avila
José Marín-Sánchez

EFECTO DE CANAVALIA ENSIFORMIS INOCULADA CON MICORRIZAS Y REDUCCIÓN DEL FERTILIZANTE MINERAL EN EL CULTIVO DEL TABACO 457
Milagros Garcia-Rubido
Ramón Rivera Espinosa
Yoanna Cruz Hernandez
Yenssy Acosta Aguiar
Leonel Martínez Acosta

MANEJO DE SECADERA (Fusarium SPP.) EN TRIGO (Triticum aestivum) Y SU TRANSFERENCIA A CAMPO A TRAVÉS DE MASAGRO GUANAJUATO 468
Paul García Meza
Amador Tranquilino Aguillon Aguillon
Julio Cesar Ledesma Horta

DIVERSIDAD Y CONOCIMIENTO TRADICIONAL DE LOS QUELITES EN TEMOAYA
Ana Paola Balcázar - Quiñones 478
Laura White - Olascoaga
Carmen Zepeda – Gómez
Cristina Chávez – Mejía

EFECTOS DE UN BIOMANTO SOBRE EL CULTIVO DE PIMIENTO EN ÉPOCA SECA. 485
Víctor Hernández-Aranda
Carlos Arias-Vega
Ronald León-Aroca
Marcos Vera-Morales
Eduardo Chávez-Navarrete
Leonardo León-Castro
Diego Rojas-Tortolero y Daynet Sosa-Del Castillo

AGROECOLOGÍA EN LA ASOCIACIÓN PLÁTANO-CAFÉ Y ABEJAS NATIVAS EN HUEYTAMALCO, PUEBLA 495
Sinecio-López-Méndez
Bernardino-Mata-García

LA MILPA, CONOCIMIENTO TRADICIONAL Y LOBRI-COMPOSTA: MODELO DE SOBERANÍA ALIMENTARIA Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD 496
Jasso Arriaga Xochitl Y Flores Jiménez Luis Alfredo

MÍNIMA LABRANZA Y MANEJO DE RASTROJO PARA LA PRODUCCIÓN DE AVENA SATIVA EN HIDALGO, MÉXICO 505
*Brenda Ponce-Lira
Yamil Oropeza-Arteaga
Susana Graciela Sánchez-Herrera
Nellybeth Rodríguez-Martínez
Carmen Medina-Mendoza

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE VARIEDAD COMERCIAL DE MAÍZ EN RELACIÓN A FERTILIZACIÓN QUÍMICA, ORGÁNICA Y MIXTA 514
Adalid Graciano-Obeso
Antonio Flores-Naveda
Gregorio Pollorena-López

EFECTO DEL METAMIDOFOS EN LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE HIMENOPTEROS PARASITOIDES COLECTADOS EN MAÍZ (ZEA MAÍZ L.) 524
Fabián-García-González
Silvia-Arredondo-Lugo

HUERTOS MIXTOS FAMILIARES COMO FUENTE DE RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA 531
Patricia Quesada-Rojas
Juan Félix Arguello-Delgado
Rafael Orozco-Rodríguez
Carlos Muñoz- Ruiz
Walter Barrantes-Santamaría
Orlando Varela- Ramirez

OBTENCIÓN DE BIOL POR MEDIO DE BIODIGESTIÓN ANAEROBIA APLICADA EN TRASPATIO SUSTENTABLE 535
Ana Rosa Sánchez-Camarillo
Ricardo Pérez-Avilés
Alia Méndez-Albores

EFECTO DE LA PODA EN LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA EN Moringa oleifera Lam. 542
Rafael Ruíz-Hernández
Arturo Pérez-Vázquez
Cesáreo Landeros-Sánchez
Ofelia Andrea Valdés-Rodríguez y Katia Angélica Figueroa-Rodríguez

EFECTO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE Phytolacca icosandra SOBRE Pythium sp y Fusarium oxysporum IN VITRO. 552
Rocío Arreola-Ruiz
David García-Hernández
Vania Marilyn Marín-Rangel
Alma Teresa Miranda-Quiroz
Marco Antonio Iniestra-Aniceto

PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA DE CHAYA BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN QUINTANA ROO, MÉXICO 560
María De Jesús Méndez-Aguilar
Deb Raj-Aryal
Carlos Valentín Interián-Sandoval
Edward Emmanuel Brito-Estrella
Lidia Esther Serralta-Peraza

PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN EN MAIZ Y FRIJOL DE TEMPORAL EN LA CUENCA DE AUTLÁN, JALISCO 567
Miguel Ángel Benítez - Muñoz
Everardo Andrade - Martínez
Emma María De Niz - Lara
José Luis Olguín – López

SISTEMAS AGRÍCOLAS SOSTENIBLES COMO OPCIÓN REGIONAL EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRICULTURA SOSTENIBLE - UACH 579
Juan Pulido Secundino
Marcial Fernández Rivera
Gonzalo Chapela y Mendoza
José Juan Arredondo Arredondo
Carlos Lucio López, Miriam Núñez Vera
David Oseguera Parra, José Alfredo Carrera Valtierra
Rafael Mora Aguilar
Artemio Cruz León
Fausto Inzunza Mascareño

COMPARACIÓN DE RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DOMINANCIA DE (PHASEOLUS LUNATUS L) EN LA AGRICULTURA MAYA 586
Guadalupe Nicte-há Wicab-Cámara
Javier Orlando Mijangos-Cortés
Luis Arias-Reyes
José Salvador Flores Guido

POSCOSECHA Y ESTUDIO DE COMPUESTOS VOLÁTILES EN LA MADURACIÓN DE GUAIJÍ (Couepia subcordata) 596
Jaime Naranjo-Morán
Milton Barcos-Arias
Juan Cevallos-Cevallos
Patricia Manzano-Santana
Eduardo Chica-Martínez

EVALUACIÓN DE DIEZ LÍNEAS EXPERIMENTALES DE SORGO AL DAÑO POR AVES MEDIANTE DOS MÉTODOS DE CONTROL 603
Jesús Bojorquez-Delgado
Gilberto Bojorquez-Delgado
Antonio Flores-Naveda
Andrés Galvez-Rodrigez
Julio Pacheco-Ayala

MANEJO DE CAFÉ ORGÁNICO BAJO SOMBRA EN NAHÁ-METZABOK: FUNDAMENTOS AGROECOLÓGICOS PARA EL MANEJO DEL PAISAJE 610
Daniela Alejandra Díaz-García
Juan Roberto Báez-Montoya
Guadalupe de la Cruz-Guillén
José Manuel Pérez-Vargas
Rosa Eugenia Sandoval-Perea

ANÁLISIS DEL AGROECOSISTEMA DE CAFÉ EN COMAPA, VER. UN ENFOQUE DE SUBSISTEMAS 619
Carlos Nahin Castro-Jose
Fabiola Hernández-Castillo
Cecilio Méndez-Sandoval
Gabriela Zamora-Chacón
Arturo Pérez-Vázquez

CARACTERIZACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN SUSTENTABLE DEL TOTOMOXTLE DE MAÍZ EN EL VALLE DE PUEBLA 628
Rafael Alvarado-Teyssier
Ernesto Aceves-Ruiz
José Sergio Escobedo-Garrido

PROTOTIPO DE INVERNADERO PARA PRODUCCIÓN DE ROSAS AUTOMATIZADO CON ARDUINO 638
Pedro Zetina-Córdoba
Benjamín Nagel-Sedas
Isalia Morales-Palacios
Rosalía Tablas-Romero
Elber Reynoso-Guerrero
Rafael Delavequia-Corona
Giovanni Demenegui-Cessa

ESTUDIO DE CASO SOBRE EL MANEJO DEL CULTIVO DE LITCHI (Litchi chinensis Sonn.) EN LA REGIÓN CENTRO DE VERACRUZ 643
Mario Torres-Becerril
Fredy Morales-Trejo
Liliana Armida-Alcudia
Ezequiel Arvizu Barrón
Luis Alfonso Ojeda Enciso
Juan Manuel Zaldívar Cruz

AGROTECNIA

EFECTO DEL USO DE AGUA ESTRUCTURADA EN LA MULTIPLICACIÓN IN VITRO DE PLANTAS DE BANANO. 651
Víctor Hernández-Aranda
José Flores-Cedeño
José Garcia-Onofre
Joffre Mendoza-Olvera
Fernando Piña-Tama

Miquel Blasco-Carlos
Carlos Noceda-Alonso
Daynet Sosa-Del Castillo

PRODUCCIÓN DE FRIJOL CON FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y MICORRIZA EN CONDICIONES DE TEMPORAL ADVERSAS E IMPREDECIBLES 660
Arnulfo Pajarito Ravelero

COCCINÉLIDOS ASOCIADOS A MELANAPHIS SACCHARI ZEHNTNER EN SORGO (SORGHUM VULGARE PERS) EN PUEBLA, MÉXICO. 666
Arturo Huerta-de la Peña
Adriana Acevedo-Alcalá
Hilario Hernández Salgado
Celia Fernández-Carmona

PATOGENICIDAD DE AISLAMIENTOS NATIVOS DE Metarhizium anisopliae SOBRE Bactericera cockerelli (Sulc) 675
Cesar Abraham Trejo-Reyes
Ovidio Díaz-Gómez
Fabiola Villegaz-Rodríguez
Gisela Aguilar-Benítez

LISIMETRO DE PESADA Y DISEÑO DE TRES ALTERNATIVAS DE CONTROL PARA NECESIDADES HÍDRICAS EN VAINILLA 680
Delfino Reyes-López
Misael Martínez- Bolaños
Fermín Pascual-Ramírez
Fabiel Vásquez-Cruz
Manuel Huerta-Lara
Carlos Hugo Avendaño-Arrazate

FITOTOXICIDAD DE MATERIALES COMPOSTEADOS UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE DE AGUA 690
Gabriel Córdova Gámez
Lina Pliego
Celerino Robles Pérez
Edilberto Aragón Robles
Maritza Miguel Martínez

FORMACIÓN DE NUEVOS GENOTIPOS DE SORGO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS SUSTENTABLES EN GUASAVE, SINALOA 698
Antonio Flores-Naveda
Gilberto Bojórquez-Delgado
Julio G. Pacheco-Ayala
Andrés Gálvez-Rodríguez y Jesús Bojórquez-Delgado

EFECTO DE TRES CONDICIONES PROTEGIDAS SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL BETABEL 705
Marco Antonio Bustamante-García
Verónica Guadalupe Robles-Salazar
Fabiola Aureoles-Rodríguez

Juan Jose Galván-Luna
Víctor Manuel Reyes-Salas
Alejandro José Bustamante-Dávila

RESPUESTA DE LA CALIDAD DE LA FRESA A LA ADICIÓN DE TRES FULVATOS 716
Rubén López-Cervantes
Edmundo Peña-Cervantes
José Antonio González-Fuentes
Rubén López-Salazar
Rosalinda Mendoza-Villarreal

ANÁLISIS FÍSICO Y FISIOLÓGICO DE SEMILLAS DE MAÍZ AZUL 722
Martín Javier Campos-García
Elpidio García-Ramírez
Juan Carlos García-Hernández

ANÁLISIS GERMINATIVO DE SEMILLAS DE AGAVE PAPALOMETL 727
Germán Fernando Gutiérrez-Hernández
Yolanda Donaji Ortiz-Hernández
Gabino Alberto Martínez-Gutiérrez
Omar Federico Mendoza-Ibarra

EVALUACION DE LA CALIDAD DE GRANO DE 15 HIBRIDOS COMERCIALES DE MAIZ AMARILLO MEDIANTE EL EQUIPO INSTALAB 700 DE DICKEY JOHN 734
Jesús García-Pereyra
Gabriel N. Aviña-Martínez
Rosa Bertha Rubio-Graciano
Héctor García Barron
Jesús García Montelongo

CULTIVO IN VITRO DE MAGUEY PULQUERO (Agave salmiana Otto ex Salm); VARIEDAD 'Púa larga', VÍA ORGANOGÉNESIS DIRECTA 742
Areli Flores-Morales
Víctor Manuel Chávez-Avila
Octavio González-Caballero
Ángel Jiménez-Rodríguez
Leopoldo González-Cruz

VARIABILIDAD EN RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN CULTIVARES DE AYOCOTE 749
Escalante-Estrada José Alberto Salvador
Rodríguez-González María Teresa
Díaz-Ruiz Ramón
Escalante-Estrada Yolanda Isabel

DIVERSIDAD MORFOLÓGICA Y AGRONÓMICA DE POBLACIONES DE MAÍZ NATIVO DE TAMAULIPAS 758
Rafael Delgado-Martínez
Mario Rocandio-Rodríguez
Ricardo Calvario-Vazquez
Ma. Teresa de Jesús Segura-Martínez y Venancio Vanoye-Eligio

DINÁMICA POBLACIONAL DE Spodoptera frugiperda Smith (Lepidoptera: Noctuidae) DE TRES AÑOS CONSECUTIVOS EN INDAPARAPEO MICHOACÁN CON FEROMONA SEXUAL 7711
Helios Escobedo-Cruz
Fernando Bahena-Juárez
Celeste Alvarado-Alonso
Emma Castolo-Calderón

EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN TRADICIONALES EN LA SIERRA NEVADA DE PUEBLA, MÉXICO 780
Ricardo Mendoza-Robles
Ernesto Hernández-Romero

COMPARACIÓN DEL MODELO DE LAS ESCUELAS DE CAMPO Y EXPERIMENTACIÓN PARA AGRICULTORES (ECEA) EN LA SIERRA HUASTECA POTOSINA 791
Norma Torres-Castro
Ramón Jarquin-Gálvez
Gisela Aguilar-Benitez
Jorge Alberto Flores-Cano

USO DE LA TECNOLOGÍA LED COMO UNA ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN EN INTERIORES 801
Pacheco Ayala Julio Guadalupe
Flores Naveda Antonio
Bojorquez Delgado Jesús
Bojórquez Delgado Gilberto
Gálvez Rodríguez Andrés
Rojas Orozco Marco Antonio de Jesús

EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE TRIALEURODES VAPORARIORUM EN EL CULTIVO DE PAPA MEDIANTE TÉCNICAS DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN 810
Pacheco Ayala Julio Guadalupe
Bojórquez Delgado Gilberto
Epolito Ceballos Andrade
Antonio Rábago Alcalá
Flores Naveda Antonio
Bojorquez Delgado Jesús
Gálvez Rodríguez Andrés

EVALUACIÓN DE DOS ROTACIONES DE CULTIVO EN EL RENDIMIENTO DE TRIGO. VALLE DEL YAQUI, SONORA. 818
Alma Angélica Ortiz Avalos
Juan Manuel Cortés Jiménez

EVALUACIÓN DE UN DESTILADOR SOLAR COMO ALTERNATIVA DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE MIJO PERLA EN ZONAS SEMIARIDAS. 823
Haile Yesus Cámara-Asrate
Ramón Jarquín-Gálvez
José Pablo Lara-Ávila

José Marín-Sánchez y Héctor Lee-Rangel

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE DIFERENTES USOS DEL SUELO EN EL SUDESTE DE CÓRDOBA (ARGENTINA) 828
Marina Ferrero
María Basanta
Carolina Álvarez

IMPLEMENTACIÓN DE LATECNOLOGÍA EM1 "MICROORGANISMOS EFICACES" EN LA ACUICULTURA 837
Claudia Estela Arroyo-Pitacua
Margarita Anahi Heredia-Hernández
Gerardo Díaz-Tolentino

LOS ACTINOMICETOS: UNA ALTERNATIVA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE HONGOS PATÓGENOS DE LOS CÍTRICOS (Citrus sp.) 844
Laura Glenys Polanco-Florián
Orquídea Pérez-González
Omar Guadalupe Alvarado-Gómez

PROCESO DE ADAPTACIÓN, DESARROLLO AGRONÓMICO, Y RENDIMIENTO PRELIMINAR DEL GUAYULE, EN EL SUR DE SONORA 851
Sergio Muñoz-Valenzuela
DavId A. Dierig
Sam Wang

PRODUCCIÓN DE FORRAJE PARA ENSILAR MAÍZ EN DIFERENTES ETAPAS DE MADUREZ 858
Francisco Javier Cárdenas-Flores
Cándido Enrique Guerra-Medina y Leonardo Meda-Alducin

REVISIÓN DE LA EFICIENCIA A FÓSFORO EN MAÍZ NATIVO DE MICHOACÁN: DE PLÁNTULA A MADUREZ FISIOLÓGICA 865
Jeannette Sofía Bayuelo-Jiménez
Iván Ochoa-Cadavid y Ricardo Ernesto Preciado-Ortíz

OPORTUNIDADES PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA UTILIZACIÓN DE FÓSFORO EN MAIZ: MÁS SEMILLA Y MENOS FERTILIZANTE 873
Jeannette Sofía Bayuelo-Jiménez
Iván Ochoa-Cadavid2

EVALUACIÓN DE DIEZ LÍNEAS EXPERIMENTALES DE SORGO POR SU REACCIÓN A PODREDUMBRE CARBONOSA DEL TALLO MEDIANTE TÉCNICAS DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN EL NORTE DE SINALOA. 881
Gilberto Bojorquez-Delgado
Antonio Flores-Naveda
Salvador Sampayo-Maldonado
Jesús Bojorquez-Delgado
Andres Galvez-Rodriguez y Julio Pacheco-Ayala

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA CERTIFICADA EN EL CULTIVO DE TRIGO VALLE DEL YAQUI, SONORA. 891
Juan Manuel Cortés-Jiménez
Alma Angélica Ortiz-Avalos
Gerardo Zazueta-Encinas

EVALUACIÓN DE MATERIALES DE TRIGO CRISTALINO EN DISTINTAS FECHAS DE SIEMBRA 898
José Luis Félix Fuentes
Pedro Figueroa López
Víctor Valenzuela Herrera
Guillermo Fuentes Dávila
Gabriela Chávez Villalba
Alberto Mendoza Lugo y Manuel Madrid Cruz

EVALUACIÓN DE MATERIALES DE TRIGO HARINERO EN DISTINTAS FECHAS DE SIEMBRA 903
José Luis Félix-Fuentes
Pedro Figueroa-López
Víctor Valenzuela-Herrera
Guillermo Fuentes-Dávila
Gabriela Chávez-Villalba
Manuel Madrid Cruz

EVALUACION DE COMPOSTA DE CHAMPIÑON EN CHILE JALAPEÑO (Capsicum annuum), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO 908
Juan Ángel Rivera-Quilez
Marco Antonio Gutiérrez-Coronado
José Leal-Almanza

RESPUESTA DEL TRIGO A LA APLICACIÓN DE REGULADORES DE CRECIMIENTO A BASE DE CITOCININAS 916
Manuel Madrid-Cruz
Alma Angélica Ortiz-Avalos
Juan Manuel Cortes-Jimenez

ESTUDIO DE VARIEDADES DE AMARANTO (Amaranthu sp.) Y CHÍAS (Chenopodium berlandieri y Salvia hispanica) EN MICHOACÁN 922
Marcial Fernández-Rivera
Abraham Martínez-Gómez
Juan Pulido-Secundino
José Juan Arredondo-Arredondo

RENDIMIENTO DE CHILE SERRANO AUTÓCTONO EN CONDICIONES DE INVERNADERO 931
Rolando Rueda-Luna
Miriam Romero-Hernández
María del Consuelo Flores-Yañez
Jenaro Reyes-Matamoros
José Mariano López-Fuentes
Gabriela García-Pineda

PAQUETE TECNOLÓGICO PARA LA MILPA JALISCO 937
Luis Sahagún Castellanos

ESCARIFICACIÓN HÍDRICA PARA DISMINUIR EL PERIODO DE LATENCIA EN SEMILLAS ARBÓREAS DEL MUNICIPIO COSOLTEPEC, OAXACA (MÉXICO). 949
Ramón Soriano-Robles
Aldo Bernardo Rodríguez-Galvez

CULTIVO DE SALICORNIA COMO FUENTE DE ACEITE PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOTURBOSINA 957
Diego Orlando Escoboza-Barceló
Brenda Guadalupe, Molina-Ávila
Verónica, López-Heraldez
Pablo, Gortáres-Moroyoqui

GANADERÍA SOSTENIBLE

IMPACTO DEL USO DE PANELES SOLARES POR PRODUCTORES LECHEROS DE LOS ALTOS DE JALISCO 966
Agustín Hernández-Anaya
Edmundo Ruesga-Gutiérrez
Jorge Eduardo Olmos-Cornejo
Adriana Isabel Cortés-López

EFECTO DE UN ADITIVO FITOGENÉTICO BIODEGRADABLE SOBRE PARAMETROS PRODUCTIVOS EN GALLINAS LEGHORN 973
Hernández-Anaya Agustín
Ruesga-Gutiérrez Edmundo
Flores-Hernández Hugo Ernesto
González-Navarro José Luis

COMPORTAMIENTO Y USO DEL HÁBITAT DE DOS RAZAS DE GALLINAS EN UN SISTEMA CAMPERO 979
Mónica de la Cruz Vargas Mendoza
Xicotencatl Cruz del Ángel
Lucero Medinilla Salinas

ÁRBOLES CON POTENCIAL FORRAJERO Y CONOCIMIENTO TRADICIONAL DE PRODUCTORES GANADEROS DEL MUNICIPIO PINOTEPA NACIONAL, OAXACA 985
Adolfo Silva-Mejía
Pedro Cisneros-Saguilán

SUSTENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE DERIVADOS ARTESANALES DE LECHE DE VACA, EN COSOLTEPEC, OAXACA 995
Ramón Soriano-Robles
Ladislao Arias-Margarito
Valentín Espinoza-Ortiz
Luis Brunnet-Pérez
Isaac Almaraz-Buendia

IDENTIFICACIÓN DE TRES MÓDULOS OVINOS DE TIPO FAMILIAR EN AMBIENTE SILVOPASTORIL DE LA MIXTECA POBLANA 1000
Jorge Ezequiel Hernández-Hernández
Julio Cesar Camacho-Ronquillo
Fernando Utrera-Quintana
José del Carmen Rodríguez-Castillo
Jessica Yahel Andrade-Medina
Víctor Ascensión-Hernández

PRODUCTIVIDAD DE TRES ESPECIES FORRAJERAS TEMPLADAS CON *Azospirillum brasilense* y ECTOMICORRIZAS Y NIVELES DE NITRÓGENO 1006
Marco Antonio Rivas Jacobo
Alma Daniela Ramírez Ojeda
Camelia Alejandra Herrera Corredor
María Guadalupe Torres Cardona yJ. Jesús German Peralta Ortíz

GANADERÍA SUSTENTABLE EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE BUENOS AIRES ARGENTINA: INDICADORES 1013
Bárbara Heguy
Lorena Mendicino

BANCOS LOCALES DE SEMILLA (BLS) EN LA CONSERVACIÓN DE RECURSOS FITOGENÉTICOS EN HOLGUÍN, CUBA 1023
Autores: Zulema Rodríguez- Fuentes
Nelsón Ramón Rodríguez -Peña
Edecio Mauricio Betancourt- Oberto
Eugenio Rodríguez -Cedeño
Yovanis Ferras -Téllez y Elaisis Milán- Leyva

USO Y VALOR NUTRITIVO DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE VEGETACIÓN SECUNDARIA PARA LA ALIMENTACIÓN DE OVINOS EN QUINTANA ROO, MÉXICO 1027
Edgar Enrique Sosa-Rubio
José Demetrio Pérez-Rodríguez
Eduardo José Cabrera-Torres

CRECIMIENTO PRE-DESTETE EN BECERROS CRIOLLOS LECHERO TROPICAL CON LECHE PROVENIENTE DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL INTENSIVO 1038
Adrián Sánchez-Gómez
Adalberto Rosendo-Ponce
Carlos Miguel Becerril-Pérez
Fredy Morales-Trejo
Juan Manuel Vargas-Romero
Diego Esteban Platas-Rosado
Aleida S. Hernández-Cázares

DIGESTIBILIDAD APARENTE DEL FÓSFORO DE NANOPARTÍCULAS DE FOSFATO DICÁLCICO EN POLLOS DE ENGORDA 1047
Diana Angélica Gutiérrez-Arenas
Juan Manuel Cuca-García
Arturo Pro-Martínez

Fidel Ávila-Ramos
Servando Reyes-Castro

SUSTENTABILIDAD DE BOVINOS-CARNE EN ZONAS ÁRIDAS Y SEMIARIDAS DE SONORA 1053
Francisco Gabriel Denogean Ballesteros
Félix Ayala Alvarez
Ana Bertha Martínez Durán
Luis Ernesto Gerlach Barrera

COMPORTAMIENTO DE VARIABLES RUMINALES, BALANCE DE NITRÓGENO Y DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE DIETAS CON PULPA CAFÉ ENSILADA EN OVINOS
Graciela Munguía Ameca 1062
María Esther Ortega Cerrilla
Pedro Zetina Córdoba
José Herrera-Haro
Raquel Guinzberg Perrusquía
Ricardo Bárcena Gama

IMPACTO AMBIENTAL

DETERIORO AMBIENTAL EN SAN PABLITO, PAHUATLÁN, PUEBLA 1070
Maria Janet Fuentes-Castillo
Mercedes Aurelia Jiménez-Velázquez
Ezequiel Arvízu-Barrón y José Luís García-Cué

LA TRACCIÓN ANIMAL COMO FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA. 1081
Roberto Reimundo Coutiño-Ruiz
Rocío Guadalupe Rincón-Utrilla
Ramiro Eleazar Ruiz-Nájera
Juan Alonso Morales-Cabrera
Berlán Martínez Córdova

CONOCIMIENTOS Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE ESTUDIANTES DE SECUNDARIA EN TEXC0C0, ESTADO DE MÉXICO 1091
M. C. Ameyali Hernández-Hernández
Dra. María Joaquina Sánchez-Carrasco

EVALUACION DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE Manilkara zapota (L.) P. Royen 1100
Edelia Claudina Villarreal Ibarra
Alma Olivia Javier Madrigal
Catalina Rivas Morales
María Azucena Oranday Cárdenas
Benigno Rivera Hernández
Roberto Gutiérrez Buron

BIOSORCIÓN DE TINTAS PARA CANTOS PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA PAPELERA 1111
Mayuric Teresa Hernández Botello
Silvia B Andrade Canto

Jorge Alberto Mendoza Pérez
Diana Maylet Hernández Martínez
Monserrat López Marbán

PROYECCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD Y DEMANDA DE AGUA EN EL ACUIFERO ATLIXC-IZUCAR DE MATAMOROS, PUEBLA EN EL PERIODO 2017-2070 1120
Lui s Alberto Villarreal Manzo

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS CON MICROORGANISMOS BENEFICOS PARA LA ELABORACIÓN DE FERTILIZANTES SUSTENTABLES 1133
Claudia Estela Arroyo
Gerardo Diaz-Tolentongo

PROSPECCIÓN GEOFISICA ELÉCTRICA EN BUSQUEDA DEL AGUA USANDO SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES Y TOMOGRAFÍA GEOELECTRICA 1140
Aurelio Reyes-Ramírez
Pablo Miguel Coras-Merino
Eduardo Arteaga-Tovar

IMPACTO AMBIENTAL DE LA SIEMBRA DE MAGUEY MEZCALERO EN LA REGIÓN DEL MEZCAL, OAXACA, MÉXICO 1151
Juan Antonio-Bautista
Alejandra Anahit Antonio-Jose

LA CONTAMINACIÓN DIFUSA, COMO INDICADOR DE LA SOSTENIBILIDAD AGRÍCOLA 1157
Isaac Shamir Rojas-Rodríguez
Vidal Salazar-Solano
JesúsMario Moreno-Dena

ESTABLECIMIENTO DE ARBUSTIVAS FORRAJERAS DEL ESTADO DE SONORA 1165
Diana M. Mc Caughey-Espinoza
M. Magdalena Ortega-Nieblas
Juvenal Velázquez-Caudillo
Jesús Anaya-Islas
Eduardo Canseco-Vilchis

EL AGAVE AZUL (Agave tequila Weber) LA SUSTENTABILIDAD DEL MPIO. EL GRULLO, JALISCO 1178
Rubén Darío Guevara-Gutiérrez
Héctor Arnulfo Pérez-Guerrero
Oscar Arturo Barreto-García
Oscar Raúl Mancilla-Villa
José Luis Olguín-López
José Manuel Ramírez Romero

PRODUCCIÓN DE GLOMALINA EN TRES ESPECIES DE GRAMÍNEAS 1188
Pavel Francisco Espino-Cháirez
J Natividad Gurrola-Reyes
José Luis Hernández-Mendoza
Jesús Gerardo García-Olivares y Isaías Cháirez-Hernandez

VARIABILIDAD DE HORAS FRÍO Y SU IMPACTO EN RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE TRIGO EN SONORA 1197
Jesús Mario Moreno-Dena
Vidal Salazar-Solano
Isaac Shamir Rojas-Rodríguez

IMPACTO AMBIENTAL DEL BOMBEO EN LA AGRICULTURA DE ALTAR-PITIQUITO-CABORCA 1207
Ana Cristina Velazquez-Mar
Vidal Salazar-Solano

ANÁLISIS DE LA DEGRADACIÓN DE POLIMETROS PLÁSTICO, POR ACCIÓN DE HONGOS PROVENIENTES DE LA ANTARTIDA 1215
Rodrigo Oviedo-Anchundia
Daynet Sosa-Castillo
Milton Barcos-Arias
Nora Franco
Andrés Rigail-Cedeño
Julio Caceres-Zambrano

EMISIÓN DE CENIZAS POR LA QUEMA DE CAÑA Y EL INGENIO LA GLORIA, VERACRUZ 1224
Guisel Aleyda Castro Gerardo
Cesáreo Landeros Sánchez
Juan Pablo Martínez Dávila
Gustavo López Romero
Eugenio Carrillo Ávila

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y EVALUACIÓN DE ENDOMICORRIZAS NATIVAS ASOCIADAS A CHILE PIQUÍN SILVESTRE 1231
José Rafael Paredes-Jácome
Rosalinda Mendoza-Villarreal
Valentín Robledo-Torres
José Manuel Pinedo-Espinoza
Flor Silvestre Hernández-Hernández
Sergio Moreno-Limón

RESTAURACIÓN EN LOS MÁRGENES DEL ARROYO GUAYMAS CON PLANTAS AHUEHUETE (Taxodium Mucronatum Ten.) y AGUACATILLO (Hieronyma laxiflora), EJIDO EL "PORTILLO", MUNICIPIO DE VILLAFLORES; CHIAPAS. 1238
Luis Antonio Toalá Morales

RIEGO CONTROLADO POR MEDIO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS 1246
Jeisson Octavio Bravo Neira
Andrés Arque Mojica

BIOMARCADORES DE EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS EN Zenaida asiatica PROCEDENTES DE SANTO DOMINGO KESTÉ, CAMPECHE 1250
Cinthia de los Á. Cazán-Noz
Carolina Flota Bañuelos

Jaime Rendón-von-Osten
Ricardo Dzul-Caamal

IMPACTO SOCIO-AMBIENTAL DEL CULTIVO CONVENCIONAL DE PAPA, EN LA COMUNIDAD DE SAN FRANCISCO PICHÁTARO 1259
Cindy Nereida Morales-Máximo
Dr. Fernando Bahena Juárez
M.C. Gabriela Arias Hernández

EXTERNALIDADES SOCIOAMBIENTALES DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN FLORÍCOLA EN LA REGIÓN SUR DEL ESTADO DE MÉXICO 1274
David Iglesias-Piña
Jesús Castillo-Nonato
Clarita Rodríguez-Soto
Fermín Carreño-Meléndez

FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA ALIMENTARIA MEDIANTE PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN 1283
Lorenzo Alejandro López-Barbosa
Jesús Valdés-Reyna
Ernesto Navarro-Hinojoza
Erika Román-Montes de Oca

ACTITUD HACIA LA IMPLEMENTACIÓN DE HUERTOS FAMILIARES: ESTRATEGIA DE SEGURIDAD ALIMENTARIA EN COMUNIDADES DE CAMPECHE 1290
Verónica Rosales-Martínez
Silvia Fraire-Cordero
Carolina Flota-Bañuelos

FINANZAS COMUNITARIAS Y MICROFINANZAS EN LA PROMOCIÓN DEL DESARROLLO RURAL 1298
Ignacio Carranza-Cerda

EL PASO DE LA AGRICULTURA FAMILIAR A LA AGRICULTURA COMERCIAL 1305
Ignacio Carranza-Cerda
Liliana Cabrera-Olaya
Erika Benítez-García

AGRICULTURAS FAMILIARES Y SOBERANÍA ALIMENTARIA 1313
Darío Alejandro Escobar Moreno

ANALISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCION DE SORGO (Sorghum bicolor L. Moench) Y GIRASOL (Helianthus annuus L.) VS MAIZ BLANCO (Zea mays) EN LA REGION DEL VALLE DE GUASAVE, SINALOA 1314
Andrés Galvez-Rodriguez
Gilberto Bojórquez-Delgado
Antonio Flores-Naveda
Julio Guadalupe Pacheco-Ayala
Jesús Bojórquez-Delgado
Marco Antonio de Jesús Rojas-Orozco

PRODUCCIÓN DE CEREALES 1980-2015 REFORMAS CONSTITUCIONALES, EL TLCAN, MASAGRO Y LA AGRICULTURA CONVENCIONAL PRIMERA PARTE: NACIONAL 1321
Joaquín Zagoya-Martínez
Andrés María-Ramírez y María de Lourdes Hernández-Rodríguez

PRODUCCIÓN DE CEREALES 1980-2015 REFORMAS CONSTITUCIONALES, EL TLCAN, MASAGRO Y LA AGRICULTURA CONVENCIONAL SEGUNDA PARTE: VALLES ALTOS 1329
Joaquín Zagoya-Martínez
Andrés María-Ramírez
Rafael de Jesús López-Zamora

ASPECTOS SOCIOECONOMICOS DE GRANJAS CUNÍCOLAS EN VALLES CENTRALES DE OAXACA 1336
Yuri Villegas-Aparicio
Nagai Abigail Mijangos-Santos
Jorge Hernández-Bautista
Martha P. Jérez-Salas

ASOCIATIVISMO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES VITIVINÍCOLAS EN CORDOBA, ARGENTINA 1344
Esteban Daniel Papalini-Vidal

LA CAPACIDAD ADMINISTRATIVA DE LAS PYMES DE AGRONEGOCIOS DE LA REGIÓN DEL VALLE DEL MAYO 1353
Daniel Paredes-Zempual
Viridiana Macías-Vargas
Gimena Vianey Cervantes-Hurtado

PREFERENCIAS DEL CONSUMIDOR POR LAS HORTALIZAS FRESCAS EN LA REGIÓN CARIBE DE COLOMBIA 1363
Antonio Maria Martinez Reina

FORMAS DE ORGANIZACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA DE GRUPOS INDÍGENAS REUBICADOS Y ORIGINARIOS DE TIERRA BLANCA, VERACRUZ 1364
Yazmin Neguibi del Rosario Dzib-Poot
Ignacio Carranza-Cerda
Néstor Estrella-Chulim
Engelberto Sandoval-Castro
Héctor Chalate-Molina

EL CAMBIO DEL USO DEL SUELO EN LA CUENCA DE LA PRESA LA CONCEPCIÓN 1370
Germán Faustino Palma Moreno

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA TRANSICIÓN DE LA PRODUCCIÓN CONVENCIONAL HACIA LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE DURAZNO 1380
María Isabel Ortiz-Rivera
José de Jesús Brambila-Paz
Daniel Barrera-Islas
Enrique de Jesús Arjona-Suárez

Glafiro Hernández-Torres
Ma. del Carmen López-Reyna
Juvencio Hernández-Martínez

LOS MEDIOS DE DIFUSIÓN DE SEMILLA DE MAÍZ, EN RELACIÓN AL CONTEXTO SOCIOECONÓMICO DE PRODUCTORES 1389
Vega-Bautista María
López-Romero Gustavo
Martínez-Dávila Juan Pablo
Regalado-López José
Vilaboa-Arroniz Julio

IMPACTO ECONÓMICO DE RHAGOLETIS ZOQUI BUSH EN NUEZ DE CASTILLA EN SIERRA NEVADA DE PUEBLA 1396
Juan Morales-Jiménez
Yahana Michelle. Aparicio-Del Moral
Arturo Huerta-De la Peña

ÍNDICE DE DESEMPEÑO DE LOS DISTRITOS DE RIEGO. CASO DE ESTUDIO, VALLE DEL RIO MAYO 1403
Diana Luque Agraz
Arthur Dennis Murphy
Tadeo Manrique Gallardo
Ignacio Ruiz Love

MAPEO DE REDES: HERRAMIENTA DE ORIENTACIÓN TÉCNICA-AGRÍCOLA EN EXTENSIONISMO RURAL EN BAJA CALIFORNIA SUR. 1414
Carlos A. Cabada Tavares
José D. Osuna Amador
Rigoberto Meza Sánchez
Venancio Cuevas Reyes
Claudia M. Melgoza Villagoméz
J. A. Cristóbal Navarro Ainza

TECNOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE Cucurbita argyrosperma Huber EN CAMPECHE 1421
Hilda Cecilia Kuyoc-Chan
Carolina Flota-Bañuelos
Bernardino Candelaria-Martínez
Jorge Cadena-Iñiguez

SUSTANCIAS VEGETALES Y MINERALES EN EL COMBATE DE PLAGAS

PROTECTION OF FRUITS OF Capsicum annuum L. WITH HOMEOPATHIC DILUTIONS OF Anthonomus eugenii CANO 1432
Sabino Honorio Martínez Tomás
Cesáreo Rodríguez-Hernández
Gustavo Ramírez-Valverde
Jesús Romero-Nápoles
Felipe de Jesús Ruiz-Espinoza
Rafael Perez-Pacheco y Felipe Florean Méndez

FORMULACION DE UN BIONSECTICIDA A BASE DE NEEM Y MANZANILLA APLICADO PARA EL CONTROL DE MOSQUITA BLANCA (Bemisia tabaci Geen.) EN INVERNADERO 1437
Jesús García-Pereyra
Gabriel N. Aviña-Martínez
Rosa Bertha Rubio-Graciano
Ana María García Montelongo
Jesús García Montelongo

INHIBICIÓN DE CRECIMIENTO DE LARVAS DE Culex quinquefasciatus CON EXTRACTOS DE SEMILLA DE Ricinus communis 1443
Rafael Pérez-Pacheco
Sabino Honorio Martínez-Tomás
Cesáreo Rodríguez-Hernández
Gustavo Ramírez-Valverde
Jesús Romero-Nápoles
Felipe de Jesús Ruiz-Espinoza
Miguel Ángel Ramos-López

USO DE EXTRACTOS VEGETALES EN EL CONTROL DE Tetranychus urticae, Lygus spp. Y Thrips spp. EN FRESA 1451
José Iván Coca-Santos
Alberto Margarito García-Munguía

EVALUACIÓN DE TRES ACEITES ESENCIALES CONTRA FUSARIUM SP. Y COLLETOTRICHUM SP. AISLADOS DE TOMATE DE CÁSCARA. 1459
Víctor Santiago-Santiago
Victoria Ayala-Escobar
Maribel Cano-Hernández
Verónica Reyes-García
José Hugo Castorena-García

EVALUACIÓN DE ACEITES ESENCIALES CONTRA Botrytiscinerea, AISLADO DE FRESA 1465
Victoria Ayala-Escobar
Víctor Santiago-Santiago
Cesáreo Rodríguez Hernández
José Hugo Castorena García

ACTIVIDAD DE ALCALOIDES DE SEMILLA DE Erythrina americana EN MOSCA BLANCA Trialeurodes vaporariorum 1470
José Luis Díaz- Nuñez
Ramón Marcos Soto-Hernández
Cesáreo Rodríguez-Hernández
Rubén San Miguel-Chávez

PLAGUICIDAS VEGETALES COMERCIALES RECOMENDADOS OFICIALMENTE EN MÉXICO 1478
Cesáreo Rodríguez-Hernández

MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS

CONOCIMIENTO Y TESTIMONIO DE LOS AGRICULTORES SOBRE LA DIVERSIDAD DE CULTIVOS Y LOS FACTORES CLIMÁTICOS EN LA REGION ORIENTE DE PUEBLA 1490
Ramón Díaz Ruiz
Juan Contreras Ramos
Miguel Angel Casiano Ventura

CARACTERISTICAS QUÍMICAS Y CULINARIAS DEL HABA EN GRANO SECO Y COCIDO 1498
María del Rosario Bernabé Salas
Celia Márquez Luna
Ramón Díaz Ruíz

LA CHIA MEXICANA (Salvia hispanica L.): SU HISTORIA E IMPORTANCIA COMO CULTIVO MUNDIAL 1504
Anacleto Sosa Baldivia
Guadalupe Ruiz Ibarra
Raúl Rene Robles de la Torre
Gerardo Gordillo Sobrino
Maneesh Sharma y Xiaozhong Liu

AGRO-INVERSIÓN TECNOLÓGICA MUNICIPAL, EXPERIENCIA PRODUCTIVA EN LA TRANSFERENCIA DE VARIEDADES DE FRIJOL SUSTENTABLES 1 1515
Francisco Javier Ugalde-Acosta
Rogelio Lépiz Idelfonso
Abelardo Viana Ruano y Simón Leyva-Vela

Juan A. Villanueva-Jiménez[1]
Noel Reyes-Pérez[2]
Marycruz Abato-Zárate[2]

Los agronegocios de hoy no se pueden considerar un negocio más. Son los negocios que están en mayor intimidad con el ser humano, con el aire, con el agua, con la tierra. Son los negocios que nos brindan los alimentos a la mesa de la mayoría de los mexicanos, y de millones de personas más allá de nuestras fronteras. Un negocio como éste tiene como obligación buscar el bien común, pues en el bien común logra su propio beneficio a corto, mediano y largo plazo. No es un asunto de marketing, es un asunto de sobrevivencia. Sobrevivencia si, del negocio, pero más importante, sobrevivencia de los participantes, del ecosistema y de los que reciben los alimentos y fibras que ahí se producen. Es por ello, que el concepto de sostenibilidad se ha vuelto indispensable en la agricultura (Fava Neves y Thomé y Castro, 2008).

La sostenibilidad en los sistemas agrícolas

El concepto de sostenibilidad busca como fin último la permanencia de la vida en el planeta tierra. Para lo cual se establece como principios el cuidado del medio ambiente, el manejo racional de los recursos naturales para la producción de bienes, en este caso alimentos y servicios, con equidad. Los recursos naturales como el agua, el suelo, los nutrientes, no deben ser considerados como inagotables; por el contrario, requieren de un tiempo y espacio para su renovación o regeneración (Quintero *et al.*, 2008). Como seres humanos que intervenimos los ecosistemas naturales, debemos ser sensibles y conscientes que toda acción causa un impacto en el ambiente y en la sociedad. La alimentación es una de las necesidades básicas de los seres vivos. Esto lo hemos aprovechado como humanidad, en todas las sociedades, lo que ha permitido nuestro desarrollo a través del establecimiento de agroecosistemas. Sin embargo, como parte de las complicadas redes tróficas que dan pie a la producción de alimentos, en la agricultura se presentan organismos plaga que invariablemente afectan la producción. Esta actividad se caracteriza por ser de alto riesgo e incertidumbre.

El concepto de plaga es fuertemente antropocéntrico, ya que las plagas compiten con los humanos por alimentos, fibras o refugio. Además, varias plagas son conocidas por ser vectores de patógenos causantes de enfermedades en los cultivos, en los animales domésticos, e inclusive en el ser humano que trabaja y vive de la agricultura (Flint y van de Bosch, 1981). Para FAO (2005), plaga es cualquier especie, raza, biotipo vegetal, animal o agente patógeno dañino para las plantas y/o productos vegetales, que pueden provocar enormes pérdidas en la producción de los cultivos, convirtiéndose en uno de los principales inconvenientes para los productores de muchos países sin importar las condiciones de desarrollo o subdesarrollo. Pero no todos los organismos catalogados como plagas son nocivos bajo todas las circunstancias (Barrera *et al*., 2008). Algunos daños mínimos pueden -y deberían- ser tolerados, como aquellos que no afectan sus condiciones nutricionales, porque son la diferencia entre la segunda o la tercera y la décima aplicación. Aquí el consumidor juega un papel importante, porque la mayoría de las veces su elección se basa en la búsqueda de “frutos perfectos” (Nicholls, 2008) en apariencia, en lugar de

[1] Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Programa en Agroecosistemas Tropicales. Veracruz, México. javj@colpos.mx
[2] Universidad Veracruzana, Campus Xalapa, Facultad de Ciencias Agrícolas. Xalapa, México. mabato@uv.mx; noreyes@uv.mx

decidir por productos generados en un sistema sustentable, que no perjudique la salud del consumidor.

A través del tiempo, en los agroecosistemas hemos buscado mayores ganancias económicas -y mayores satisfactores- con el uso de diferentes tecnologías para el control de estas plagas. Sin embargo, varias técnicas de control de plagas impactan al ambiente, dentro de las que sobresale la aplicación de plaguicidas. A mediados de la década de 1950, la Revolución Verde fue un movimiento que tuvo la encomienda de producir alimentos masivamente se propicia el uso de plaguicidas para el control de plagas sin conocer el efecto negativo sobre el ambiente y las implicaciones en trabajadores agrícolas obligándolos a buscar otras fuentes de empleo o a emigrar a las ciudades. Dicen que el hombre es el único animal que comete el mismo error innumerables veces. Esto también es cierto en el ámbito del combate de plagas. Andrews y Quezada (1989) han hecho una excelente descripción del síndrome del uso de plaguicidas, que relata las fases que se han repetido una y otra vez, en diferentes pueblos y países alrededor del mundo, cuando el control de plagas recae básicamente en el control químico. La quinta fase la llaman la de “desastre”. Después de hacer una espiral de aumento en el número y volumen utilizado, el uso de plaguicidas propicia el incremento de los costos de producción hasta perder rentabilidad y lograr el abandono de los cultivos, aunado a múltiples efectos indeseables en el ambiente, que pueden costar una cuarta parte o más de los beneficios económicos directos que aporta, aunque los costos acumulativos ambientales pueden ser tan altos como el valor de los plaguicidas (Pimentel, 2005). Eso ha sucedido en Texas, Tamaulipas, Sinaloa, la Laguna, Chiapas, Michoacán, Perú, por poner algunos ejemplos en algodón, hortalizas y papa (Cisneros, 1995). Y lo peor es que ahora mismo, está sucediendo en algún parte del mundo, muy probablemente cerca de nosotros.

Y es aquí donde la sostenibilidad debe ampliar sus fronteras, pues no solo es la cantidad de alimento, sus nutrientes, sino la calidad de los mismos, los que no se ven, los que lo hacen inocuo o le aportan un valor adicional por apoyar sistemas de producción más justos, más preocupados por el ambiente, por el consumidor y por el productor.

El Manejo Integrado de Plagas

El concepto de Manejo integrado de Plagas tiene su origen en California, en el concepto de control integrado de plagas propuesto por Stern, Smith, Van den Bosch y Hagen en 1959, donde precisan una serie de preceptos bastante maduros, para iniciar la interacción entre el creciente y avasallante control químico -que tuvo un boom formidable posterior a la segunda guerra mundial- y el control biológico, bandera enarbolada desde el siglo XIX por la Universidad de California. Es en la década de 1970 donde el concepto evoluciona al de Manejo Integrado de Plagas, que se plantea como una solución a la aplicación desmedida de plaguicidas para el control de organismos que afectan o merman la producción o su calidad. Con el paso del tiempo, los plaguicidas han perdido efectividad debido al desarrollo de resistencia por los organismos plaga y por eliminación de sus enemigos naturales. También han sido la causa de deterioro ambiental por la contaminación de los mantos freáticos; de daños a los trabajadores agrícolas y a los consumidores por la exposición a sus residuos. El concepto de MIP tiene bases filosóficas y principios ecológicos que indican que las poblaciones pueden autorregularse para evitar la explosión demográfica de una especie. Esto a través de organismos de control como los depredadores, parasitoides y patógenos que existen en todo ecosistema (Romero, 2004).

¿El MIP promueve agroecosistemas sustentables?

Diferentes autores han plasmado su concepto sobre Manejo integrado, varios de los que a continuación presentamos. De acuerdo a Frank (1981), consiste en la selección, integración e

implementación de tácticas de manejo de organismos dañinos con un enfoque de sistemas, tomando de antemano como base las consecuencias socioeconómicas y ecológicas. Para Norris *et al*. (2003), el MIP es un sistema de ayuda a la toma de decisiones para seleccionar y usar tácticas de control de plagas, solas o coordinadas con armonía, basadas en un análisis de costo-beneficio, que toma en cuenta los intereses de los productores y la sociedad, y el impacto sobre el ambiente. De acuerdo a Bottrell, (1979) los problemas de plagas no deben visualizarse de manera aislada, debe hacerse un reconocimiento de las plagas clave, el control natural debe ser reconocido y aprovechado, el cultivo debe ser el elemento o eje integrador y el manejo debe basarse en el uso de niveles críticos de las poblaciones plaga. Por su parte, en México Téliz (2000) opina que el manejo integrado es un conjunto de acciones y decisiones fundamentadas en datos sistematizados de la planta, del clima y de los factores que influyen en la productividad y comercialización del fruto. De acuerdo a Barrera *et al*. (2008), los objetivos del MIP son reducir el nivel de densidad poblacional de los organismos plaga para que sus daños disminuyan y también los costos de protección y los efectos indeseables de las acciones de control principalmente de los plaguicidas. El término “manejo” involucra la manipulación de la plaga, de la planta y del ambiente, lo que conlleva a la sustentabilidad. El MIP es un sistema que integra diferentes tácticas de control que seleccionan los productores de acuerdo a su toma de decisiones según sus condiciones locales y el tipo de plaga, busca usar las tácticas de control basadas en un análisis de costo-beneficio que toma en cuenta los intereses de los productores y la sociedad y el impacto sobre el ambiente.

Según Barrera *et al.* (2008), el MIP tiene como base el control natural por ser sustentable, en combinación con el control cultural, el control genético (uso de plantas resistentes), el control etológico (la técnica del insecto estéril [TIE] y el uso de semioquímicos), el control biológico (uso de depredadores, parasitoides y patógenos) y el uso del control legal que incluye el uso de medidas cuarentenarias que mitigan el riesgo de entrada de plagas a zonas libres; y como última opción el control químico. Estos autores indican que el éxito del MIP depende de la coordinación entre los agricultores con los demás actores involucrados en el control de plagas.

Es en esta última parte del MIP, donde se encuentra la similitud con el Desarrollo Rural Integral (Herrera, 2013), estrategia que abarca aspectos socioeconómicos, técnico productivos, culturales, formativos y de organización. Para Herrera, es urgente la presencia de profesionales del medio rural con un enfoque multidisciplinario. En México en el ámbito del manejo de plagas, la cabeza de sector es la Dirección General de Sanidad Vegetal, que es apoyada en los Estados por organismos auxiliares como los Comités Estatales y las Juntas Locales de Sanidad Vegetal. Estos organismos tienen especialistas preparados para implementar las medidas legales y su correcta aplicación en el control de plagas reguladas. Sin embargo, su formación fitosanitaria les impide contar con las herramientas interdisciplinarias indispensables para el desarrollo rural sustentable. Esto crea la necesidad de ampliar la formación de estos especialistas en ámbitos del desarrollo rural.

En la actualidad, en México existen otras corrientes o pensamientos que de igual manera buscan formas de manejo de plagas más amigables con el ambiente. Dentro de ellas está el Manejo Agroecológico de Plagas (MAP), que incorpora una visión integradora y holística del agroecosistema (Bahena, 2015), inmerso en los diferentes niveles, tanto local, regional, como global. Bahena indica que el MAP busca la restauración de la biodiversidad funcional para reactivar el control biológico, con el apoyo de diversas tácticas de control milenarias, como asociaciones y rotaciones de cultivo, manejo de arvenses, prácticas culturales, trampas de diferentes tipos, uso de semioquímicos y de extractos botánicos, entre otros.

Otro concepto es el Manejo Holístico de plagas (MHP) (Barrera, 2007), concebido como un sistema regional participativo de manejo de plagas, dirigido al bienestar de la población a través

de procesos y productos inocuos y de calidad para el autoconsumo, además de ser competitivos con el mercado, procesos generados a partir de sistemas integrales de producción, manejados bajo una estrategia que primero atiende las causas que provocan los brotes poblacionales de organismos asociados, y después recurre a métodos y tácticas que minimizan los costos económicos, ambientales y sociales derivados de la acción y manejo de estos organismos.

De ahí la importancia de considerar todas las estrategias ecológicas para el manejo de las plagas con un enfoque de sistemas que considera a los agroecosistemas y a los ecosistemas urbanos en interacción. Los agroecosistemas generan servicios ambientales y energéticos para el funcionamiento de los sistemas urbanos, por lo que deben recibir pago justo por ello, a partir de lo que se genere en los sistemas urbanos.

Altieri y Nichols (2000) indican que los agroecosistemas deben mejorar en lo económico, lo social y lo ecológico. Sin embargo, la actividad agrícola depende de políticas que, según Chaparro y Rivera (2000), permiten hacer competitivo al sector agrícola, unido al objetivo también político, de mejorar las condiciones de vida de la población, incluyendo su capacidad económica, procesos sociales y culturales. Sin embargo, no todas las acciones en aras de la competitividad del campo han resultado en beneficios para la sociedad rural, ni garantizan un desarrollo equitativo a largo plazo y que implique una mejora del ambiente. Esto ha forzado al país a voltear hacia el desarrollo rural sustentable.

Como trabajar en pro del desarrollo sustentable, se necesita conocer la situación de los principales actores, los productores. De acuerdo a la FAO (Urquía, 2013), en México existen diferentes tipos de productores clasificados como unidades económicas rurales, según los ingresos que obtienen por sus ventas:

Unidad económica rural de subsistencia (UER), que solo producen para el autoconsumo. Son 1,192,029 productores (22.4%), los que no entran al mercado.
UER familiar de subsistencia con vinculación al mercado, que aportan en ventas 7.5% de las ventas. Este estrato es el más elevado, consta de 2.7 millones de productores, arriba de 50% del total, con ingresos por debajo de la línea de pobreza.
UER en transición, son casi 445 mil productores que representan 8.3% de los productores y que aportan en ventas el 5.3%.
UER empresarial con rentabilidad frágil. Son más de 500 mil productores, representan el 9.9% del total y aporta en ventas el 13%.
UER pujante. Son casi 450 mil productores, representan 8.4% del total y aportan 13% de las ventas.
UER empresarial dinámico. Son 17,600 productores que representan 0.3% del total y aportan 33% de las ventas. Así, 0.34% de los productores aporta 1/3 de todas las ventas del agro en México. Muchos de estos productores usufructúan grandes superficies de terreno y tienen a su alcance tecnología. Por ello, resulta obvio que en términos de sostenibilidad, no se puede cumplir con el atributo de la equidad, ya que esta UER representan a la minoría (Villanueva y López, 2016).

Para entender el papel del MIP en los procesos de desarrollo rural sustentable (DRS), es preciso acudir a algunos conceptos. La Ley de Desarrollo Rural Sustentable (Congreso de la Unión, 2007) define al DRS como “el mejoramiento integral del bienestar social de la población y de las actividades económicas, en el territorio comprendido fuera de los núcleos considerados urbanos de acuerdo con las disposiciones aplicables, asegurando la conservación permanente de los recursos naturales, la biodiversidad y los servicios ambientales de dicho territorio”. Este concepto está acorde al consenso mundial que busca nuevas estrategias de desarrollo para asegurar una producción estable de alimentos y productos, preservando la calidad ambiental (Altieri y Nicholls,

2007). Sin embargo, los países en desarrollo no siempre son libres para determinar sus políticas comerciales; el devenir de las políticas macroeconómicas neoliberales afecta a productores y consumidores, lo que a su vez está afectando necesariamente al ambiente a nivel mundial (Díaz y López, 2006). En línea con la filosofía del acuerdo de Río (ONU, 1992), la única forma de revertir los procesos de deterioro ambiental, asociados al cambio climático es la acción local: "pensar globalmente y actuar localmente". En este contexto, el rol del Gobierno Mexicano ha cambiado hacia alentar las acciones que impulsen el desarrollo rural sustentable (Chaparro y Rivera, 2000). En México, la Ley de DRS fue promulgada para propiciar las condiciones para que el gobierno y los sectores involucrados lleven a cabo acciones que provoquen dicho desarrollo, basado en la participación de la sociedad. Sin embargo, en un medio donde el uso de los recursos naturales, la cultura y la pobreza tienen interacciones complejas, las acciones individuales de los productores del sector son insuficientes para provocar el desarrollo y por supuesto está lejos de tomar en cuenta el manejo sustentable del sistema. Por ello, la apuesta se centra en la asociación de medianos y pequeños productores, para lograr productividad suficiente que les permita acceso a mercados nacionales e internacionales, con el cumplimiento de las normatividades de calidad que estos exigen, y sin menosprecio del cuidado de los recursos explotados (García, 2007). No se habla de cooperativismo, sino de asociacionismo. Un ejemplo de este actúa, lo vemos en las propuestas de actuación conjunta entre productores citrícolas para el combate de enfermedades graves, como el Huanglongbing.

Nosotros hemos acuñado el concepto de "protección de agroecosistemas", que aquí presentamos y que considera todas las decisiones racionalizadas y traducidas en acciones (y no acciones) de carácter económico, legal, social y tecnológico, orientadas a mantener y mejorar el funcionamiento de las unidades productivas del campo, especialmente en sus aspectos sanitarios. En este enfoque se procura el menor deterioro posible de los recursos naturales, teniendo como primer beneficiario al productor y consecuentemente al resto de los sectores de la sociedad involucrados. Estas decisiones requieren de la participación activa e incluyente de los diferentes sectores involucrados en la producción, distribución, transporte, comercialización y consumo de los productos. En este sentido el agricultor juega un rol importante pues es quien decide de acuerdo a sus aspiraciones y necesidades sociales y económicas como manejar el agroecosistema. En algunos casos se ve atraído por empresas que le llevan atractivas ofertas a cambio de implementar el manejo que la empresa decide caso caña de azúcar y producción de papas. En otros casos el propio productor decide sobre el manejo de sus problemas fitosanitarios, sin embargo, suele ser movido por sus necesidades económicas que a su vez son influenciadas por las exigencias del mercado que suelen exigir productos con buena apariencia.

De acuerdo a Altieri (1999) el desarrollo (rural) es un proceso coevolucionista entre el sistema social y el sistema ambiental. Considera el sistema social integrado por sistemas de conocimientos, valores tecnológicos y organizacionales que interactúan entre sí ejerciendo una presión selectiva en la evolución de los otros. Mediante la presión selectiva sobre cada uno, todos coevolucionan en conjunto. Por ejemplo, dentro del sistema de conocimiento se llevan a cabo innovaciones deliberadas, hallazgos fortuitos y casi nunca se realizan experimentos. El hecho de que estos nuevos aportes de conocimiento comprueben que son aptos y sean conservados o no, depende de las influencias selectivas de los valores, la organización, la tecnología y el medio ambiente. De esta manera todo se conecta, aunque todo está cambiando constantemente. La sustentabilidad se define a partir de los atributos generales de los agroecosistemas: 1) Productividad 2) Estabilidad, confiablidad y resilencia; 3) adaptabilidad; 4) equidad y 5) autodependencia. Se definen puntos críticos y fortalezas y debilidades para la sustentabilidad del sistema de manejo, relacionado con tres áreas de evaluación: ambiental, social y económica (Masera *et al*., 2000).

Existen casos donde el MIP ha generado unas serie de acciones y eventos que han llevado al mejoramiento del agroecosistema en diferentes formas, sea en su parte natural, económica, política o tecnológica. Sin embargo, creemos que el MIP, en sí mismo, no genera desarrollo. Deben de estar dadas las condiciones sociales y ecnómicas para que la parte tecnológica del manejode plagas pueda surgir como el factor limitante a destrabar. A continuación se señalan algunos casos donde el MIP ha influido positivamente para la mejora de los agroecosistemas:

El aguacate: desarrollo a partir de vencer barreras sanitarias

Este cultivo milenario de origen mexicano es muy aceptado por su sabor. Desde la época colonial fue introducido a otros países americanos y a Europa. En 1911, la primera agroindustria de aguacate logra exportar aguacate variedad Fuerte al estado de California, EUA, sin embargo, debido a la presencia de algunas especies no conocidas en California, se establece una cuarentena al producto mexicano en 1914. Lo anterior motivo la expansión del cultivo y mejora continua del sistema de producción. Con la adopción de técnicas de propagación, la variedad Fuerte se establece en las primeras huertas en México. En la década de 1950 el Ingeniero Salvador Sánchez Colín introduce variedades y selecciona materiales locales en Ixtapa de la Sal, Edo. de México. Con todo esto se da un fuerte impulso a la producción de aguacate en México y los agricultores trabajan de manera organizada. En 1970 se crea la Comisión Nacional de Fruticultura que impulsa el establecimiento de huertos de aguacate en toda la República; a mediados de la década de 1970 la superficie y la producción creció y los productores se vieron obligados a buscar nuevos mercados, instando al Gobierno Mexicano a revisar la situación de la cuarentena en el mercado estadounidense. En la década de 1980 la superficie se incrementa a 99,530 ha y la producción a 766,404 ton. Los productores mexicanos de aguacate inician la venta del fruto a algunos países europeos. También es creado el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México (CICTAMEX) (Sánchez-Colin *et al*., 1998). El paso que dieron los productores y empacadores exportadores para entrar a un mercado existente y mejorar sus condiciones e ingresos, fue promovida en primera instancia por la necesidad de cumplir con las exigencias fitosanitarias que impone el mercado destino, lo cual no se habría logrado sin el trabajo en equipo, tanto de productores y empacadores exportadores, como de autoridades gubernamentales. Las medidas de protección de los agroecosistemas aguacateros se dieron bajo la investigación científica de la biología y daños de las especies presentes en el aguacatero en las distintas regiones del país, la implementación de campañas fitosanitarias, declaratorias de zonas libres de plagas, así como de todas las acciones derivadas. Con la liberación de la cuarentena, el cultivo de aguacate permitió un mayor desarrollo en las zonas productoras, principalmente de Michoacán y el Estado de México.

El papayo y el virus de la mancha anular: desarrollo e incierto futuro

La papaya fue hasta la década de 1990, un cultivo de importancia local en México, pero de escasa trascendencia nacional, debido a que existía poca tecnificación para su producción, llegando a ser en algunos casos un cultivo de traspatio. Resalta que este era uno de los pocos cultivos que aportaban ingresos semanales a zonas deprimidas del trópico seco Veracruzano (Vargas, 1996). La llegada de la variedad Maradol fue una propuesta de las áreas de investigación y comerciales, cuyas características organolépticas, de anaquel y de productividad respondían a las exigencias de un mercado creciente, que hicieron el cultivo más rentable, pero exigía un aumento en el uso de insumos (Mirafuentes y Azpeitia, 2008). Con el crecimiento de la superficie sembrada, se presentó la problemática típica de los monocutivos, incrementando el impacto de las plagas. El virus de la mancha anular del papayo (papaya ring spot virus o PRSV-p) se convirtió en la plaga de mayor importancia (Guillén, 2000). Los esfuerzos de la investigación se centraron en gran medida en el manejo de este virus y en la trasferencia de esta tecnología, como los trabajos llevados a cabo por el Grupo Interdisciplinario del Papayo (GIP, 1994, 1995, 1996). Los diferentes

resultados obtenidos por el GIP implementando el manejo del papayo, lograron avances que se reflejaron en un incremento del rendimiento del 50% (Villanueva, 2007). De manera simultánea, los productores fueron adaptando tecnologías productivas, como es el caso del uso del riego por goteo con el uso de fertilización continua de micro y macro nutrientes, así como de nutrientes de origen orgánico. La situación socio-económica de la zona fue cambiando. En el municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, Gallardo-López *et al*. (2002) el cultivo del papayo se convirtió en una actividad agrícola relevante, influenciada por la superficie y los recursos de que dispone el productor de forma individual. Poco a poco se convirtió en una actividad empresarial, alejado ya de los objetivos de autoconsumo. Sin embargo, la generación de capital social a partir del papayo a nivel regional y nacional ha sido escasa. La problemática fitosanitaria ha podido resolverse desde la perspectiva de mercado, con participación de compañías que venden el germoplasma que promueven paquetes tecnológicos sólidos, adaptando información generada en centros de investigación (INIFAP y el Colegio de Postgraduados, entre otros), así como información generada en parcelas por sus propios clientes. Participamos en el grupo de investigación Interdisciplinario que propuso y evaluó varias alternativas para disminuir las mermas causadas por el virus; resultando la opción de alta densidad de plantas por hectárea y el raleo de plantas enfermas como las tácticas mejor adoptada por los productores combinada con la selección de fechas de siembra y variedades con tallo morado. Este camino tiene varias ventajas y desventajas. En el pasado, cultivos como algodón han vivido este tipo de procesos, donde las iniciativas fitosanitarias impulsadas por compañías de agroquímicos y de germoplasma fueron tan caóticas, que no buscaban el orden, sino la venta a ultranza de sus productos. Lo anterior hizo que zonas productoras enteras tuvieran que ser abandonadas, tanto por problemas con resistencia de plagas, como por problemas de nuevas plagas y enfermedades imposibles de controlar, excesivos costos de producción por insumos fitosanitarios y comercialización individualizada. Esperamos que no se vuelva la historia del papayo, ya que aun tiene el reto de hacer sustentable el manejo de muchos de sus problemas fitosanitarios.

Manejo de las plagas de los cítricos: entre problemas sociales y biológicos

De igual manera, los cítricos presentan varias plagas insectiles y patogénicas de importancia cuarentenaria, como el caso de las moscas de la fruta. el virus de la tristeza de los cítricos (VTC) y hoy en día el Huanglongbing. En el caso particular de las moscas de la fruta (*Anastrepha ludens*, principalmente), se ha invertido una enorme cantidad de recursos en las campañas fitosanitarias y en investigación. Una de las posibles razones de esta gran inversión se ha debido a que ésta es una plaga de importancia cuarentenaria también para EUA, vecinos que presionan al Gobierno Mexicano a impedir que estas plagas se introduzcan en su territorio. Algunos estados como Sonora, han logrado pasar de zonas bajo control a zonas libres de moscas de la fruta, lo que ha facilitado la exportación de la fruta; sin embargo en otros casos esto no ha sido posible. Veamos el caso de Veracruz.

Los cítricos son de los cultivos más importantes por la superficie sembrada, su volumen de producción y los ingresos que generan; se encuentran en 22 estados de la República (SAGARPA). Veracruz es el principal productor de naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osb.), tanto por la enorme superficie sembrada, como por las condiciones ambientales. A pesar de producir grandes volúmenes, estos deben quedarse en el mercado nacional y local, debido a que no se han podido establecer zonas libres de mosca de la fruta. Este reto se hace más difícil por la gran diversidad de especies de este género, así como de gran cantidad de hospederos alternos que existen en el estado. Sin embargo, creemos que todo ello podría salvarse si se tuvieran organizaciones de productores con vocación técnica consolidada, que promovieran una visión más empresarial o cooperativa en los productores (CONCITVER, 2009). La historia de la citricultura en Veracruz es larga, y con diversos intentos por asociar regionalmente a productores.

La lima Persa (*Citrus aurantifolia* T.) producida en México ha logrado posicionarse en el mercado internacional. Esto ha sido gracias a que no es una planta hospedera de moscas de la fruta. Sin esta tranca fitosanitaria, la organización para la exportación ha sido relativamente más expedita. Actualmente empacadoras de la zona centro de estado de Veracruz llevan lima Persa de las zonas productoras de Cuitláhuac y Martínez de la Torre hacia EUA y Japón, y su cultivo poco a poco se extiende a estados como Sinaloa, Jalisco, Michoacán, entre otros. También en el caso de limón Mexicano, Colima ha logrado una industria de gran dinámica transnacional en el Valle de Tecomán, aunque basada en pocos productores y empacadores exportadores (Merchand, 2005). Toda esta zona, ha sido reducida al 50% por la bacteria que ocasiona el HLB, aunque gracias a la acción de los investigadores y a la presencia de organizaciones técnicas lideradas por productores interesados, se ha mantenido el cultivo con rentabilidad hasta el día de hoy.

La zona citrícola de Nuevo León es un caso donde los productores, han alcanzado el nivel de organización necesaria para vencer retos. Han logrado el estatus fitosanitario de estado libre de moscas de la fruta, se reconoce como una zona de éxito en la reconversión del patrón agrio anteriormente presente en la mayoría de las huertas, a patrones tolerantes a virus de la tristeza de los cítricos (CTV). Además, establecieron una serie de variedades de naranja, cuyas características satisfacen la demanda del mercado internacional. Y el HLB aun no es un problema grave. Así, es notable que el éxito en la citricultura se ha presentado en aquellas regiones donde se han consolidado organizaciones en torno a actividades fitosanitarias.

Actualmente México está viviendo la amenaza del Huanglongbing, una bacteria (*Candidatus liberobacter* sp. Jagoueix) que ha sido localizada en cítricos de traspatio en la península de Yucatán. Su vector, el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama) entró al país desde 2005 y ya se encuentra distribuido en todas las zonas citrícolas y en rutáceas de traspatio del país. El riesgo potencial es altísimo, por lo que se teme que afecte la citricultura nacional de forma pandémica. La posible e inminente entrada de las plagas de importancia cuarentenaria, representa una seria amenaza para la citricultura mexicana. Afrontar esta amenaza desencadenará gran actividad fitosanitaria que requerirá del trabajo conjunto de productores y del gobierno en todos sus niveles. Esta amenaza puede ser una gran oportunidad de fomentar el capital social al formar y/o fortalecer organizaciones de productores en aquellas regiones donde no se han consolidado. Los grandes retos que debe afrontar la citricultura nacional son, de acuerdo a Almaguer (2009), producir con un mayor enfoque a las necesidades del mercado, inocuidad con residuos de plaguicidas tendientes a cero, diferenciación de la agricultura orgánica, criterios éticos de producción, certificación y trazabilidad, más calidad a menor precio.

Además, debemos promover una alimentación consciente y responsable, que involucra o motiva al consumidor a conocer la cadena productiva de alimentos, fibras y otros servicios y a ser socialmente sensibles a los derechos de los trabajadores agrícolas dados los beneficios de una agricultura sana.

Conclusiones

Tanto el MIP como el MAP, contribuyen al desarrollo porque buscan el manejo de las especies plaga y no su eliminación. Priorizan el control natural y adaptan el uso sistematizado de diferentes tácticas de control. Lo anterior conlleva a minimizar el uso de plaguicidas de origen sintético y a mejorar la calidad de los productos. Otro punto de convergencia es la conservación de recursos naturales sin dejar de tomar en cuenta los aspectos socio-económicos que rodean al agroecosistema.

En este contexto la implementación de medidas para el manejo de plagas en algunos cultivos, ha sido el detonante del desarrollo en dichos agroecosistemas; sin embargo, esto se potencializa

cuando entran en acción todos los sectores del sistema productivo y se toma en cuenta necesidades y atributos; así, las medidas de manejo de la plaga van más allá, derivando en acciones a mayor escala. En este proceso es importante la organización de productores y la participación tanto de sectores del sistema productivo como la del gobierno en sus diferentes niveles.

De ahí la importancia actual de considerar todas las estrategias ecológicas para el manejo de las plagas con un enfoque de sistemas que considera a los agroecosistemas y a los ecosistemas urbanos en interacción donde los primeros generan servicios ambientales y energéticos para el funcionamiento de los sistemas urbanos por lo que deben recibir pago justo por ello de los sistemas urbanos. Promover la conciencia social y política para pasar a la toma de acciones que generen agroecosistemas sustentables involucrando a toda la sociedad.

Literatura Citada

Almaguer, V.G. 2009. Organización y rentabilidad de la citricultura. En: Tercera Semana internacional de la citricultura. CEDEFRUT. Martínez de la Torre, Ver. Nov. 2009.

Altieri, M. A. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan–Comunidad. 339 pp.

Altieri, M.; Nicholls, C.I. 2000. Agroecología Teoría y Práctica para una Agricultura Sustentable. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. 1ª ed. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. D.F., México. 250 p.

Altieri, M.; Nicholls, C.I. 2007. Biodiversidad y Manejo de Plagas en Agroecosistemas. Icaria Editorial S.A. Barcelona. 249 p.

Andrews, K.L.; Quezada, J.R. 1989. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras, Centroamérica. 623 p.

Bahena J., F. 2015. Manejo agroecológico de plagas para una agricultura sostenible. Apuntes del III Curso Nacional de Agricultura Sostenible. 23 y 24 de noviembre de 2015. Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible. Aguascalientes, México. 25 p.

Vargas G., A.B. 1996. El agroecosistema papayo en la parte central de Veracruz: Limitantes y perspectivas. Tesis de Maestría en Agroecosistemas Tropicales. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Instituto de Recursos Naturales. Mpio. Manlio F. Altamirano, Veracruz, México. 144 p.

Barrera, J.F. 2007. Manejo holístico de plagas: más allá del MIP. XXX Congreso Nacional de Control Biológico-Simposio del IOBC, Noviembre 2007. Mérida, Yucatán. 18 p. También en: Boletín PROMECAFÉ 118 (enero-marzo, 2009): 6-15.

Barrera, J.F., Toledo, J.; Infante, F. 2008. Manejo integrado de plagas: conceptos y estrategias. *In:* Toledo, J.; Infante, F. (eds). Manejo Integrado de Plagas. Editorial Trillas, México. 327 p.

Bottrell, D.G. 1979. Integrated Pest Management. President´s Council on Environmental Quality. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C. 120 p.

Cisneros V., F.H. 1995. Control de Plagas Agrícolas. 2ª ed. AGCIS Electronics. La Molina, Perú. 310 p.

Congreso de la Unión. 2007. Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Modificación 2 de febrero de 2007. Diario Oficial de la Federación 2 de febrero de 2007.

CONCITVER. 2009. Sistema producto cítricos. Consejo Estatal Citrícola A. C. Veracruz, Concitver. En línea: http://www.concitver.com/9Sistemas_producto_citricos.html. Consultado 12 de octubre de 2009

Chaparro A., O.; Rivera S., B. 2000. Paradigmas del Desarrollo Agropecuario. Serie Proyecto Ágora, Fundación Kellogg. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal; INC. Santo Domingo, República Dominicana.112 pp.

Díaz M., K.; López B., Z. 2006. La globalización neoliberal y los problemas medio ambientales. III Conferencia Internacional La obra de Carlos Marx y los desafíos del Siglo XXI. 3-6 mayo 2006. La Habana, Cuba. 5 p.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2005. Glosario de Términos Fitosanitarios. Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. FAO. Roma. Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF) 5: 43-65.

Fava Neves, M.; Thomé y Castro, L. 2008. Agronegocio y desarrollo Sustentable. Agroalimentaria, 14(27): 43-53.

Flint, L. M.; van den Bosch, R. 1981. Introduction to integrated Pest Management.

Frank, J.R. 1981. Integrated pest management -present and future- introduction to the symposium. HortScience 16(4): 500.

Gallardo-López, F.; Riestra-Díaz, D.; Aluja-Schunemann, A.; Martínez-Dávila, J.P. 2002. Factores que determinan la diversidad agrícola y los propósitos de producción en los agroecosistemas del municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México. Agrociencia 36(4): 495-502.

García T., C. 2007. A diez años de distancia. Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de Michoacán (APEAM). Revista APEAM 3(16):13-24.

GIP (Grupo Interdisciplinario del Papayo: Andrade, H.; Ávila, C.; García, E.; Mora, A.; Nieto, D.; Téliz, D.; Villanueva, J.). 1994. La mancha anular del papayo en Veracruz, México y su manejo integrado. pp. 87-92. *In:* Memoria de la Séptima Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz. INIFAP. Veracruz, México. 289 p.

GIP (Grupo Interdisciplinario del papayo: Flores R., C.; García, E.; Nieto, A.; Téliz O., D.; Villanueva J., J.A.) 1995. Integrated management of papaya in México. Acta Horticulturae 370: 151-158.

GIP (Grupo Interdisciplinario de Papayo: Avila, C.; Garcia, E.; Guillen, D.; Lopez, J.; Martínez, J.; Mora, A.; Riestra, D.; Rosas, H.; Téliz, D.). 1996. El desarrollo agrícola en el municipio de Paso de Ovejas: Una experiencia en transferencia de tecnología MIP. pp. 87-92. *In:* Novena Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz. INIFAP. 11 de Diciembre de 1996. Veracruz, México.

Guillén S., D. 2000. Plagas y Enfermedades del papayo. pp. 46-53. *In:* Fuentes D., G., y Castillo P, G. (eds). Fitosanidad de Cultivos Tropicales. Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. México.

Herrera, T.F. 2013. Enfoques y políticas del Desarrollo rural en México. Una revisión de su construcción institucional. Gestión y Política Pública 22:131-159.

Masera, O.; Astier, M.; López-Ridaura. 2000. Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. Ed. Mundi-Prensa. México. 109 p.

Merchand M., A. 2005. Dinámica transnacional de la agroindustria del limón y su hinterland agrícola en el Valle de Tecomán. Análisis Económico 22:215-248.

Mirafuentes H., F., Azpeitia M., A. 2008. "Azteca", primer híbrido de papaya para el trópico de México. Revista Fitotecnia Mexicana 31:291-293.

Nicholls E., C.I. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Ed. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 282 p.

Norris, R.F.; Caswell Chen, E.P.; Kogan, M. 2003. Concepts in Integrated Pest Management. Prentice Hall. New Jersey. 586 p.

ONU. 1992. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. Río de Janeiro. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Junio 1992.

Pimentel, D. 2005. Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. Environment, Development and Sustainability 7:229-252.

Quintero, S.M.L.; Fonseca, H.C.; Garrido, S.J.F y 2008. Revisión de las corrientes teóricas sobre el medio ambiente y los recursos naturales. Revista Digital Universitaria. 9:1067-6079.

Romero R., F. 2004. Manejo Integrado de Plagas: las Bases, los Conceptos, su Mercantilización. Universidad Autónoma Chapingo-Colegio de Postgraduados. Editorial Felipe Romero R. Tezcoco, México. 103 p.

Sánchez-Colín, S.; Mijares Oviedo, P.; López-López, L.; Barrientos-Priego, A.F. 1998. Historia del Aguacate en México. En línea: http://www.avocadosource.com/journals/cictamex/cictamex_1998-2001/CICTAMEX_1998-2001_PG_171-187.pdf

Stern, V.M.; Smith, R.F.; Van den Bosch, R.; Hagen, K.S. 1959. The integrated control concept. Hilgardia 29:81-101.

Téliz, D. 2000. El Aguacate y su Manejo Integrado. Editorial Mundi Prensa, México. 231 p.

Urquía, 2013. La situación de pobreza alimentaria en México y en el Mundo. pp. 59-71. *In:* Seguridad y Soberanía Alimentaria. Congreso Nacional de Políticas Públicas para el Campo. 8-9 de abril, 2013. Instituto Belisario Domínguez. Senado de la República, LXII Legislatura. México. 832 p.

Villanueva J., J.A. 2007. En papayo, estado del arte de la investigación y la transferencia de tecnología. Parte 1 de 2. Agroentorno 87:19-22.

Villanueva, J.A.; López M., G. 2016. Capítulo 11. Situación actual de la agricultura sostenible en México. pp. 173-196. *In:* De la Isla de Bauer, M.L. (comp.) Producción de Alimentos en Casa: Agricultura Urbana y Periurbana. Comité de Acción para el Saneamiento Ambiental, A.C.

BIOTECNOLOGÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE: QUIMERA O REALIDAD

Trujillo I

Dra. Iselen Esther Trujillo Díaz

Universidad Nacional Experimental “Simón Rodríguez” Venezuela. Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos (IDECYT). Centro de Estudios para el Desarrollo Agroecológico Tropical (CEDAT).Laboratorio de Biotecnología Agrícola. Email: iselen03@yahoo.com

Los diferentes pueblos y culturas han usado, manejado y procesado plantas, animales y microorganismos, o parte de ellos y sus derivados para la obtención de productos utilizados en la alimentación, medicina y otros usos.

En los tiempos actuales, la característica principal es la generación de tecnologías intensivas en conocimiento científico y su expresión en nuevas tecnologías, que lideran la formación de un nuevo frente tecnológico. Se plantea la aplicación de diversas investigaciones que puedan trasladarse rápidamente al campo, y que del diagnóstico situacional de éste, se reorienten hacia una aplicación más práctica.

Las ventajas competitivas de que pueden disponer ciertas regiones se consiguen aplicando el conocimiento científico sobre los recursos naturales convertidos en tecnología de punta. Los países que cuentan con mayor capacidad científica tienen mejores condiciones para aprovechar los recursos naturales y con ello, producir nuevos productos o desarrollar nuevas formas de producción convencionales, de manera que resultan más rentables debido a su mejor calidad y funcionalidad o menores costos de producción en su fabricación.

Actualmente, el ser humano ha visto la necesidad de hacer cambios para mejorar y optimizar los procesos de producción y distribución de alimentos, a través de un modelo conservacionista, lo cual ha conllevado cambios en las prácticas agrícolas que se implementaban hace dos décadas, sin embargo, todavía existe la utilización de métodos convencionales que generan deterioro ambiental.

Los países subdesarrollados, han tenido dificultades para implementar una agricultura sustentable a través de un enfoque agroecológico, debido a los bajos presupuestos asignados en investigación, lo que genera una amenaza, porque no se garantiza el acompañamiento técnico a los pequeños y medianos productores.

En cuanto al acompañamiento de pequeños y medianos productores, el compromiso que tienen los investigadores se resume en tener la capacidad de traducir los conocimientos adquiridos en la academia, para realizar innovaciones agrícolas con los pequeños y medianos productores, a fin de garantizar la soberanía alimentaria de un país. Al respecto, la FAO y el Banco Mundial lanzaron el concepto de “Sistema de conocimiento y de información agrícola para el desarrollo rural”, que tiene como misión relacionar y conectar individuos e instituciones para promover el aprendizaje mutuo y generar tecnologías relacionadas con la agricultura, en la que se contempla la integración de la educación, investigación y extensión (FAO, 2000).

En la actualidad, se ha planteado el concepto de innovación tecnológica, como la interacción exitosa de tecnologías y prácticas, adquiridas por nuevos conocimientos y esquemas mentales, que conlleva a nuevas formas de organización social, entre los cuales destacan los sectores de mercado, ambiente, políticas y marco regulatorio, y ciencia y tecnología.

Agroecosistemas y Agroecologia

El concepto de agroecosistema como unidad de análisis, alude a la articulación que en ellos presentan los seres humanos con el ecosistema: agua, suelo, energía solar, especies vegetales y animales, etc., los cuales constituyen un conjunto en el que los organismos, los flujos energéticos y los flujos biogeoquímicos se interrelacionan mediante múltiples procesos que se hayan en equilibrio inestable. Los agroecosistemas son entidades capaces de automantenerse,

autoregularse y autorepararse. Sin embargo, la Agroecología no abarca solamente el estudio de los agroecosistemas desde el punto de vista biofísico, sino que también permite ver la relación holística, sistémica y entrópica que define, clasifica y estudia los sistemas agrícolas desde una perspectiva étnica, agroecológica y sociocultural.
Los agroecosistemas son sistemas antropogénicos, es decir, su origen y mantenimiento van asociados a la actividad del hombre, que ha transformado la naturaleza para obtener principalmente alimentos. La excesiva intensificación de las actividades agrícolas ha ocasionado, en muchos casos, la drástica transformación del paisaje, el empobrecimiento de los suelos y la aceleración de los procesos irreversibles de erosión. El efecto negativo se ha acentuado durante los últimos cincuenta años con el uso de métodos químicos para la protección de los cultivos, que ha originado contaminaciones, a menudo de carácter irreversible (Sans, 2007 ; Sarandón y Flores, 2014).

Seguridad agroalimentaria y sistemas de producción
De acuerdo a las metas propuestas por la FAO para el 2050, se debería incrementar la producción de alimentos entre un 70 a 80% pero con la observación de lograr esta meta con la misma superficie agrícola utilizada actualmente. De esta superficie, la actividad pecuaria ocupa la mayor parte razón por la cual es la que se debe mejorar con mayor urgencia (FAO, 2011) .
Los sistemas de producción pecuaria convencionales, basan su producción bajo el paradigma de los sistemas de producción de monocultivos de pastos, los cuales han tenido un gran impacto negativo sobre la superficie de bosques, siendo la mayor actividad responsable de su deforestación. Adicionalmente, el inadecuado manejo de los animales en los sistemas de producción, ha ocasionado grandes extensiones de degradación de pasturas, estimándose que en el trópico aproximadamente abarca más del 40%., lo cual ha influido negativamente en la eficiencia productiva de leche y carne .
Ante este contexto, surge la necesidad de revisar los actuales sistemas de producción y proponer nuevos enfoque más sostenibles, donde el desarrollo de métodos de gestión que permitan armonizar la producción agropecuaria, la conservación de los recursos naturales y el desarrollo rural son una necesidad apremiante.
En este sentido, la agroecología, es la disciplina que tiene por objetivo el conocimiento de los elementos y procesos clave que regulan el funcionamiento de los agroecosistemas, y establece las bases científicas para una gestión eficaz, en armonía con el ambiente, propone el diseño de modelos de gestión agraria basados en un enfoque más ligado al ambiente y socialmente más sensible, centrados no únicamente en la producción, sino también en la estabilidad ecológica de los sistemas de producción (Gliessman, 2006; Altieri y Nicholls, 2007; Sans, 2007).

La agroecología se ha definido como la aplicación de los conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de los sistemas alimentarios para generar agroecosistemas sustentables, que deben contemplar la conservación de recursos naturales renovables, adaptación del cultivo al medio ambiente, y el mantenimiento de niveles moderados, pero sustentables de productividad.

Sin embargo, a pesar de las ventajas evidentes de los sistemas agroecológicos, su implementación ha encontrado resistencia no solamente a nivel de productores, sino también a nivel de profesionales del agro lo cual se constituye en una limitante. Una de las herramientas más importante para revertir esta situación es la divulgación del conocimiento a través de días de campo, charlas, talleres, congresos y de cursos ampliados como diplomados.

Biotecnología: una herramienta para buscar la sustentabilidad en el contexto del cambio climático

El cambio climático ha generado cambios en el clima a nivel global, desembocando en problemas graves para el planeta. Entre las medidas que se han señalado para actuar sobre los efectos de este cambio climático, se plantea identificar alternativas que garanticen propuestas económicas rentables, socialmente aceptables y ambientalmente viables. Esto implica un nuevo enfoque de la agricultura. De allí la importancia del enfoque agroecológico en el desarrollo de una agricultura sustentable, con sistemas integrados de producción vegetal y animal que permitan satisfacer necesidades en el mediano y largo plazo. Sin embargo, no existe una infraestructura adecuada para establecer este enfoque, haciendo necesario el empleo de innovaciones tecnológicas, donde la biotecnología tiene un papel primordial, para favorecer el aprovechamiento de los recursos naturales de que se dispone en la región, elevando la productividad y producción de alimentos y materias primas, hacer eficiente el tratamiento de los desechos agroindustriales y urbanos, y generando productos para los sectores de salud y medio ambiente.

Mientras que la biotecnología ha sido definida como el conjunto de tecnologías que utilizan organismos vivos, con el objetivo de generar nuevos productos, bienes y procesos de beneficio para la sociedad (Pérez Ponce, 1998), la agroecología ha sido definida como la aplicación de los conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de los sistemas alimentarios para generar agroecosistemas sustentables, que deben contemplar la conservación de recursos naturales renovables, adaptación del cultivo al medio ambiente, y el mantenimiento de niveles moderados, pero sustentables de productividad.
En la actualidad, se plantea tanto el uso de técnicas tradicionales, como de técnicas innovadoras para alcanzar una agricultura sustentable. Un enfoque agroecológico eficiente requiere la implantación eficiente de nuevas tecnologías, que puedan ser ajustadas en programas de desarrollo sustentable, trazando diversas alternativas, y el producto obtenido a partir de la biotecnología, debe servir para superar diferentes problemas: enfermedades, plagas y limitantes ambientales de la producción vegetal, o para mejorar la calidad y cantidad de los productos obtenidos. Al respecto, se debe destacar, que la biotecnología, o en realidad cualquier tecnología, no existe en el vacío, se deriva del quehacer humano y se ve afectada por el entorno social, cultural y político, donde la sociedad orienta y regula la tecnología, tratando de minimizar las deficiencias y de maximizar los beneficios (Larrañaga y Cieza, 2014).

La implementación de innovaciones biotecnológicas como estrategia de adaptación de múltiple naturaleza ante el cambio climático es una excelente vía, para lo cual se han implementado como alternativas, el desarrollo de propagación in vitro de plantas para implementar planes de reforestación y recuperación de germoplasma de especies amenazadas, y por otro lado, la generación de extractos vegetales para el control de enfermedades y plagas en actividades agrícolas, haciendo énfasis en el enfoque agroecológico.

Se plantea la aplicación de diversas investigaciones que puedan trasladarse rápidamente al campo, y que del diagnóstico situacional de éste, se reorienten hacia una aplicación más práctica. En los tiempos actuales, la característica principal es la generación de tecnologías intensivas en conocimiento científico y su expresión en nuevas tecnologías, que lideran la formación de un nuevo frente tecnológico. Esta materia plantea la aplicación de diversas tecnologías en las diferentes regiones del país aprovechando recursos y características propias.

Alternativas tecnológicas para la sustentabilidad

Particularmente, el trabajo de mejoramiento con un enfoque agroecológico, esboza la compatibilidad de esas acciones, donde se plantea la necesidad de desarrollar técnicas que permitan aprovechar esos recursos, para lo cual se debe desarrollar un conjunto de estrategias o alternativas que garanticen una productividad alta sin provocar la destrucción de ecosistemas estables y diversos. Un enfoque agroecológico efectivo requiere la implantación de nuevas tecnologías, como parte de programas de desarrollo sustentable, las cuales deben garantizar el mantenimiento de la biodiversidad como respuesta parcial a los problemas de desertificación, degradación ambiental y cambios climáticos.

A su vez, se puede manejar la biodiversidad a través del establecimiento de bancos de germoplasma in vivo e in vitro de especies vegetales nativas, la siembra directa con cultivos de cobertura (leguminosas – pastos), la rotación de cultivos para el manejo del suelo, la multiplicación acelerada de microorganismos para procesos de biorremediación, etc. El producto obtenido a partir de la biotecnología, debe servir para superar diferentes problemas: enfermedades, plagas y limitantes ambientales de la producción vegetal, o para mejorar la calidad y cantidad de los productos obtenidos, siempre enmarcados en el entorno social, cultural y político, donde la sociedad orienta y regula la tecnología, tratando de minimizar las deficiencias y de maximizar los beneficios, planteando la conformación de investigaciones que permitan evidenciar el estrecho vínculo que debe existir entre Agroecología y Biotecnología para trabajar en aras de una agricultura sustentable.

Las ventajas competitivas de que pueden disponer ciertas regiones se consiguen aplicando el conocimiento científico sobre los recursos naturales convertidos en tecnología de punta. Los países que cuentan con mayor capacidad científica tienen mejores condiciones para aprovechar los recursos naturales y con ello, producir nuevos productos o desarrollar nuevas formas de producción convencionales, de manera que resultan más rentables debido a su mejor calidad y funcionalidad o menores costos de producción en su fabricación. La biotecnología puede favorecer el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de la región y elevar la productividad y producción de bienes y servicios en diferentes áreas de la vida diaria, posibilitando un mayor desarrollo en el área, bajo un enfoque ambientalista. En esta perspectiva, es imperativo identificar los riesgos y oportunidades que tenemos como región, para que la biotecnología pueda desarrollar nuestras fortalezas y superar nuestras debilidades y, por esta vía, contribuir realmente a mejorar la capacidad competitiva de los agentes económicos regionales y mejorar las condiciones de vida de su población.

De allí, la importancia del desarrollo de una agricultura sustentable, con un sistema integrado de prácticas de producción vegetal y animal que permita satisfacer necesidades en el largo plazo, donde el enfoque agroecológico es vital. Sin embargo, no existe a nivel mundial, una infraestructura adecuada para establecer este enfoque, por lo cual es necesario el empleo de innovaciones tecnológicas, donde la biotecnología tiene un papel primordial, que favorezca el aprovechamiento de los recursos naturales de que se dispone en la región, elevando la productividad y producción de alimentos y materias primas, haciendo eficiente el tratamiento de los desechos agroindustriales y urbanos, y generando productos para los sectores de salud y medio ambiente. Para enfrentar las limitaciones actuales y potenciales de los recursos, se requiere con urgencia, aproximaciones nuevas e integrales para el manejo sostenible de las unidades agrícolas, por lo que la implementación de medidas de adaptación y mitigación ante el cambio climático es ineludible. La biotecnología vegetal permite el desarrollo de una nueva agricultura para un desarrollo sustentable basada en el uso reducido de fertilizantes químicos, en el biocontrol de plagas y en el cultivo de plantas que expresan características de tolerancia o resistencia, ya sea a factores de estrés biótico (microorganismos, insecto, etc.), o factores abióticos (altas o bajas temperaturas, concentraciones salinas, suelos áridos, etc.).

Los objetivos planteados para el desarrollo de la biotecnología agrícola se centran en realizar estudios biotecnológicos sobre diversas especies vegetales, y su impacto a largo plazo en el desarrollo agrícola y social en las áreas de influencia de las mismas. Las líneas de investigación que se han desarrollado en el área se focalizan en propagación “in vitro” de algunas especies nativas de importancia económica y para la biodiversidad en diversas zonas del país ; organogénesis y embriogénesis somática de plantas medicinales; micro propagación de plantas ornamentales**;** detección y diagnóstico de patógenos que afectan a las especies vegetales que se encuentran en proceso de mejoramiento vegetal y control de estos agentes; mejoramiento de plantas de interés agrícola**;** caracterización bioquímica y molecular de las plantas obtenidas “in vitro” ; desarrollo de programas para la educación y percepción pública de la biotecnología y procesos de innovación rural para el desarrollo de agroecosistemas.

Desarrollo y fortalecimiento de capacidades para la integración de Agroecología y Biotecnología e interacción comunitaria

Los estudios en Biotecnología Agrícola, se deben centrar en realizar estudios sobre diversas especies vegetales, y su impacto a mediano y largo plazo en el desarrollo agrícola y social de las áreas de influencia de las mismas, con la idea de generar beneficios socio-económicos y ecológicos a las comunidades establecidas en dichas zona, a la par de impulsar núcleos de investigación para estudiantes e investigadores del área de Biotecnología Agrícola. Por otro lado, se plantea la ejecución de actividades de capacitación para diversos sectores: talleres y cursos, programa de capacitación para estudiantes y profesionales a través de la modalidad de pasantías (Nacional e Internacional), visitas guiadas, etc. Igualmente, seria indispensable un proceso de integración interinstitucional con instituciones afines.

El desarrollo de la biotecnología plantea su ejecución a partir de diferentes actores, formación de un tejido científico y tecnológico , la promoción de espacios para la ciencia y la tecnología a través de la socialización el conocimiento, que conlleve a la independencia tecnológica y a la obtención de herramientas formadoras, basadas en el intercambio de saberes (conocimiento local y técnico), en principios de conservación de la biodiversidad, en la ética de la sustentabilidad, y en la identidad cultural y ambiental, que permita la producción sana, justa y equitativa de alimentos y favorezca la seguridad y la soberanía alimentaria, fomentando y fortaleciendo los tejidos sociales comunitarios y las nuevas formas de producción .

Reflexiones finales

Las ventajas competitivas de que pueden disponer ciertas regiones se consigue aplicando el conocimiento científico sobre los recursos naturales convertidos en tecnología de punta. Los países que cuentan con mayor capacidad científica tienen mejores condiciones para aprovechar los recursos naturales y con ello, producir nuevos productos o desarrollar nuevas formas de producción convencionales, de manera que resultan más rentables debido a su mejor calidad y funcionalidad o menores costos de producción en su fabricación.

Bibliografía

Altieri, M; Nicholls, C. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. Revista Ecosistemas. Vol. XVI. No. 1. Pp. 3 – 10.

FAO (2000). Sistema de conocimiento y de información agrícola para el desarrollo rural . Una visión estratégica y líneas directrices. pp 3-4.

FAO (2011). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 171 p.

Gliessman, S.R (2006) Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, C.R: CATIE, 359 p.

Larrañaga G. Y Cieza, R. (2014).La revolución verde, el uso de la biotecnología y la agroecología como enfoque alternativo. Material mimeografiado. Curso Introducción a las Ciencias Agrarias y Forestales. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales Universidad Nacional de La Plata. 10 p.

Pérez Ponce, J. (1998). Propagación y mejora genética de plantas por Biotecnología. (ed) 1998. 450 p.

Sans, F.X (2007). Agroecología. Ecosistemas. (España). 16(1):1-2.
Sarandón, S; Flores, C. (2014). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de la Plata. 1era edición. Editorial de la Universidad de la Plata. Pp. 466.

SITUACIÓN MUNDIAL DE LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y EXPECTATIVAS PARA MÉXICO

Homero Blas Bustamante
Correo: hblas@somexpro.org

Representan de Latinoamérica de IFOAM y Presidente de la Sociedad Mexicana de Producción Orgánica A.C

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con una encuesta realizada por FiBL e IFOAM Organics en 2017, para 2015 se registran 50.9 millones de hectáreas bajo agricultura orgánica, incluyendo áreas en conversión., de las cuales el 13% está en América Latina, siendo Oceanía la región con más superficie y corresponde al 45% del total. [i]

En número de productores para 2015 se registran 2.4 millones, correspondiendo para América Latina el 19%se y el 35% en Asia, siendo La India el país con mayor número de productores.

En el Caso de México, los datos arrojados de la encuesta realizada por FiBL e IFOAM, revela que es un país sobresaliente en América Latina, así, por ejemplo, México ocupa el tercer lugar mundial en número de agricultores orgánicos después de India y Etiopia, es también el sexto lugar en superficie de recolección y décimo lugar en número de colmenas para producción de miel orgánica.

En el rubro de cultivos México destaca como primer lugar en superficie destinada a café orgánico superando a Etiopía y Perú, en el caso de cítricos después de Italia y España México ocupa el tercer lugar mundial segundo lugar en frutas tropicales superado solo por Kenia.

Lo anterior reafirma el liderazgo de México en el mundo en materia de productos orgánicos y mantiene un crecimiento tanto en superficie como en productores u operadores orgánicos.

En cuanto al mercado de productos orgánicos se ha desarrollado en ambas direcciones, tanto en la exportación como en el mercado interno, en el caso de las exportaciones los principales destinos son Estados Unidos, Canadá, Europa y Japón y en el consumo interno, según la Asociación de Comercio Orgánicos (OTA) de Estados Unidos México es un país consumidor e importamos del mercado estadounidense casi la misma cantidad que les exportamos, de tal forma que solo después de Canadá somos el segundo mercado consumidor de productos orgánicos provenientes del vecino del Norte.

Este dinamismo de exportaciones e importaciones sucede justo en años de operación de la regulación mexicana en materia de productos orgánicos y del inicio de negociaciones en materia de equivalencia tanto con Estados Unidos, Canadá como con la Unión Europea, cuyos objetivos son facilitar el comercio de productos orgánicos mexicanos en beneficio tanto de consumidores como productores.

Dada la importancia de México en el ámbito internacional, la Sociedad Mexicana de Producción Orgánica en coordinación con la Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) buscan tener la sede del Congreso Mundial Orgánico que organiza IFOAM Organics International, de ganar la sede, este evento se llevará a cabo en el 2020.

SITUACIÓN MUNDIAL DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA MUNDIAL

La agricultura orgánica mundial.[ii]
La empresa de estudios del mercado Monitor Orgánico estima que el mercado global para productos orgánicos para 2015 alcanzaron 81.6 mil millones de dólares estadounidenses (aproximadamente 75 billones de euros). Estados Unidos es el mercado principal con 35.9 mil millones de euros, seguidos de Alemania (8.6 mil millones de euros), Francia (5.5 mil millones de euros), y China (4.7 mil millones de euros). En 2015, la mayor parte de los mercados principales mostraron índices de crecimiento de dos cifras y el más alto de gasto per cápita es Suiza (262 euros).

En 2015, fueron reportados 2.4 millones de productores orgánicos. India sigue siendo el país con el número más alto de productores (585,200), seguida de Etiopía (203,602), y México (200,039)
Para finales del 2015 estaban bajo manejo orgánico un total de 50.9 millones de hectáreas, representando un crecimiento de 6.5 millones de hectáreas durante 2014, el crecimiento más grande históricamente registrado. Australia es el país con el área orgánica agrícola más grande (22.7 millones de hectáreas), seguido de Argentina (3.1 millones de hectáreas) y los Estados Unidos (2 millones de hectáreas).

El cuarenta y cinco por ciento de la tierra global orgánica agrícola está en Oceanía (22.8 millones de hectáreas), seguidos de Europa (el 25 por ciento; 12.7 millones de hectáreas) y América Latina (el 13 por ciento; 6.7 millones de hectáreas).

Los países con la parte más grande de tierra orgánica agrícola de sus tierras de labranza totales son Liechtenstein (el 30.2 por ciento), Austria (el 21.3 por ciento), y Suecia (el 16.9 por ciento). En once países el 10 por ciento o más de toda la tierra agrícola son orgánicos.

La tendencia mundial "orgánico 3.0".
Markus Arbenz, director de IFOAM Organics International dice que "La línea del tiempo de lo orgánico puede ser medida en aproximadamente 100 años: desde los primeros días imaginando lo orgánico por quienes vieron las conexiones entre cómo vivimos, comemos y cultivamos, nuestra salud y la salud del planeta (lo que llamamos 'Orgánico 1.0'); hasta la formación del movimiento y la codificación en estándares y reglamentos obligatorios que han establecido lo orgánico en 82 países con un valor de mercado de más de $72 mil millones anuales (llamado 'Orgánico 2.0'). De cara al futuro, este documento es un llamado a la acción y un llamado por un cambio de paradigma para la siguiente etapa de lo orgánico, de lo que puede y debe ser 'Orgánico 3.0 [iii].

El objetivo general de Orgánico 3.0 es facilitar una amplia adopción de sistemas agropecuarios y mercados sustentables basados en los principios orgánicos e inmersos en una cultura de innovación, de mejora continua hacia las mejores prácticas, la transparencia en la integridad, la colaboración inclusiva, los sistemas holísticos y el precio del verdadero valor. [iv]

Orgánico 3.0 va más allá de la producción orgánica certificada, de sellos y abre un abanico con seis características principales:

Cultura de innovación, más agricultores en conversión, adopción de prácticas orgánicas y mayor productividad;
Mejora continua hacia las mejores prácticas, a nivel localizado y regionalizado;
Diversas formas para garantizar la transparencia en la integridad, para ampliar la adopción de la agricultura orgánica más allá de la certificación y garantía de tercera parte;

Inclusión de un amplio rango de intereses en la sustentabilidad, a través de alianzas con los diversos movimientos y organizaciones que tienen enfoques complementarios para una verdadera agricultura y alimentación sustentables;
Empoderamiento holístico desde la finca hacia el producto final, para reconocer la interdependencia y reales alianzas a lo largo de la cadena de valor; y
Valor real y precio justo, para internalizar costos, promover la transparencia para consumidores y para empoderar a agricultores como socios plenos.

Se ha avanzado desarrollando un sistema de certificación confiable apoyado por las regulaciones gubernamentales permitiendo un crecimiento continuo de pocos agricultores en lugares aislados del mundo, hacia un sector globalmente consolidado con millones de productores y consumidores y eso es a lo que llamamos y fue el “Orgánico 2.0”.

En México el movimiento es rico y denota pluralidad y diversidad, hay esquemas de certificación participativa donde la regulación ha quedado rebasada, esquemas de producción agroecológica, sistemas sustentables y cada vez un mayor interés del acercamiento productor consumidor.
El modelo de monocultivos y políticas que refieren “sistemas producto” no han generado el desarrollo del campo mexicano por lo que México debe enfocarse a la búsqueda de una tendencia sustentable alineada a la tendencia mundial cuyo enfoque lo establece el “Orgánico 3.0”.

LA REGULACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS EN MÉXICO

Teniendo como Cámara de origen el Senado de la República y con la participación en ese entonces el Senador Gerardo Ricardo Higuera, en diciembre del 2005, el Congreso de la Unión aprobó la Ley de Productos Orgánicos y el siete de febrero del 2006 fue publicada dicha ley en el Diario Oficial de la Federación.

Desde el 2006 al 2013 el sector orgánico trabajó arduamente para sacar adelante la operación de lo establecido en la Ley de Productos Orgánicos, una serie de productos orgánicos ya circulan en el mercado nacional con el uso del distintivo nacional, hay once organismos de certificación orgánica aprobados por la SAGARPA y un organismo de certificación participativa y así también se encuentran en mesas de trabajo tres posibles acuerdos de equivalencia en materia de productos orgánicos, con Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea.

La regulación mexicana en materia de productos orgánicos conta de cuatro principales documentos:

La Ley de productos Orgánicos
El Reglamento de la Ley de productos Orgánicos
El Acuerdo por el que se establecen los Lineamientos de la Operación Orgánica
El Acuerdo por el que se establecen los Lineamientos para el Uso del Distintivo Nacional

Como leyes supletorias se consideran la Ley de Metrología y Normalización, La Ley general de Vida Silvestre y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

A casi cuatro años de operación el Consejo nacional de Producción Orgánica tiene en su agenda la actualización y reformas tanto de los Lineamientos a corto plazo como de la Ley y su reglamento en el mediano plazo. Por un lado, se requiere una mayor agilidad para hacer cambios y actualizaciones a nuestro marco regulatorio y por el otro se requiere también avanzar en el crecimiento de la industria, la superficie y el número de productores orgánicos en México.

Por ahora la regulación actual ha permitido, no solo abrir el mercado nacional sino también incursionar en las políticas públicas, ya por cuarto año consecutiva en las Reglas de Operación de la SAGARPA se ha mantenido la componente de apoyos para la producción orgánica.

La implementación de la regulación mexicana ha implicado también encaminar un Sistema de Control cuya responsabilidad la tiene la SAGARPA y es hasta el 2016 cuando el SIAP registra sus primeras estadísticas oficiales y reporta que para ese año se registraron casi 93 mil hectáreas certificadas ya bajo la Ley de Productos Orgánicos.[v]

Las mejoras regulatorias que el sector busca actualmente pasan por un proceso complicado de tiempos y procedimientos jurídicos, sin embargo, se espera que al menos en este año 2017 se tenga una nueva versión de Lineamientos para la Operación Orgánica que promueva la producción, certificación y el consumo.

A mediano plazo se trabaja para empujar una reforma a la Ley de Productos Orgánicos, pues a más de diez años de su aprobación y los cambios globales y locales en materia de productos orgánicos demandan mejorar y reorganizar las estructuras, generar mayor transparencia garantizando una mayor participación ciudadana.

Algunos estados como Michoacán y Chiapas han intentado regular en materia de productos orgánicos, eso es muy positivo, sin embargo, deben basar un marco jurídico a partir de lo que establece la Ley Federal, por ejemplo, en el Reglamento de la Ley de Productos Orgánicos, el Artículo 59 establece que:

“La Secretaría conjuntará esfuerzos con las diversas dependencias públicas, Entidades Federativas, y Municipales, instituciones privadas, organizaciones no gubernamentales, universidades e instituciones académicas y de investigación, para organizar cursos, talleres, conferencias y foros, para difundir e intercambiar experiencias en los temas de relevancia, con el objeto de impulsar la producción orgánica y el aprovechamiento de los mercados nacional e internacional”.[vi]

Es decir, las regulaciones estatales podrán enfocarse al fomento de la producción orgánica e incluso los municipios pueden regular en este sentido y fomentar la producción, la transformación y consumo de productos orgánicos.

PILÍTICAS PÚBLICAS

Entendiendo en este caso como “Política Pública” a las acciones del gobierno que pueda emprender formalmente con el sector orgánico no gubernamental, se tiene como referente a las Reglas de Operación de la Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) que cada año se emiten y cuyo presupuesto depende de lo asignado por el la Cámara de Diputados en el Presupuesto de Egreso de la Federación (PEF).

En este sentido, si las Reglas de Operación dependen de un PEF y que la ley Obliga a la SAGARPA presupuestar lo correspondiente a la operación de la Ley de Productos Orgánicos, las políticas públicas en esta materia van a depender de la estructura programática de la SAGARPA puesto que no hay otro organismo con tales facultades. El Consejo nacional de Producción Orgánica se acota a ser un órgano consultivo.

Para este año 2017 en la Reglas de Operación[vii] por cuarto año consecutivo se ha incluido el componente de “Certificación y Normalización Agroalimentaria” y se estructura de la siguiente manera:

Incentivo para Capacitación e Implantación de Acciones para la Conversión Orgánica
Incentivo para la Formulación del Plan Orgánico y Diseño e implementación de sistemas de control interno
Incentivo para Insumos Orgánicos:
Incentivo para la Certificación Orgánica
Incentivo para la Evaluación de la Conformidad
Incentivo para la Impresión y Etiquetado del Distintivo Nacional de los Productos Orgánicos
Investigaciones y Sistemas de Información para la producción orgánica

Hay otras consideraciones dispersas como por ejemplo en la ponderación de proyectos, se les asignan 15 puntos a los proyectos que involucran “uso de Insumos Orgánicos”.

Como se describe en el capítulo de Regulación de productos Orgánicos en México en este artículo, contamos con una regulación completa y es la base y herramienta jurídica para generar política pública. En la ley de Productos Orgánicos, específicamente en el Artículo Cuarto Transitorio establece que “Las erogaciones que se generen por la aplicación de la presente Ley deberán cubrirse con cargo al presupuesto aprobado para la Secretaría por la Cámara de Diputados para ese efecto”.

Las Reglas de Operación de la SAGARPA es un ejemplo solamente de lo que se puede hacer en otras secretarías, como Medio Ambiente, Salud, Desarrollo Social, Economía, etc., para una mejor articulación del sector productor de orgánicos en México, pero en especial del sector rural con aquellos productores que desean pasar de una producción convencional a un esquema sustentable como la producción orgánica.

La misma SAGARPA debería implementar políticas públicas en materia de “alimentación”, aunque en el nombre de la dependencia incluya “y Alimentación” no se ha reflejado algo concreto para fomentar el consumo de alimentos orgánicos más que las “Exporganicos” que cada año se realiza, sin embargo estos eventos no son de libre acceso para el consumidor y se les cobra a los expositores.

La alimentación con productos orgánicos es un rubro pendiente que la SAGARPA debe valorar e implementar una política pública en pro de una alimentación sana, de producción sustentable y nacional.

PERSPECTIVAS DE LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA EN MÉXICO

Producción agrícola.

La producción orgánica en México ha venido en aumento, superando a cualquier otro sector del campo mexicano, de acuerdo con Laura Gómez[viii] en 1996 México contaba con 13,176 productores orgánicos y 23,265 hectáreas bajo este sistema de producción, 19 años después (2015) México registra 200,039 productores 584,093 hectáreas en agricultura orgánica, de acuerdo con la Estadística 2017 de FiBL-IFOAM.

El crecimiento en agricultura ha sido impresionante y hay por crecer mucho más, tal crecimiento no se refiere a nuevas áreas de cultivo sino al rescate de áreas que ya no eran productivas o a producción convencional que se convierten a producción orgánica.

Producción pecuaria.
En este rubro no se conocen datos consolidados, pero hay en el mercado nacional leche orgánica, quesos, carne de pavo, huevo, lo cual indica que hay ganadería orgánica certificada bajo la Ley de Productos Orgánicos.

FiBL-IFOAM reportan para México un total de 58,179 colmenas en 2015 y por ello el país se ubica como décimo lugar a nivel mundial, por lo que la producción de miel orgánica es un producto de suma importancia para México.

Recolección silvestre.
Algunos productos como damiana, orégano, cactáceas, pero en especial chicle, son los productos que suman ya 1,290,000 hectáreas que superan por mucho la superficie cultivada registrada hasta 2015. Esta producción de recolección silvestre además de cumplir con los requerimientos de la Ley General de Vida Silvestre o la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, cumplen con requisitos adicionales establecidos en la Ley de Productos Orgánicos.

La industria.
El procesamiento de alimentos orgánicos es incipiente en México, sin embargo, los productos procesados en México cada vez son más los presentes en los anaqueles de los supermercados. La certificación orgánica también involucra a las plantas de procesamiento de alimentos y por ello también están bajo el control y sujetas a la Ley de Productos Orgánicos y demás disposiciones. Los productos que ya se procesan en México son, lácteos, mermeladas, edulcorantes, tequilas, mezcales, jugos, vino, pastas y diversa confitería.

El mercado.
Si bien es sabido que la producción mexicana es para la exportación, así lo señala las estadísticas mundiales de FiBL-IFOAM, sin embargo, los datos de la Organización de Comercio Orgánico de Estados Unidos (OTA) indica que no solo exportamos hacia los Estados unidos, sino que, las exportaciones de ese país hacia México también son importantes, tanto que somos el segundo país importador en orden de importancia después de Canadá, para productos estadounidenses. De acuerdo con la OTA, Estados Unidos exporta productos orgánicos al menos a 104 países, pero los dos más importantes son Canadá y en segundo lugar México.[ix]

Perspectiva general.
Con un crecimiento en superficie, en número de productores, aumentando la diversidad de productos, mejorando el sistema de regulación y aumentando el consumo nacional, México actualmente es un país líder en América latina y en el mundo, pero además tiene una perspectiva de crecimiento con enormes oportunidades tanto en la exportación como en el mercado interno, situación que los productores mexicanos debemos aprovechar.

El potencial de crecimiento y liderazgo llevaron a postular a México para ser sede del Congreso Mundial Orgánico para el 2020, compitiendo junto a otros 12 países más tales como España, Francia, Rusia, China, Australia, Canadá, Nueva Zelanda, entre otros, de lograrlo México se convertirá en un referente mundial del sector orgánico.

CONCLUSIONES
El mayor crecimiento de la agricultura orgánica mundial desde que se llevan registros, ha sido en el 2014.

México ha logrado ser un referente mundial en la producción orgánica, liderazgo que el sector debe mantener.
La tendencia en el mundo para productos orgánicos es hacia una apertura a esquemas sustentables por lo que México puede aumentar su potencial.
La reforma a la regulación mexicana debe enfocarse hacia la tendencia mundial, es decir pasar del orgánico 2.0 al Orgánico 3.0
Los diferentes niveles de gobierno deben generar política pública para cerrar brechas en el desarrollo sustentable, aprovechando las bondades de la Ley de Productos Orgánicos.
En los próximos tres años México tiene la posibilidad de convertirse en una potencia mundial en producción y consumo de productos orgánicos.

REFERENCIAS

http://pae.gencat.cat/web/.content/al_alimentacio/al01_pae/13_observatori_pae/EstadistiquesiFitxes/Fitxers/FiBLiFOAMOrganicWorld.pdf

ii http://www.ifoam.bio/sites/default/files/press-release-world-2017-english.pdf

iii http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/417679/

ivhttps://shop.ifoam.bio/en/system/files/products/downloadable_products/organic_3.0_summary_es_web_0.pdf

v http://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2016/Atlas-Agroalimentario-2016

vi http://somexpro.org/wp-content/uploads/2010/04/reglamento-lpo.pdf

viihttps://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/199509/Programa_de_Productividad_y_Competitividad.pdf

viii http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv55art3.pdf

ix https://ota.com/tradedata

SITUACIÓN ACTUAL DE LA RESISTENCIA A PLAGUICIDAS Y SUS CONSECUENCIAS PARA LA SUSTENTABILIDAD AGRÍCOLA.

Carlos A. Blanco[3], PhD.

Biology Department, the University of New Mexico

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (F.A.O.) 'las prácticas agrícolas sostenibles deben utilizar al máximo la ***TECNOLOGÍA***, la ***INVESTIGACIÓN*** y el ***DESARROLLO***'. El manejo de plagas en la producción agrícola, *tecnología* que puede involucrar desde aspectos rudimentarios hasta técnicas muy sofisticadas, es una labor imprescindible. A pesar de los avances científicos y tecnológicos para disminuir el daño causado por las plagas, a nivel mundial se pierde 11% de la producción por la competencia con las malezas, 10% por el deterioro causado por animales, y otro 10% por patógenos que causan enfermedades en las plantas (Oerke, 2006), por lo que la *investigación* de nuevas alternativas y/o la mejora en las prácticas ya establecidas es imprescindible. La protección de cultivos es una práctica redituable, ya que por cada peso invertido en la aplicación necesaria de plaguicidas, reditúa en promedio 4 pesos en ganancias en la cosecha (Pimentel et al., 1992). Aunque estas cifras necesiten de ajustes por haberse calculado hace tanto tiempo, piense en el resultado que tendría no proteger nuestros cultivos; al menos una merma o hasta la pérdida total de la cosecha que no necesariamente tiene que ver una acción 'devastadora' de las plagas, sino en parte por las demandas de producción de los consumidores y la industria. Los estándares que se piden de que ciertos productos como los vegetales y las frutas tengan una apariencia perfecta, rebasa cualquier lógica de producción sustentable, y obliga al agricultor a emplear cantidades excesivas de insecticidas y fungicidas, principalmente (Blanco, 2005). El mal empleo de los plaguicidas inevitablemente va a llevar a que las plagas evolucionen y se vuelvan resistentes.

No hay una fórmula infalible para que la resistencia no suceda, y los ejemplos de plagas prácticamente 'inmunes' a casi cualquier medida de control abundan como ciertas especies de cucarachas en las ciudades, moscas en los establos, pulgones en el campo, etc. Pero la posibilidad de desarrollo de resistencia en las plagas no debe verse como un panorama sombrío al que inevitablemente cada día nos acercamos, sin considerar que el equilibrio susceptibilidad-resistencia es muy dinámico. Por ejemplo plaguicidas que se han utilizado en demasía durante muchos años contra una plaga (*e.g*., malatión para controlar picudo del algodonero, APHIS, 2013) siguen siendo efectivos, mientras que otros de poco uso y recién disponibilidad en el mercado (*e.g*., tebufenozide para controlar la polilla del manzano, Ioriatti et al., 2007), se reportan como inefectivos en algunos lugares después de pocas generaciones de plagas expuestas a este químico. Lo que es un hecho es que no se puede evitar considerar que el desarrollo de resistencia tiene una alta posibilidad de que ocurra, aunque lo contrario a veces lo hayan afirmado los llamados 'expertos' (*e.g*., la 'imposibilidad' –de acuerdo a Monsanto- de que las plantas se hicieran resistentes a glifosato, Gilbert, 2013); como también reconocer que no nos hemos vuelvo certeros en predecir qué eventos que nos pueden llevar a crear plagas resistentes (*e.g*., el *mito* del gusano elotero resistente a *Bacillus thuringiensis* (Bt) en Estados Unidos en el año ~2005; Tabashnik et al., 2008).

Parte de lo que sabemos sobre el manejo de resistencia es que nuevas alternativas de control son cada día más escasas, y se depende más y más de un número relativamente reducido de plaguicidas, lo que en 'teoría' acorta el plazo para que las plagas desarrollen resistencia. El descubrimiento, proceso regulatorio de aprobación, y mercadeo de un nuevo ingrediente activo

[3] Carlos.Blanco1206@gmail.com / cblancom@unm.edu

insecticida cuesta en promedio $280 millones de dólares y tarda más de once años para que el agricultor lo pueda usar (McDougall, 2016), lo cual dificulta que hayan más alternativas químicas. Los cultivos genéticamente modificados (transgénicos), de lo más novedoso en las últimas dos décadas, se han basado en la producción de un número muy limitado de proteínas de *B. thuringiensis* y una secuencia de ácido ribonucleico (ARN) para el control de pocos insectos plaga, así como la tolerancia de cultivos a la aplicación de 1-4 ingredientes activos herbicidas para el control de malezas. Un nuevo modo de acción plaguicida en cada cultivo transgénico le cuesta a la industria (o 'promovente') $136 millones de dólares, y tardan en ser aprobados por las agencias regulatorias 13 años en promedio (McDougall, 2011). Otras alternativas como el descubrimiento y producción masiva de agentes de control biológico, su evaluación y aprobación por las autoridades regulatorias, también encuentran toda clase de trabas para su lanzamiento al mercado (Blanco, 2017). El ***desarrollo*** de nuevas alternativas de control debe considerar las necesidades y capacidades técnicas y económicas de los agricultores, y más recientemente la percepción del público sobre 'nuevas' tecnologías agrícolas. ¿Sabemos cómo enfrentar estos nuevos retos? ¿Hemos informado fidedignamente a la ciudadanía sobre los problemas de producción agrícola y los riesgos que conllevan las medidas fitosanitarias? ¿Logrado o al menos intentado desmentir la desinformación sobre los supuestos peligros de los cultivos genéticamente modificados? ¿Conoce el público que la agricultura orgánica también emplea plaguicidas y no es la producción 'libre' de fertilizantes y plaguicidas como el público en general piensa? He visto con tristeza que personas que tal vez nunca hayan estado en el campo, y/o que su formación profesional no haya incluido conceptos básicos de biología o ciencia, son los que (des)informan a la ciudadanía sobre estos aspectos. ¿Conoce usted también algún ejemplo? ¿Qué ha hecho para cambiar las cosas?

Las plagas, tarde o temprano, desarrollan resistencia.

Esto es un hecho, ya que solo es necesario mirar en el sitio red que compila la información de artrópodos plaga desde 1914[4] para darnos cuenta de que más de quinientas especies se han reportado resistentes a algún insecticida o acaricida en algún lugar o momento (Whalon et al., 2008). Afortunadamente, las plagas pueden recuperar su susceptibilidad a los plaguicidas, ya que la resistencia es un fenómeno que puede ser reversible en muchos casos. Una población sujeta a una presión constante para que se haga resistente (mute), en varias generaciones puede terminar reduciendo a la mayoría –o a todos- los que son susceptibles, y el gen(es) de resistencia se encontrará en tan alta frecuencia, que se puede concluir que se ha 'implantado' o que ya es parte de toda la población. Este tipo de situaciones pueden ocurrir en grupos donde el flujo de genes con otras poblaciones no existe o es muy bajo, como en una colonia mantenida en el laboratorio por muchas generaciones sin 'infusiones' de genes del exterior. Como consecuencia la población en general será resistente por la gran frecuencia de estos genes. Pero cuando la presión de selección es intensa pero bajo circunstancias que permitan el flujo de genes, como sucede en el campo, la reversión a susceptibilidad puede ocurrir en pocas generaciones. A esto hay que añadirle la posibilidad de que mutaciones al azar, las que provocan resistencia o las que 'restauran' la susceptibilidad, suceden en todas las poblaciones, ya sea en el laboratorio o en el campo, y su frecuencia (proporción) es lo que determina para dónde *se inclina la balanza*: a la resistencia o a la susceptibilidad. Así es como se generan los genes de resistencia y susceptibilidad a plaguicidas, a través de mutaciones que ocurren constantemente en todos los organismos, y la proporción (frecuencia) de genes resistentes o susceptibles en una población es

[4] https://www.pesticideresistance.org/index.php

influida por un agente de selección –en este caso un plaguicida- y la frecuencia puede dictar la problemática de control.

Un ejemplo ahora 'clásico' de reversión a la susceptibilidad a varios grupos de insecticidas lo demostró un entomólogo mexicano, el doctor Antonio Palemón Terán Vargas. Mi colega Palemón ha sido durante muchos años uno de los expertos del manejo de resistencia en el país, así como gran conocedor del impacto del complejo bellotero (*Helicoverpa zea* / *Heliothis virescens*). El gusano tabacalero (*H. virescens*) es una plaga que ha azotado de cuando en cuando regiones de Tamaulipas al grado de volverse prácticamente incontrolable con todas las herramientas químicas. En 1994-1995 los niveles de resistencia de este gusano sobrepasaban cualquier opción viable para su control, así que los productores de algodón –también disuadidos por el precio tan bajo de la fibra en esos años- prácticamente dejaron de sembrar el cultivo y por lo tanto de aplicar piretroides y organofosforados para el control de esta plaga. En cuestión de 3-5 años, sin la presión de selección de estas clases de insecticida, el gusano tabacalero volvió a ser tan susceptible como los insectos del laboratorio que el doctor Terán usaba como comparación (Terán-Vargas et al., 2005). Cuando los productores volvieron a sembrar algodonero contaban nuevamente con varias alternativas de control; toda la gama de insecticidas químicos registrados contra gusano tabacalero, y con la posibilidad de sembrar el efectivo algodonero transgénico. Desde entonces, *H. virescens* no ha vuelto a ser un problema en Tamaulipas, lo que obedece a circunstancias que más tienen que ver con aspectos económicos (las tendencias del mercado y demanda de algodón) que con un plan de manejo de resistencia bien pensado y administrado.

Creo que no es necesario llegar a una crisis como las que hemos tenido con tabacalero para tomar cartas en el asunto, pero ¿qué se necesitamos saber y hacer para que la resistencia no ocurra o se revierta? ¿Idear un plan de rotación de plaguicidas? Ya hay varios y se pueden consultar por ejemplo en www.pesticideresistance.org[2] y otros sitios, pero ¿por qué no se llevan siempre a cabo? ¿Desarrollar programas de manejo racional de los plaguicidas, tales como manejo integrado de plagas (MIP)? Habrá que estudiar bien por qué, por ejemplo, el MIP no se lleva a cabo en el cultivo más importante del país, el maíz (Blanco et al., 2014), y es todo un éxito en la producción de nueces (Tarango, 2014). ¿Qué falta para que alternativas de control más sustentables se adopten/difundan a mayor escala?

¿Cómo podemos saber si las plagas son o se están volviendo resistentes?

Un programa efectivo de manejo de resistencia puede ser proactivo o reactivo. Los programas reactivos sirven para evaluar si un plaguicida fue mal empleado o si alguna población es resistente a cierto químico. Estos resultados que solo nos dan una semblanza de lo que sucede en una muestra de una zona geográfica en determinado momento, tienen su mérito y limitaciones (Roush & Miller, 1986), y su metodología se describe en detalle por ejemplo en Robertson y colaboradores (2007).

Los programas proactivos pretenden detectar brotes de resistencia antes de que el problema sea obvio en el campo, y tal vez evitar que los organismos resistentes se esparzan a todos lados. Para poder detectar resistencia con enfoque proactivo (e.g., E.P.A., 2001), se han propuesto umbrales muy bajos para detectar plagas resistentes. Estos niveles de detección proactiva, con cifras obtenidas de modelos matemáticos, intentan documentar frecuencias de resistencia tan bajas como un alelo resistente en 100 susceptibles (Georghiou & Taylor, 1977). Aunque un alelo resistente en 100 se pueda obtener de tan solo 50 organismos, suponiendo que la plaga es diploide y que la resistencia se herede por ambos sexos, y que los 50 individuos muestreados no están genéticamente relacionados, esta cifra engañosamente baja, podría dar la falsa idea que

50 organismos no sean difíciles de obtener. Desgraciadamente la logística para conducir estas pruebas con el tamaño de muestra apropiado indica lo contrario.

Para ilustrar el problema de la obtención de un tamaño de muestra apropiado usemos como ejemplo a una plaga polífaga de más de 100 plantas (Blanco et al., 2007), el gusano elotero (*Helicoverpa zea*), que se vigila en México y otros países del continente por la posibilidad[5] de volverse resistente a proteínas de *B. thuringiensis* que producen el maíz y el algodonero transgénicos. El gusano elotero, por motivos metodológicos de los programas proactivos de detección de resistencia a proteínas Bt, se considera de carácter genético *casi* (funcionalmente) recesivo, y las larvas de la segunda generación (F_2) tienen que ser alimentadas con el tóxico para que los resultados de los bioensayos sean válidos (Andow & Alstad 1998, ver más adelante la explicación detallada). Debido a que el insecticida biológico Bt tiene que ser ingerido por las larvas para que sea tóxico (Soberón et al., 2017), es necesario segregar las larvas F_2 en sus características genéticas: homocigotas susceptibles (*SS*), heterocigotas susceptibles (*Sr*) y homocigotas resistentes (*rr*). Por lo tanto, obtener 50 larvas F_2 de padres provenientes del campo y que no estén relacionados genéticamente unos con otros ('genéticamente independientes' evitando muestrear hermanos), puede lograrse 1) capturando hembras copuladas usando redes o atrayéndolas a trampas de luz, o 2) colectando larvas de varias plantas o desenterrando pupas de la tierra. Estos métodos tienen que tomar en cuenta factores inevitables que suceden en el laboratorio cuando las muestras son colectadas, que reducen la cantidad de insectos disponibles en los bioensayos, y por ende la cantidad de alelos en las pruebas. Por ejemplo, 50-60% de larvas/pupas de *Helicoverpa zea* al ser llevadas del campo (generación P0) al laboratorio mueren por varias causas como el parasitismo y enfermedades, el 50% de las sobrevivientes de la primera generación (F_1) también mueren, y siguen teniendo 40-60% de mortalidad en las siguientes generaciones hasta mantenerse entre 10-25% a partir de la décima generación (Burton, 1970; Gore et al., 2003; y comunicación personal con el administrador de la colonia de elotero de mayor reputación en Estados Unidos (Chad Finkenbinder, Benzon Research Inc.), e información de la colonia de elotero de Mississippi State University obtenida del Dr. Frank Davis).

En el supuesto de que hayamos sorteado los obstáculos descritos anteriormente, y que logremos una muestra de al menos 25 hembras y 25 machos F_1 que no estén genéticamente relacionados, ahora consideremos que durante ~1 semana las hembras (P0 y F_1) producen la mayoría de sus huevos. Noventa-porciento de las hembras de elotero completamente adaptadas a condiciones de laboratorio producen huevos fértiles, pero solo 25% de ellas copulan con machos (P0) provenientes del campo y producen huevos fértiles (Blanco et al., 2010a), y 30% de las hembras *H. zea* de laboratorio pero que son resistentes a Bt producen huevos fértiles (Anilkumar et al., 2008). La producción total de huevos por hembra de *H. zea* de colonias de laboratorio es 800 (Callahan, 1958; Blanco et al. 2010a), lo que se espera sea menor ya que especies afines como *Heliothis virescens* producen 40% menos huevos cuando son resistentes a Bt (Blanco et al., 2009a), y *Helicoverpa armigera* 20% menos huevos cuando son resistentes (Liang et al., 2008). Además de una menor producción de huevos, las larvas resistentes de *H. zea* tiene una mortalidad 10% mayor que las susceptibles (Anilkumar et al., 2008). Estos escenarios de mortalidad 'normal' bajo condiciones de laboratorio y de una baja frecuencia de copulaciones se puede ilustrar de esta manera:

[5] Los reportes de Burd et al., 2003; Jackson et al., 200;, y Dively et al., 2016, son los únicos que hasta el momento proveen evidencia de que algunas poblaciones de *H. zea* son/han sido resistentes a Bt, pero no indican que esto sucede en todos lados ni todo el tiempo.

Factores que reducen el número de alelos en muestras de *Helicoverpa zea* de laboratorio y provenientes del campo			
Factor biológico	***Helicoverpa zea* susceptible a *B. thuringiensis***	***Helicoverpa zea* RESISTENTE a *B. thuringiensis***	**Hembras grávidas de *H. zea* provenientes del campo**
Tamaño mínimo de muestra de larvas/pupas	25000	25,000	
↓	↓	↓	
Mortalidad de pupas/larvas: 60% para P0 susceptibles / 70% para P0 **resistentes** a Bt	15000	7500	
↓	↓	↓	
Número de hembras P0 en proporción de sexos 50:50	7500	3750	3750
↓	↓	↓	↓
25% de las hembras P0 susceptibles y 12% de las hembras P0 resistentes producen huevos fértiles	1875	450	450
↓	↓	↓	↓
Número de alelos provenientes de hembras P0	3750	900	900
↓	↓	↓	↓
50% de mortalidad de las hembras F1	940	225	225
↓	↓	↓	↓
25% de las hembras susceptibles F_1 y 12% de las hembras **resistentes** F_1 producen huevos fértiles	235	27	27
↓	↓	↓	↓
Número de alelos **F_2** provenientes de hembras F_1	470	54	52

Cuadro1. Consideraciones para obtener un tamaño mínimo de muestra que resulte en $\geq$100 alelos de *Helicoverpa zea* no genéticamente relacionados.

¿Es factible obtener 25,000 larvas de elotero que no sean hermanos y de esa manera hacer pruebas con 100 alelos F_2 verdaderamente independientes? De los ~800 huevos que pone una

hembra, ¿cuántos de ellos los colocan en la misma planta o en plantas cercanas? ¿Esta conducta va a afectar nuestra muestra de alelos independientes? Por supuesto, y además ¿en cuánto tiempo y con qué esfuerzo se pueden colectar 3,750 hembras preñadas? Eso lo intenté en Mississippi usando 3 trampas de luz, a 3 metros de lotes grandes de maíz-algodonero, en tres lugares diferentes, durante tres años y solo pude capturar una hembra que ni siquiera puso huevos! Cebando las trampas no obtuve mejores resultados, pero mi colega Ryan E. Jackson (Jackson et al., 2006) no tuvo problema para colectar cerca de 2,000 hembras en Carolina del Norte utilizando el mismo tipo de trampa de luz! Como tal vez este método no le funcionen a todo mundo, ¿qué tal colectando larvas? Basado en las poblaciones 'naturales' de elotero en algodonero convencional, se necesitaría obtener todas las larvas presentes 25 hectáreas de este cultivo (Scheffler et al., 2012), o destruir/afectar 75,000 elotes (Chilcutt et al. 2007) para obtener la muestra mínima requerida de 25,000 larvas. ¿Vale la pena o es necesario?

Es complicado obtener una buena muestra, ¿cierto? Pues esto no es todo, ya que además otros detalles metodológicos que se practican con mucha frecuencia 'enturbian' los resultados. La mayoría de los reportes de resistencia utilizan la técnica de crianza de insectos de apareamiento en masa; esto es juntar en una jaula docenas-cientos de adultos de ambos sexos, dejarlos que se apareen, que produzcan huevos y con ellos elaborar bioensayos. Definitivamente una buena alternativa para obtener cientos-miles de huevos diarios pero ¿qué pasa cuando no sabemos cuántas veces una hembra ha sido copulada por más de un macho? Poliandria en este grupo de plagas (subfamilia Heliothinae) es bastante común y el gusano elotero no es una excepción. Las hembras de *H. zea* copulan varias veces teniendo la oportunidad, y en densidades de 30 hembras y 30 machos por jaula lo hacen 2.5 veces en 5 días en promedio (Blanco et al., 2010a). No es que sea un declarado voyerista, pero lo que no supe determinar en este estudio fue si las copulaciones fueron con el mismo macho o con diferentes, lo que tiene implicaciones prácticas si consideramos que el primer escenario (monogamia) facilitaría calcular los alelos en una muestra, ya que una pareja de eloteros (una hembra con dos alelos, con un solo macho que proveyera 2 alelos) producirían progenie con 1-4 posibles alelos resistentes, asumiendo que la mutación se encuentra en un solo sitio en un solo gen y sabiendo que *H. zea* es diploide. Una hembra que ha copulado con diferentes machos puede producir progenie con 1-≥6 alelos resistentes debido a que la poliandria, al menos en *Heliothis virescens*, una hembra fecunda a su progenie con diferentes proporciones de los genes de los machos (Blanco et al., 2006, 2008a), fenómeno que tiene relevancia cuando hembras o machos que tienen un alelo resistente (heterocigotos resistentes, *Sr*), se aparean y su progenie tiene diferentes proporciones de caracteres homocigotos y heterocigotos (Blanco et al. 2010b). Tal vez la ilustración de abajo (Figura 1) ayude a entender por qué es relevante este fenómeno para poder calcular la frecuencia de alelos resistentes.

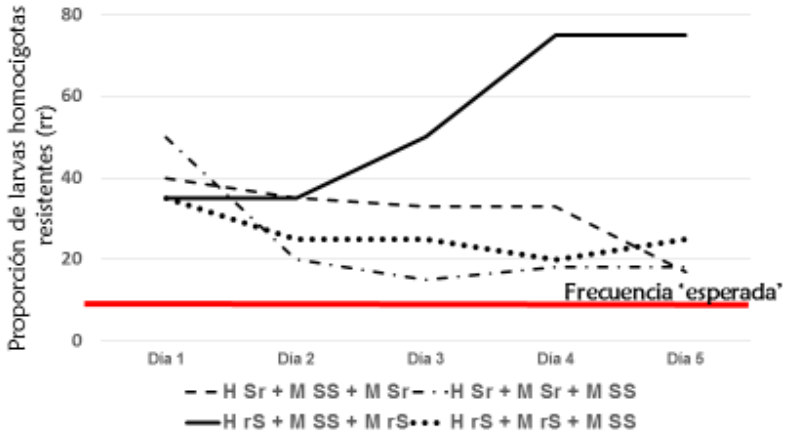


Figura 1. Apareamientos de hembras de *Heliothis virescens* heterocigotas resistentes a *Bacillus thuringiensis* (H Sr o H rS) en secuencia con machos *H. virescens* heterocigotos resistentes (Sr o rS) y homocigotos susceptibles (SS). Adaptado de Blanco et al., 2010b.

Una hembra heterocigota resistente (un alelo susceptible [*S*] y uno resistente [*r*]= *Sr*), al aparearse con un macho heterocigoto resistente (también *Sr*) tendrá una progenie de acuerdo a la segregación mendeliana, de 25% de hijos *SS* (homocigotos susceptibles), 50% heterocigotos *Sr* y 25% de homocigotos resistentes (*rr*). Si una hembra *Sr* se aparea con un macho homocigoto susceptible *SS*, la progenie será 50% *SS* y 50% *Sr*. Una hembra *Sr*, dejando a un lado por el momento muchas circunstancias que pueden alterar esto, al aparearse con dos machos, digamos uno *SS* y otro *Sr*, producirá 37% hijos *SS*, 50% *Sr*, y 13% *rr*. La figura 1 ilustra que estos apareamientos, dependiendo del orden como se efectúen, producen diferentes proporciones de progenie homocigota resistente (*rr*) durante diferentes días, y en todos los casos sobrepasa la proporción de segregación de 13% *rr* esperada (la línea roja horizontal). Esta posible ventaja de obtener una segregación de progenie *rr* más alta de la esperada puede influir en la detección de alelos resistentes, y en la respuesta dosis- mortalidad en los bioensayos (Blanco et al. 2008b).

Todas estas consideraciones tienen que ver con la logística de cómo se plantee un programa de monitoreo de resistencia proactivo, en el cual si el nivel de detección al que se aspira es tan bajo como para detectar un solo alelo resistente en 100, entonces se requiere de un tamaño de muestra de insectos del campo muy grande. Si se requiere tanta precisión –lo que todos esperamos- entonces también se necesita cambiar la metodología de apareamientos en masa y efectuar los bioensayos con la segunda (F_2) generación. Observa la siguiente figura:

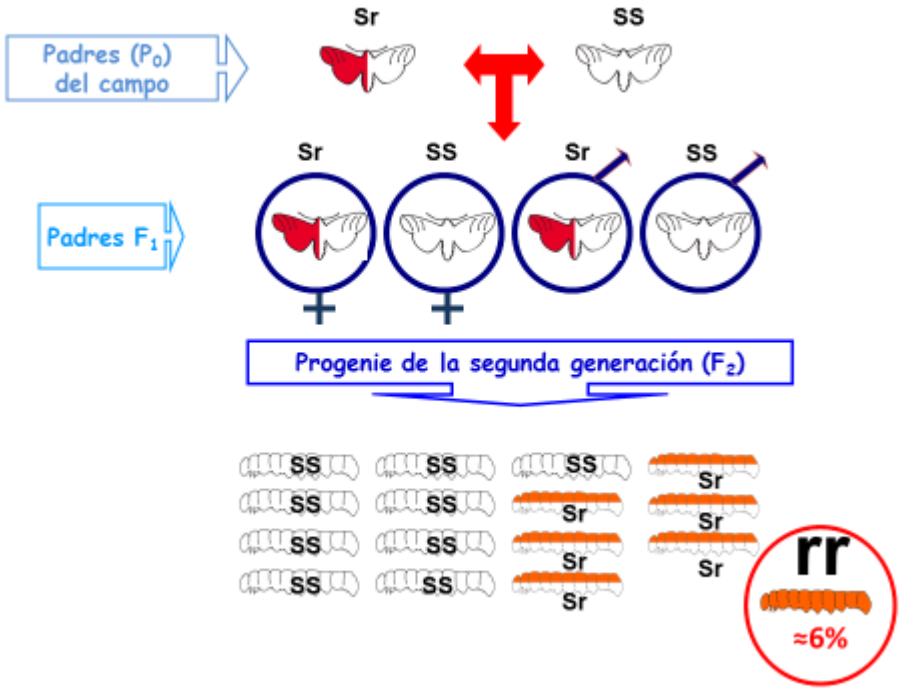


Figura 2. Segregación de UN alelo resistente que lo tiene un padre (P0) heterocigoto (*Sr*, dibujo bicolor parte superior izquierda) que se aparea con un padre P0 homocigoto susceptible (*SS*, un solo color) y las diferentes proporciones de progenie *SS*, *Sr* y *rr* en la primera y segunda generación.

Los apareamientos entre un adultos homocigoto susceptibles (*SS*) y un heterocigoto resistente (*Sr*) solo van a producir progenie *SS* y *Sr* en la primera generación (F_1). La respuesta en bioensayos con Heliothines *SS* y *Sr* es muy similar a varias toxinas de Bt, pero muy diferente a la de los homocigotos resistentes (*rr*) (Blanco et al., 2008b), y esto crea un problema para distinguirlos en los bioensayos usando una dosis discriminatoria, o en pruebas dosis-respuesta con múltiples concentraciones. Para distinguir con menor ambigüedad larvas *SS* y *Sr* de las homocigotas resistentes (*rr*) se utiliza una dosis discriminatoria con suficiente toxina para que mate o impida el crecimiento de larvas *SS* y *Sr*, pero que no afecte a las *rr* (Roush & Miller, 1986). Por ejemplo, la concentración de proteína Bt Cry1Ac que impide el desarrollo de tabacaleros *SS* es 0.2 µg/ml de dieta, y 0.3 a 5 µg/ml de dieta para las *Sr*, mientras que la misma respuesta de inhibición de crecimiento de larvas *rr* se obtiene con más de 3,500 µg/ml de dieta (Blanco et al. 2008b). Por ello, una dosis discriminatoria cercana a 2-5 µg/ml no puede separar sin ambigüedad larvas *SS* de *Sr* ni *Sr* de *rr*, pero una superior a 10 µg/ml si lo puede hacer entre *rr* y los otros genotipos. Por ello es necesario hacer las pruebas en la segunda generación, en la que se segrega una frecuencia baja (6%) de larvas *rr*, las que no se ven afectadas por la dosis discriminatoria, y no en la primera generación donde es difícil distinguir SS de Sr con este (y otros) método.

Con la complejidad que demandan los bioensayos en términos de precisión y tamaño de muestra, ¿se puede hacer algo para que estos esfuerzos si produzcan información útil?

Alternativas prácticas para mejorar un programa de monitoreo proactivo.

Un manuscrito que está por ser publicado en la revista *Pest Management Science* describe aspectos prácticos sobre cómo se logró cuantificar, con bastante precisión, la frecuencia de alelos resistentes en *Helicoverpa armigera,* una plaga que es de mucha preocupación en Norteamérica (Kriticos et al., 2015). Los investigadores de India después de una docena de años de sembrar algodonero transgénico se dieron a la labor de hacer esta cuantificación. Entre ellos se encontraba el doctor David Andow de la universidad de Minnesota, quien seguramente les habló del método de apareamiento de parejas (Andow & Alstad, 1998). Se colectaron 1,000 y 1,200 larvas por un par de años, y las que llegaron a emerger como adultos (~40%), se pusieron a copular en pares (una hembra con un solo macho en una jaula), y de esta manera formaron 'isofamilias', que es la descendencia de un solo par que representan 4 posibles alelos resistentes. La progenie de la primera generación (F_1) de cada isofamilia se mantuvo por separado, criando sus larvas en dieta artificial y cuando los hermanos emergieron, se pusieron a copular entre sí, para crear la descendencia F_2 como se describe en la figura 2, para exponer a las larvas recién nacidas a una dosis discriminatoria. Con las ~1,100 larvas del campo pudieron formar en promedio 32 isofamilias F_1 en cada año las que produjeron suficiente progenie para realizar ensayos en la generación F_2., como lo describe teóricamente el artículo de los doctores Andow y Altad de 1998.

El usar el método de Andow y Alstad no es en realidad algo novedoso, ya que se ha llevado a cabo con varias especies para determinar la frecuencia de resistencia. Por ejemplo, el trabajo del equipo del Dr. Blare Siegfried (Siegfried et al. 2000) con el barrenador europeo del tallo (*Ostrinia nubilalis*) fue uno de los pioneros en usarla. La implementación de este método llamado 'monitoreo de la F2' (en inglés *F_2-screening*) se usa con mucho éxito en Australia para vigilar el desarrollo de resistencia en *Helicoverpa armigera* y *H. puntigera* (Downes et al., 2010), y se ha utilizado con poca regularidad en Estados Unidos para *Heliothis virescens* (Gould et al., 1997; Blanco et al., 2009b), *Diabrotica virgifera* (Siegfried et al., 2005), y para *Diatraea saccharalis* (Huang et al., 2008). Recientemente, el equipo del Dr. Celso Omoto en Brasil ha usado el monitoreo F2 para determinar la situación de resistencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), y han hecho modificaciones que permiten obtener datos aún más precisos (Farias et al., 2016). Entonces ¿por qué no es 'el caballito de batalla' de estos programas? En parte tiene que ver con lo detallado y algo caro que puede resultar, y porque demanda mucho más trabajo que las prácticas 'tradicionales', aunque estos obstáculos no están bien fundamentados como para no considerar emplearlos.

En mi idea de convencer a la comunidad científica de que el monitoreo F2 es *el* método de llevar a cabo los bioensayos, se me ocurrió calcular el precio de hacer un bioensayo con cada isofamilia; desde lo que cuesta obtener una muestra (su envío por paquetería, dieta artificial, materiales, etc.), y el costo promedio fue $120 dólares por isofamilia cuando trabajaba en Mississippi (Blanco et al., 2009b). Aclaro que el 90% del costo se fue en salarios de un equipo muy grande (6-8 personas) que trabajaban en mi laboratorio. Pero por ejemplo, el Dr. Siegfried con la ayuda de un técnico y un estudiante es capaz de llevar a cabo un trabajo similar –o mejor- que el que yo hacía. Lo mismo hace Sharon Downes en Australia; trabaja con solo dos personas. Dejando a un lado el costo de la mano de obra por un momento, un bioensayo de una isofamilia involocra $5.00 dólares de dieta artificial para las generaciones P0 y F_1, unos pocos envases de plástico que no son muy caros y reciclables, y espacio en el laboratorio equivalente a un closet o de preferencia una cámara de crecimiento, es de los más costoso para llevarlo a cabo. Es mi percepción y experiencia de que el método de monitoreo F2 no es bien visto por los investigadores que nunca lo han intentado, tal vez debido al temor de incurrir en más trabajo. Tal vez esta percepción sea similar en los colegas reguladores y de la industria que ven estos posibles cambios como más y más esfuerzo y costo para todos. En realidad tiene razón, al menos en

parte. Detalles muy generales sobre las limitaciones y costos los han planteado precisamente el Dr. Siegfried (Siegfreid et al., 2007), el Dr. Fangreng Huang (Huang, 2006); quienes tiene basta experiencia en este método.

El trabajo del equipo de India con *H. armigera* me ha llamado la atención por varias razones. Si ~35 isofamilias al parecer son necesarias para tener una idea clara de la frecuencia de alelos resistentes, ¿qué tan caro puede resultar? Pero lo más importante de estos resultados es que treinta por ciento (30%) de las familias de *H. armigera* en India contenían al menos un alelo resistente, y con esta altísima frecuencia de resistencia, los investigadores relatan que NO han visto problemas de control en el algodonero Bt. Entonces, ¿necesitamos tratar de encontrar un alelo resistente en 100 para tomar una decisión? ¿Estamos pidiendo 'imposibles' basados en un umbral que no entendemos o es relevante para todas las plagas? Estos resultados en India indican que 30% de alelos resistentes no es un problema en el campo. Sin embargo, otro trabajo que hice con cogollero en Puerto Rico mostró que con ~5% de alelos resistentes los problemas en el campo pueden ser muy evidentes a simple vista (Blanco et al., 2009b).

Finalmente, ¿qué necesitamos saber y cómo podemos aplicar los resultados de un programa de monitoreo? ¿Qué consecuencias tiene invertir en este esfuerzo que arroja resultados producidos con técnicas que no son las correctas? ¿Qué consecuencia trae para el agricultor o a la industria el que se detecte resistencia? ¿Con qué velocidad, fidelidad, y difusión se pueden hacer llegar estos resultados al agricultor o al público? ¿Qué tan enterados están estos actores, y el sistema regulatorio, de los resultados y consecuencias de la detección de resistencia de insecticidas? Creo que lo que se necesita es un diálogo entre todos, para que los esfuerzos se enfoquen de mejor manera, y los planteamientos nos lleven a entender y tomas las acciones apropiadas.

Referencias

Andow, D. A., & D. N. Alstad. (1998). F_2 screen for rare resistant alleles. Journal of Economic Entomology 91, 572-578.

Anilkumar, K. J., M. Pusztai-Carey, & W. J. Moar. (2008). Fitness costs associated with Cry1Ac-resistant *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae): a factor countering selection for resistance to Bt cotton? *Journal of Economic Entomology*, 101, 1421-1431.

APHIS. Animal and Plant Health Inspection Service, U.S. Department of Agriculture (2013). https://www.aphis.usda.gov/publications/plant_health/2013/faq_boll_weevil_erad.pdf

Blanco, C. A. 2005. "A la hora de comer ¿qué nos preocupa? Fondo de Cultura Económica. México. ISBN 9786071603265.

Blanco, C. A., D. Sumerford, J. D. Lopez, & G. Hernandez. (2006). Mating incidence of feral *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) males confined with laboratory-reared females. *Journal of Cotton Science,* 10, 105-113.

Blanco, C. A., A. P. Teran-Vargas, J. D. Lopez, Jr., J. V. Kauffman and X. Wei. (2007). Densities of *Heliothis virescens* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in three plant hosts. *Florida Entomologist* 90, 742-750.

Blanco, C. A., O. P. Perera, A. Groot, G. Hernández, & A. P. Terán-Vargas. (2008a). Paternity allocation in a mutant *Heliothis virescens* colony. *Southwestern Entomologist*, 33, 253-263.

Blanco, C. A., O. P. Perera, F. Gould, D. V. Sumerford, G. Hernández, C. A. Abel & D. A. Andow. (2008b). An empirical test of the F_2 screen for detection of *Bacillus thuringiensis*-resistance alleles in tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, 101, 1406-1414.

Blanco, C. A., D. Sumerford, J. D. López, Jr., & G. Hernández. (2009a). Mating incidence of feral *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) males confined with laboratory-reared females. *The Journal of Cotton Science*, 10, 105–113.

Blanco, C. A., D. A. Andow, C. A. Abel, D. V. Sumerford, G. Hernández, J. D. López, L. Adams, A. Groot, R. Leonard, R. Parker, G. Payne, O. P. Perera, A. P. Terán-Vargas, & A. Azuara-Domínguez. (2009b). *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac resistance frequency in tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, 102, 381-387.

Blanco, C. A., D. Sumerford, J. D. López, Jr., G. Hernández, & C. Abel. (2010a). Mating behavior of wild *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) males with laboratory females. *The Journal of Cotton Science*, 14, 119-126.

Blanco, C. A., F. Gould, A. T. Groot, C. A. Abel, G. Hernández, O. P. Perera, & A. P. Terán-Vargas. (2010b). Offspring from sequential matings between *Bacillus thuringiensis*-resistant and *Bacillus thuringiensis*-susceptible *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, 103: 861-868.

Blanco, C. A., Portilla, M., Jurat-Fuentes, J. L., Sánchez, J. F., Viteri, D., Vega-Aquino, P., Terán-Vargas, A. P., Azuara-Domínguez, A., López, Jr., J. D., Arias, R., Zhu, Y.-C., Lugo-Barrera, D., & Jackson, R. (2010). Susceptibility of isofamilies of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to Cry1Ac and Cry1Fa proteins of *Bacillus thuringiensis. Southwestern Entomologist, 35,* 409-415.

Blanco, C. A., Pellegaud, J. G., Nava-Camberos, U., Lugo-Barrera, D., Vega-Aquino, P., Coello, J., Terán-Vargas, A. P., &, Vargas-Camplis, J. (2014). Maize pests in Mexico and challenges for the adoption of integrated pest management programs. *Journal of Integrated Pest Management*, 5, DOI: http://dx.doi.org/10.1603/IPM14006.

Blanco, C. A. (2017). La hormiga de fuego *invicta*. Fondo de Cultura Económica, La Ciencia para Todos 245. ISBN 978-968-16-6601-9.

Burd, A. D., F. Gould, J. R. Bradley, J. W. van Dwyn, & W. J. Moar (2003). Estimated frequency of nonrecessive *Bt* resistance genes in bollworm, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) in eastern North Carolina. *Journal of Economic Entomology,* 96, 137-142.

Burton, R. L. (1970). A low-cost artificial diet for the corn earworm. *Journal of Economic Entomology 63,* 1969-1970.

Callahan, P. S. (1958). Behavior of the imago of the corn earworm, *Heliothis zea* (Boddie), with special reference to emergence and reproduction. *Annals of the Entomological Society of America*, 51, 271-283.

Chilcutt, C. F., G. N. Odvody, J. C. Correa, & J. Remmers. (2007). Effects of *Bacillus thuringiensis* transgenic corn on corn earworm and fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) densities. *Journal of Economic Entomology*, 100, 327-334.

Downes, S., R. J. Mahon, L. Rossiter, G. Kauter, T. Leven, G. Fitt, & G. Baker. (2010). Adaptive management of pest resistance by *Helicoverpa* species (Noctuidae) in Australia to the Cry2Ab Bt toxin in Bollgard II cotton. *Evolutionary Applications*, 3, 574-584.

E.P.A. (2001). U.S. Environmental Protection Agency, Insect Resistance Management. https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/pip/bt_brad2/4-irm.pdf

Dively, G. P., P. D. Venugopal, & C. Finkenbinder. (2016). Field-evolved resistance in corn earworm to Cry proteins expressed by transgenic sweet corn. *PLoS ONE, 11*, e0169115. doi:10.1371/ journal.pone.0169115

Farias, J. R., D. A. Andow, R. J Horikoshi, D. Bernardi, R. da S Ribeiro, A RB do Nascimento, A. C dos Santos, & C. Omoto. (2016). Frequency of Cry1F resistance alleles in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *Pest Management Science 72*, 2295–2302.

F.A.O. United Nations Food and Agricultural Organization. Agricultura sostenible. http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/

Georghiou, G. P., & C. E. Taylor. (1977). Operational influences in the operation of insecticide resistance. *Journal of Economic Entomology* 70, 653-658.

Gilbert, N. (2013). A hard look at 3 myths about genetically modified crops. *Scientific American*, https://www.scientificamerican.com/article/a-hard-look-at-3-myths-about-genetically-modified-crops/

Gore, J., B. R. Leonard, & R. H. Jones. (2003). Influence of agronomic hosts on the susceptibility of *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) to genetically engineered and non-engineered cottons. *Environmental Entomology,* 103-110.

Gould, F., A. Anderson, A. Jones, D. Sumerford, D. G. Heckel, J. Lopez, S. Micinski, R. Leonard, & M. Laster. (1997). Initial frequency of alleles for resistance to *Bacillus thuringiensis* toxins in field populations of *Heliothis virescens. Proceedings of the National Academies of Sciences, USA,* 94, 3519-3523.

Huang, F. (2006). Detection and monitoring of insect resistance to transgenic Bt crops. *Insect Science,* 13, 73-84.

Huang, F., B. R. Leonard, S. H. Moore, D. R. Cook, J. Baldwin, K. V. Tindall, & D. R. Lee. (2008). Allele frequency of resistance to *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab corn in Louisiana populations of sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae). Journal of Economic Entomology, 101, 492-498.

Ioriatti, C., M. Tasin, P. J. Charmillot, M. Reyes, & B. Sauphanor. (2007). Early detection of resistance to tebufenozide in field populations of *Cydia pomonella* L.: methods and mechanisms. *Journal of Applied Entomology*, 131, 453–459.

Jackson, R. E., F. Gould, J. R. Bradley, & J. W. Van duyn. (2006). Genetic variation for resistance to *Bacillus thuringiensis* toxins in *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in Eastern North Carolina. *Journal of Economic Entomology,* 99: 1790-1797.

Kriticos, D. J., N. Ota, W. D. Hutchison, J. Beddow, T. Walsh, W. Tek, D. M. Borchert, S. V. Paula-Moreas, C. Czepak, & M. P. Zalucki. (2015). The potential distribution of invading *Helicoverpa armigera* in North America: Is it just a matter of time? *PLoS ONE* 10, e0119618. doi:10.1371/journal.pone.0119618

Liang, G.-M., K.-M. Wu, H.-K. Yu, K.-K. Li, X. Feng, and Y.-Y. Guo. (2008). Changes of inheritance mode and fitness in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) along with its resistance evolution to Cry1Ac toxin. *Journal of Invertebrate Pathology*, 97, 142–149.

McDougall, P. (2011). The cost and time involved in the discovery, development and authorisation of a new plant biotechnology derived trait. https://croplife.org/wp-content/uploads/pdf_files/Getting-a-Biotech-Crop-to-Market-Phillips-McDougall-Study.pdf

McDougall, P. (2016). The cost of new agrochemical product discovery, development and registration in 1995, 2000, 2005-8 and 2010 to 2014. http://191hmt1pr08amfq62276etw2.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2016/04/Phillips-McDougall-Final-Report_4.6.16.pdf

Oerke, E. C. (2006). Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*, 144, 31–43.

Pimentel, D., H. Acquay, M. Biltonen, P. Rice, M. Silva, J. Nelson, V. Lipner, S. Giordano, A. Horowitz & M. D'Amore. (1992). Environmental and economic costs of pesticide use *BioScience*, 42, 750-760.

Robertson, J. L., R. M. Russell, H. K. Preisler, & N. E. Savin. (2007). Bioassays with Arthropods, second edition. CRC Press, Boca Raton, FL.

Roush, R. T., & G. L. Miller. (1986). Consideration for design of insecticide resistance monitoring programs. *Journal of Economic Entomology*, 78, 293-298.

Scheffler, J. A., G. B. Romano, & C. A. Blanco. (2012). Evaluating host plant resistance in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) with varying gland densities to tobacco budworm (*Heliothis virescens* F.) and bollworm (*Helicoverpa zea* Boddie) in the field and laboratory. *Agricultural Sciences*, 3, 14-23.

Siegfried, B. D., T. Spencer, & J. Nearman. (2000). Baseline susceptibility of the corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) to the Cry1Ab toxin from *Bacillus thuringiensis. Journal of Economic Entomology,* 93, 1265-1268.

Siegfried, B. D., T. T. Vaughn, & T. Spencer. (2005). Baseline susceptibility of Western corn rootworm (Coleoptera: Crysomelidae) to Cry3Bb1 *Bacillus thuringiensis* toxin. *Journal of Economic Entomology*, 98, 1320-1324.

Siegfried, B. D., T. Spencer, A. L. Crespo, N. P. Storer, G. P. Head, E. D. Owens, & D. Guyer. (2007). Ten years of Bt resistance monitoring in the European corn borer: What we know, what we don't know, and what we can do better. *American Entomologist*, Winter 2007, 208-214.

Soberón, M., A. Bravo, & C. A. Blanco. (2017). Strategies to reduce insecticide use in agriculture production. The Food Science Reference Module, Elsevier, en prensa.

Tabashnik, B. E., A. J. Gassmann, D. W. Crowder & Y. Carrière. (2008). Insect resistance to *Bt* crops: evidence versus theory. *Nature Biotechnology*, 26, 199-202.

Tarango, S. H. (2014). Manejo Integrado de Plagas en Nogal Pecanero. SAGARPA. ISBN 978-607-37-0289-8.

Terán-Vargas, A. P., J. C. Rodriguez, C. A. Blanco, J. L. Martinez-Carrillo, J. Cibrian-Tovar, H. Sanchez-Arroyo, L. A. Rodríguez-del-Bosque and D. Stanley. 2005. Bollgard cotton and resistance of the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) to conventional insecticides in southern Tamaulipas, Mexico. *Journal of Economic Entomology*, 98, 2203-2209.

Whalon, M. E., D. Mota-Sanchez, and R. M. Hollingworth. (2008). Global Pesticide Resistance in Arthropods. CABI, Cambridge, MA.

LOS INTESTINOS SON EL 2° CÉREBRO Y EL SUELO ES NUESTRO 1° CORAZÓN

Sebastião Pinheiro

Núcleo de Economía Alternativa de la Facultad de Ciencia Económicas de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul e investigador de la Fundación Juquira Candiru Satyagraha

.

Mi saludo respetuoso y fraterno a todos los idealizadores, organizadores y participantes de la SOMAS, con el agradecimiento por esta invitación que obrígame a alto nivel de responsabilidad sobre la Agroecología feliz por más una vez estar en Sinaloa, donde hace más de una década producimos biofertilizantes con cabeza de camarones, Sacharomyces y Suero de leche para la producción de Quintosanos dentro del laboratorio de suelos en la Universidad en Culiacán durante un diplomado con el COAS cuando algunos estaban preocupados con el posible malo olor que no hubo.

La invitación me trajo a la memoria lo que allí escuche de un campesino: "- Antes, sin embargo fuéramos más pobres en dinero, éramos bien más alegres y felices. Sí, perdimos el valor de las cosas por el precio para conseguir el consumo y el llanto substituyó el canto y lo que se expande es la pobreza, miseria y degradación cultural, ética y moral.". Eso me hizo empezar a trabajar con el tema de las "***violencias estructurales***" para la restauración del "***biopoder campesino***". (1, 2, 3,)

"Mutatis mutandis" es la expresión latina significando para que todo quede como está, pues en el mundo en torbellino hay el cambio de la matriz tecnológica de la química industrial hacia las biotecnologías, donde la productividad es obligada a someterse a la sostenibilidad. Eso cambia todo un enfoque que en los países en desarrollo significa desestructuración rural con aumento de costos por la importación de nuevos insumos, servicios y disminución de autonomía, con un aspecto que es diabólico las ganancias en dinero son mayores, pero los productores y Estado quedan igualmente más pobres pues crece el poder de las corporaciones y la presencia del mercado sustituyendo el gobierno. Aquel campesino tenía antropocénica razón.

Al alcanzar el ANTROPOCENO (término evolucionado de la Noosfera, acuñada por Theillard du Chardin, Wladimir Vernadsky y Edouard LeRoy en 1922), el Premio Nobel Paul J. Crutzen buscó demostrar la capacidad de los humanos para comprometer la atmosfera del planeta y los consecuentes riesgos advenidos para la Vida. Vida que no existe sin la energía de los alimentos, que antes se subentendía, era producida por la Agricultura, pero hoy día eso también es cuestionado.
Para comprender lo que es la agricultura, se necesita decir que ella no existe en la naturaleza, pues es creación de un grupo de especies denominadas "ultrasociales", que producen los alimentos que necesitan en el espacio de la naturaleza. Los seres ultrasociales más antiguos son las termitas quienes existen desde hace más de 300 millones de años, cronológicamente, siguen las hormigas arrieras hacen más de 130 millones de años, las abejas melíferas hace más de 60 millones de años, y más recientes algunos topos. Las mujeres desarrollaron hacen más de diez mil años lo que incluyó nosotros en esa clase especial de seres vivos. Es imprescindible leer "La Naturaleza" de J.W. von Goethe para percibir que la agricultura existe mientras el tiempo humano ocupe su espacio, ella regresa a sus orígenes cuando finalizan las acciones ultrasociales.

En los últimos treinta años el sustantivo agricultura perdió fuerza y dos neologismos inundaron el mundo: "Agroecología" y "Agronegocios", con la intención de que fueran percibidos y adoptados como antagónicos.

La agricultura, palabra del latín “agri” referente al campo y, “cultura” respecto a cultivar, es un acto social inherente a hombres y mujeres que ha modificado su praxis y paradigmas a lo largo de la historia dependiendo de las condiciones climáticas, geográficas, topográficas, económicas, socio-políticas y culturales, respondiendo a los diferentes modelos estructurales según el contexto. Lo anterior muestra que sería imposible la existencia de una visión única del desarrollo de la agricultura todo lo contrario, el desarrollo de la agricultura es diverso y contextual. A pesar de ello se impone una visión hegemónica que se convierte en violencia estructural sin que percibamos sus raíces originales por los intereses del poder y su consolidación cotidiana cada vez con mayor énfasis. En inglés en la “Wikipedia” es posible leer la definición de industria de alimentos *(The Food Industry is a complex, global collective of diverse businesses that supplies most of the food consumed by the world population. Only subsistence farmers, those who survive on what they grow, and hunter-gatherers can be considered outside of the scope of the modern food industry, that includes: Agriculture: raising of crops and livestock, and seafood. Manufacturing: agrichemicals, agricultural construction, farm machinery and supplies, seed, etc. Food processing: preparation of fresh products for market, and manufacture of prepared food products. Marketing: promotion of generic products (e.g., milk board), new products, advertising, marketing campaigns, packaging, public relations, etc. Wholesale and distribution: logistics, transportation, warehousing. Foodservice (which includes Catering). Grocery, farmers' markets, public markets and other retailin. Regulation: local, regional, national, and international rules and regulations for food production and sale, including food quality, food security, food safety, marketing/advertising, and industry lobbying activities.*
Education: academic, consultancy, vocational. Research and development: food technology. Financial services: credit, and insurance.)

Esa definición muestra cómo, lo que antes era campo de acción de la agricultura humana, actividad ultrasocial, es ahora un terreno dominado por sectores poderosos involucrados en ella, a través de la violencia estructural, de bloquear y destruir la conciencia social, de negar su interdependencia con el biopoder campesino en todos los rincones del mundo por lejanos y periféricos que parezcan.

De la misma forma que en el “Punto Cuatro” del discurso de Truman, al jurar el cargo de presidente de los Estados Unidos el 20 de enero de 1949, constaban dos tipos de agricultura: la “moderna” y la de “subsistencia”. La moderna aceptaba nos nuevos insumos y tecnología de capital por lo que se instituía el crédito; La de subsistencia era en nombre dado a la Agricultura Familiar Campesina de forma despectiva para que aceptara más rápidamente los créditos para adquirir insumos y tecnologías.

El tiempo pasó, ahora tenemos dos “nuevos” conceptos: los “agronegocios” y la “agroecología”. Antes, la agricultura moderna domesticaba a la de subsistencia a través del crédito, la extensión rural y la enseñanza de las ciencias rurales. Aquellos recalcitrantes que resistieron a las políticas públicas multilaterales, internacionales y nacionales dejaron de ser de “subsistencia”, ahora hacen parte de la agricultura familiar agroecológica, mientras hoy ambas las dos están con la misma finalidad reduccionista en nicho de mercado diferentes para pobres y ricos respectivamente. Siendo que la última existirá hasta que las corporaciones de la Industria de Alimentos lo permitan. La expresión “burbuja de realidad” se hace necesaria cuando se habla de agroecología en el Hemisferio Sur, pues ilustra la distancia entre el discurso y la práctica, entre lo real y lo ideal, de países y territorios bajo el control y el poder de la industria de alimentos que no permite -o que redacta a su medida-, las políticas públicas.

Hablamos del agotamiento de una y el crecimiento de la otra sin embargo, lo que ocurre en realidad es el control total de ambas, control monolítico, ejercido por el poder de la industria (Council on Foreign Relations). El aparente "agotamiento" de la "agricultura moderna" no significa que la sociedad industrial necesite cambiar su modelo, sino que la forma en que ésta se realiza, debe de adaptarse al soporte natural que no aguanta más las macro inversiones de energía exógena, embazadas en los insumos químicos de síntesis industrial. Es decir, cambia la matriz tecnológica que deja de ser química industrial grosera, y pasa a ser una matriz "de vida", biosíntesis, matriz muy selectiva para una media docena de empresas que superan a los Estados Nacionales y tienen capacidad para hacer inversiones superiores a mil millones de dólares al año. El poder del, agronegocio, traducción de "agribusiness" merece un análisis sintáctico: Agricultura es fruto del trabajo ultra social de las especies antes citadas y es una contradicción usar la expresión agri-business (sin ocupación) pues ella solo existe a través del trabajo y fuera de la naturaleza. En español "agro-negocio" tiene el mismo significado, negación del ocio. ¿A qué ocio se refiere, si la agricultura no existe en la naturaleza y es la acción ultrasocial la que permite la imprescindible producción de alimentos?

El matemático Carol Lewis primero y sociólogo portugués Boaventura de Sousa Santos después, nos llevan al espejo donde lo real y lo virtual ocupan la misma imagen. La agro+ecología, neologismo creativo que se refleja en el espejo, elimina el sufijo "cultura" de profundo significado en el contexto en que el humus crea las guerras, por codicia; la agri+cultura sostenida por ejércitos crea imperios, pero construye civilizaciones.
Nadie en América Latina cuestiona el agronegocio. La ex presidenta de Argentina Cristina F. de Kirchner, intentó cobrar el pago de los costos de la seguridad social a través de impuestos a los agronegocios y fue derrotada por su propio pueblo, víctima de la propaganda de los medios de manipulación masiva. El nuevo orden internacional no permitió tal cobro, lo que es un descalabro. Para evitar desequilibrio o visión unilateral del problema que ya nos hizo tanto daño en la fase de "agricultura moderna" es que se crea la agroecología sin poder, con discurso y retórica, como una bandera manipulada, manipulable e ingenua, que es tomada por la mayoría de los movimientos sociales agrarios y rurales en América Latina. Bandera que cuenta con su propia aristocracia científico-intelectual, formada en el seno de universidades e institutos de Estados Unidos y Europa, donde la esencia emancipadora del poder campesino, del sujeto político, del actor social transformador, alcanza para scientific papers y congresos, pero prácticamente nunca a la realidad.

Miremos hacia la educación. ¿Por qué México adopta la carrera de Ingeniería Agroecológica, que ya tiene registro hace 25 años y en Brasil se adoptan la licenciatura y Bachilleratos vacíos de poder? Pareciera que en México se utiliza la misma estructura académico-administrativa junto a los cursos tradicionales, propiciándose una transición suave e indolora, mientras que en Brasil se crean escuelas en locales aislados y sin las condiciones materiales mínimas como laboratorios o infraestructuras acordes con las necesidades del curso. ¿Será para montar una farsa que satisfaga al Banco Mundial-CFR, pero sin causar incomodidades al Agronegocio?

El gran generador de empleos técnicos de calidad en agricultura hasta las dos últimas décadas del siglo XX era la Extensión Rural, creada años atrás por la Fundación Rockefeller con la finalidad de capitalizar internacionalmente la agricultura basada en el consumo de insumos y paquetes tecnológicos.

En el caso de Brasil cuando regresó la "democracia", aquella extensión rural fue abandonada, las grandes organizaciones y grupos contestatarios regresaron del exilio y pasaron a crear ONGs financiadas con dinero "indulgente" de ciudadanos de los países industrializados. Indulgentes dólares, libras, euros, yenes, que buscan expiar la culpa inducida por las grandes corporaciones

de la mercadotecnia y los mass-media, interesados en el cambio hacia la nueva matriz tecnológica de la biotecnología y la biología molecular para vender los servicios de la agroecología. Es inconsciente el valor proporcional del costo participativo de cada tarjeta, etiqueta, sello y certificado, en el trabajo campesino (café, cacao, frutas, legumbres, etc.). Esa es la Agroecología de ellos y no sólo en Brasil sino en México y Colombia por dar dos ejemplos (Nestlé, Caca-Cola, PepsiCo, Cargill, GIZ, USDA, JICA, así como Fundaciones, Organizaciones y demás entes, que con dinero privado o triangulando recursos públicos lavan la cara a los intereses y matrices hegemónicos).

Es Ortega y Gasset quien dice: “La juventud raramente tiene razón en las cosas que niega, pero siempre tiene razón en las cosas que afirma”. Por toda parte he escuchado reclamos en cuanto a las condiciones del curso y desilusión de los alumnos. Es muy raro que se consiga éxito en la agroecología sin un grado académico con suficiente cálculo matemático, estadística, física, biología, fitogeografía, botánica, química, bioquímica, fitoquímica, fisiología, etnología, pedagogía y filosofía.

Es difícil enfrentar una articulación que tiene por detrás un Orden Internacional. En varios países de América Latina la agroecología inunda o inundará universidades, asambleas legislativas, ministerios y congresos nacionales, como el contra punto del agronegocio que corre suelto sin control para la distracción, no la alegría, pues resulta útil para desviar la atención de los más humildes y dar fe de futuro a los más jóvenes. ¡A otro perro con ese hueso! es el dicho que debería ser empleado, pero no es así.

El resultado es el consumismo en la agricultura industrial moderna que impuso el termino banquero de “sustentabilidad”, que en economía significa manutención del stock de capital y la creación del neologismo agribusiness, urbi et orbi, traducido como “agronegocios”, un término muy contradictorio pues, como no hay agricultura en la naturaleza -como se ha mencionado antes, ella es resultado del trabajo ultrasocial-, entonces tampoco puede haber ocio en ella, es también donde más se roba “más valía” a través de la esclavitud, la servidumbre, el salario y el consumo de servicios innecesarios que quitan dignidad al campesino apropiándose de su biopoder ultrasocial.

De nada adelantó la Cooperativa Campesina Ecológica Coolméia, esfuerzo organizativo que contaba con más de 30 años de edad y que es ejemplo en el mundo, fue destruida. Hoy día, el Ministerio de Agricultura transforma la Agroecología en órgano policialesco burocrático contra los campesinos y agricultores, por los intereses concentradores de capital en los servicios de las grandes corporaciones: Crea dificultades para vender facilidades, no felicidades.

Los agronegocios continentales pasan a significar la sustentabilidad sin solución de continuidad para el abasto-suministro mundial de commodities subsidiadas por el hambriento pueblo latinoamericano que debe abastecerse mediante la transformación de la industria para que las quedas internacionales de precios garanticen los negocios a través del consumo interno. Nadie quiere darse cuenta que la acción ultra social es cotidianamente transferida del campesino hacia la industria de alimentos. Por otra parte, la importación de servicios quita valor a los productos y hace que los países centrales, a través de una docena de empresas, monopolicen el comercio internacional de alimentos de calidad. Alemania por ejemplo, siendo la mayor “coyote” en la producción de alimentos orgánicos-agroecológicos, su producción agrícola, pesquera y forestal genera solamente 3% de su Producto Interno Bruto. Allá la palabra agroecología es extraña dentro de su academia, su política y su economía sin embargo, es importante para su comercio exterior.

La vida en el agua y superficie del planeta necesita de energía para su metabolismo y autopoiesis. Autopoiesis es la capacidad de un ser vivo de recuperar, restaurar o reconstruir órganos y tejidos. La primera forma de energía aprovechable fue la presente en los minerales; Después la energía de la fermentación de la materia orgánica de los cadáveres, pues contenía Carbono, Nitrógeno y Azufre. Por último el aprovechamiento de la luz solar para la síntesis de alimentos. La integración de esas tres formas de energía en los seres vivos continúan en evolución que lleva a más y más diversidad. Día a día surgen nuevas formas de vida [39], entretanto, en la sociedad industrial a cada minuto el envenenamiento, contaminación, y destrucción de procesos y soportes vitales elimina esa biodiversidad.

La vida migró de los océanos hacia el agua dulce, y de allí a la tierra firme donde forma el suelo. En él cumplimos la acción ultra-social de producir alimentos y cuanto mayor la biodiversidad mejor es, pero eso contraría el dogma económico regente en la Sociedad Industrial: “Cuanto más escaso un bien, más precio tiene, pues no importa sus otros valores” [41]. El bien más valioso en el planeta es el suelo ultra-social, que es menos de 13% del total de la superficie emergida del agua. Con todo, diariamente hay erosión y devastación de millares de hectáreas, y la tecnología tiene todo a ver con ese desastre: En 1965 en un suelo del Pakistán era aplicado 1 Kg de Urea y producía 11 Kg de arroz; En 1995, treinta años después, en el mismo suelo la misma urea solo producía 3 Kg de arroz. El dato proyectado para 2025, treinta anos adelante es que en el mismo suelo, la misma urea irá producir menos de 0,3 Kg de arroz, pues el suelo perdió su Carbono, Nitrógeno, Azufre y diversidad mineral. Este es el epitafio de la Agricultura Moderna del Barón von Liebig y la Revolución Verde de la Fundación Rockefeller con la misma aceleración en la “sustentabilidad” en la nueva matriz tecnológica de la Biotecnología, que propone los mismos errores anteriores. (42) Sin C, N, S y minerales la capacidad de almacenar agua disminuye con aumento de costos y tragedias más impactantes en el mundo.

La vida microbiana ou “microbioma” que garantiza el almacenamiento de agua, minerales y garantiza la vida en el suelo migra hacia nuestro interior colonizando as células y órganos de forma que tenemos mil veces más células de microorganismos en nuestros órganos que participan de nuestro metabolismo, aparatos y glándulas. Su casi totalidad está en los intestinos y participan en la digestión por lo que necesita de un gigantesca red de células nerviosas entéricas (neuronas) pasó a denominarse “nuestro segundo cerebro” es la parte actuante de nuestro sistema inmunológico formado lentamente en los más de 130 millones años en los seres ultra-sociales más primitivos. [43]

La Teoría de la Selección de los más Fuertes y Aptos para explicar la Evolución Natural de la Vida, de Darwin fue bien aprovechada por el Imperio Británico para justificar sus acciones [44]. No obstante, la supervivencia es más fácilmente alcanzada a través de la cooperación como podría ser observado en la naturaleza, pero contra dictaba con el “victorianismo” inglés. Las simbiosis entre bacterias, algas, hongos o la formación de simbiosis entre ellos alcanzaran los seres ultra-sociales donde microorganismos en su tracto digestivo, antiguamente conocidos como micro flora hace gran parte de la transformación de los alimentos, auxilia en la digestión y producción de protectores para la salud. Ella hoy es más conocida como “microbioma”. Diariamente un ser humano excreta diez mil millones de individuos del microbioma.

El aprovechatamiento de los microbios del rumen de los herbívoros permitió el descubrimiento de los anti diarreicos en la medicina y los biofertilizantes enriquecidos en la agroecología. Su metabolismo extracorpóreo posibilitó valorizar la vida en el sistema ultrasocial restaurando el uso de microbios.
La obra de Piotr Kropotkin “El apoyo Mutuo”, llevó Kozo-Poliansky a escribir sobre la Endosimbiogénesis [45]. Es el pequeño, débil y numeroso quien sostiene y garantiza el fuerte,

disminuyendo sus vulnerabilidades, permitiendo mayor resiliéncia. Luego, cuanto más diversidad hay en el microbioma mayor es el beneficio mútuo para nuestra salud por lo que la ciencia actual denomina los intestinos de nuestro segundo cerebro.

Sin exageración, la industria de alimentos con sus productos y tecnología es la gran responsable por las alergias y síndromes inmune deficientes, además de perdida de biodiversidad en la naturaleza, agricultura y microbioma del suelo y humano/animal, conocida como “disbiosis” en nuestros intestinos con comprometimiento de nuestro sistema inmunológico, calidad de vida y salud individual y colectiva [46]. Repetimos, disbiosis es el inverso de biodiversidad, favoreciendo seres oportunistas como Salmonellas y Clostridium que colonizan los intestinos afectados por ella (síndrome del intestino inflamado).
La epidemia de Disbiosis atinge hoy más de dos millones de personas y mató más de 50 mil solamente en los EEUU. El tratamiento adoptado por las autoridades de salud es el Transplante de Microbioma Fecal (Fecal Microbiome Transplantation) [47]. O sea, recorren materia fecal fresca de personas sanas debidamente evaluadas y administran vía oral o enemas a los enfermos de disbiosis. Lo hilarante es que se está comprando materia fecal fresca de campesinos mesoamericanos de óptimos hábitos alimentares y actividades somáticas pagando 40 dólares la defecada con un bonus de 10 dólares por la constancia de cinco días.

Esa solución subordinada a la economía fue creada en el poderoso “Massachusetts Institute of Technology “que creó el Openbiome Bank que compra y vende materia fecal, dentro da óptica y ética de los EEUU, donde todo se transforma en una forma de hacer dinero, bien diferente de un banco de medula huesea existente en el mundo que actúan de forma humanitaria. El tratamiento de la disbiosis cuesta algunas centenas de millares de dólares [48]. Hoy día solamente un porcentaje infinitesimal de los microbios del microbioma intestinal, del suelo y de la atmosfera pueden ser aislados, identificados y cultivados en laboratorios, lo que obliga mientras tanto a comerse excrementos en cuanto las investigaciones no alcanzan éxitos en los laboratorios. Pero eso estas investigaciones están siendo autofinanciadas por los lucros de los accionistas del Openbiome Bank.

Delante de lo escatológico percibimos su significado, para el futuro de la industria de alimentos que ahora engloba además de la agricultura, salud, cosmética y comportamientos. Es un salto tecnológico gigantesco, pues se supera a la pasteurización, esterilización, desinfección, que eran infra-estructuras fundamentales de la industria, que desvitalizaba e aniquilaba la cualidad de los alimentos. A partir de ahora, las metas de higiene usarán “saprófitos”, “sideróforos” y otros. Dejase de usar las moléculas químicas sintéticas de poco valor agregado y concurrencia y pasase a usar el vigor y diversidad de los microbios en endossimbiosise, ajustables a través de la biología molecular, ingeniería genética y nanotecnología, lo que representa un negocio superior a centenas de mil millones de dólares fortaleciendo el dogma de la industria de alimentos en forma exponencial [49]. La consecuencia más grave que emerge es la epidemia de disbiosis en los EEUU, Canadá y otros países, escondida por razones obvias y usase el “fetiche de la tecnología” para poder desarrollar y transformar en nuevo segmento millonario de etapa inicial escatológica [50].

Lo más aterrador es que los ciudadanos no perciben la violencia estructural que significa comer excrementos y pagar caro el tratamiento mientras eso autofinancia la industria de alimentación. Es el sacrificio impuesto al ciudadano, donde cosas importantes son ocultadas y las enajenadoras estimuladas con pérdida de libertad y el gobierno no pierde credibilidad.

La disbiosis en el suelo destruye nuestro PRIMER CORAZÓN, afecta la evolución y calidad de vida. Es en él que, el humus con sus macromoléculas garantiza el almacenamiento de agua y

gases del efecto invernadero de 4 a 10 veces su peso y mantienen el equilibrio térmico del clima en el planeta a través de las altamente estables Huminas.

La codicia de la sociedad Industrial ya antes impuso el uso alimentos desvitalizados, medicinas industriales y ahora a comer excretas para acumular riquezas económicas y busca por medio de la mercadotecnia hacer que el reduccionismo químico y el holismo agroecológico sean ambivalentes. Hay que estudiar mucho para insurgirse!

Artículos como Agribusiness, peasants, lefts-wings goverment on the State in Latin America: An review and theoritical reflections, de Vergara-Camus y Kay (Wiley Agrarian Change, 03-01-17), resultan lecturas necesarias y de útil discusión en todos los ambientes agroecológicos pues pueden inducir a desviaciones ideológicas. ¿Cual es el gobierno latinoamericano que estuvo o está realmente en el "poder"? La mayoría de ellos únicamente administraron el gobierno o parte del mismo, respondiendo a los intereses de la oligarquía local e internacional, del CFR, de las agrupaciones de banqueros, de las multinacionales, de terratenientes y mass-media. Es necesario reconocer que lejos de consolidarse un genuino "poder de izquierda", algunos gobiernos impulsados por organizaciones y movimientos campesinos, sindicales, y sociales, actuaron como mecanismos de contención y mediatización de luchas populares. También es cierto que existen gobiernos en América Latina que a pesar de las presiones de los poderes financieros, políticos y mediáticos mundiales, así como de limitaciones internas como el rentismo y la enajenación de grandes sectores de la población, su existencia ha permitido la apertura de espacios masivos de participación, organización y formación política. Sin embargo, administrar un Estado que se ha construido y funciona bajo las reglas del Orden Mundial dominante, difícilmente resultará por el sólo hecho político-administrativo de "gobernar", en el desarrollo de un biopoder campesino creciente, sólido o de cualquier otro poder popular vivo.

Podría terminar aquí, pero vuelvo a la educación en los últimos 30 años en América Latina no se realizaron inversiones en educación, salud, seguridad, agricultura y alimentos. Todo fue y es violencia estructural manipulada y conducida con maestría. En este sentido, el artículo citado es contundente: "La patente paradoja de la movilización (popular) con propuestas a la retórica de las acciones virtuales con mucha propaganda y publicidad inconsecuentes". Algunas ONGs que hacían trabajo con migajas de la indulgencia de la comunidad europea, pasaron a tener decenas de millones de dólares del presupuesto nacional para ejecutar lo arriba expuesto como si fueran políticas públicas. En el Sur maravilla una OSCIP de un prócer del gobierno que recibió 2,5 millones de reales, mientras los encargados de un departamento de economía solidaria de una incubadora universitaria disponía de 150 mil reales. Al mismo tiempo, un diputado conquistó para su grupo de apoyo 500 mil reales mediante una enmienda parlamentar al presupuesto nacional... Eso se repitió en todas las latitudes y longitudes nacionales y de ultramar. Tuve la oportunidad de visitar una ONG y ella pasó a tener la estructura de un órgano federal, con más de 80 computadores, automóviles, mientras la municipalidad local quedaba avergonzada y con atraso en el repase de sus recursos por tener gestión independiente.

Ahora los veo humillados, llorando porque dos tercios de su personal fueron despedidos por los cortes en las dotaciones presupuestales. No hay humildad, ni autocrítica en decir: por el gobierno desviamos propuestas y propósitos sociales e ideológicos inherentes al pueblo, bien aprovechado por los golpistas del CFR, Industrias y Agronegocios. Hicimos un deservicio al Bio-poder Campesino.

Mi triste conclusión es que la agroecología es un espejo virtual de la realidad del interés de la industria de alimentos, que ya está escondida por detrás del espejo aguardando la orden para

reflejar su imagen sostenible, vacía de poder tan arrogante y prepotente como la agricultura moderna de las dictaduras, pero con el humano cada vez mas deformado.

Sin embargo, a pesar de las decepciones y desilusiones, no todo está perdido. Hay que denunciar la instrucción que se da a técnicos nacionales e internacionales de las grandes empresas, que actúan en la agroecología para Nestlé, Coca Cola, Cargill, Pepsi Cola y otras con desenvoltura en “upgrade” del agronegocio ecológico.

Todo el trabajo que hice desde 1968 en la agricultura y que me costó muchos daños económicos sociales, y otros más por la dictadura que actuó en interés de las multinacionales de los agrotóxicos, hoy son conquistas para Nestlé, Coca Cola, Monsanto, Bayer, etc. Los alimentos orgánicos (agroecológicos) son ideológica y religiosamente para los más ricos, “educados” y pudientes, en esta historia, los movimientos sociales auténticos fueron usados para la transición de una matriz tecnológica hacia otra.

Con todo, no fuimos derrotados. Hoy día trabajamos con el BIO-PODER CAMPESINO y en él, con ESPIRITUALIDAD que empecé a percibir en el México multiétnico. La actividad ultra social de la agricultura impone valores espirituales, espiritualidad campesina que no debe confundirse con misticismo y esoterismo europeo pues es antagónica a todo ello, espiritualidad que es resistencia. Pero ojo que ya en Holanda y Oxford University hace diez años hay estudios sobre como introducir “espiritualidad” en el comercio de alimentos “agroecológicos”. ¿Recuerdas que decíamos que el banano jarocho de Vera Cruz jamás tendría la competencia de los orgánicos (agroecológicos) de Nestlé Coca Cola? Ahora pretenden con la “espiritualidad de consumo” tenerlo. Sin embargo, a lo largo del tiempo el bio-poder campesino conduce a la conciencia cósmica al anticiparmos la imagen hacia adelante del espejo, así ella pierde la condición de virtual y pasa a ser real.

Lo que me deja atónito no es la falta de laboratorios y prácticas verdaderamente agroecológica en el Hemisferio Sur, sino que su extensión-agroecológica este siendo gestada en facultades de educación, en un país que nunca, jamás en tiempo alguno, aplicó políticas las públicas de Paulo Freire con el poder (y bio-poder campesino), sino únicamente con gobiernos caricatos y desposeídos. ¿Será que estamos preparando el ambiente publicitario para que la extensión asuma la función ultra social campesina en favor de industria de los alimentos? ¿Donde la biotecnología escoltada por los neo-agrónomos utilice la interface de los insumos agroecológicos de la industria de alimentos, propalado por bachilleres y nutriólogos?

Me quedé avergonzado, no con esa realidad, sino con la ausencia de un nacional en la bibliografía del diversionista artículo referido arriba, y sin embargo, tenga más de diez referencias a la presidenta de Brasil. Eso impide e induce al estudioso a ver la “burbuja de realidad virtual de la agroecología”. Callar seria ser cómplice o comparsa. No tengan miedo, recuerdo que en los años 80 recibimos en el Sur maravilla a tres especialistas alemanes en agricultura orgánica. Lo raro fue que ellos tenían cinco años de estudios en la Escuela de la multinacional de agrotóxicos Hoechst y solamente un curso de 3 meses en agricultura orgánica, pero llegaban como “experts”. Con lo que vieron uno retornó en una semana con fuerte shock cultural. La otra, de la misma forma, retorno a los tres meses después de caer de un caballo. El último se quedaba muy molesto con la campañas contra los agrotóxicos de su Alma Mater y la lucidez en contra la “burbuja virtual” del GTZ-CFR...

En las Universidades ahora surgen las cátedras de agroecología, con profesores deficientes por la formación ortodoxa y los alumnos reclaman, por la misma visión y misión en el Orden Internacional de la agroecología industrial con su codicia y reduccionismo, pues lo que están

haciendo es sustituir el veneno químico y fertilizante sintético por productos bio-sintéticos de las mismas grandes empresas que solamente sustituyen su línea de producción. Cambio lento y gradual para no incomodar estructuralmente, en la periferia del mundo, al sabor de los intereses centrales, que ya hace 30 años tienen en la biopiratería de la agricultura orgánica su mercado rentable de servicios y ganancias formidables, mientas lo que más avanza es el discurso sociológico de la Agroecología sintonizado con banderas y militancias de los movimientos sociales ansiosos por un gobierno al envés del poder.

Pocos fueron los que montaron estrategias, organizaron la producción y desarrollaron tecnologías para la agricultura orgánica y agroecología. La rebeldía en el Sur de Brasil generó éxitos precoces y pioneros, pero también fueron sofocados por la enajenación, la corrupción y el servilismo al servicio del poder del gran capital internacional y aquellas ansias de “gobierno”. Eso vivimos.

La “Agroecología del U.S State Dept.” se tornó en un fuego de paja que se alastra sin conservación de energía o producción de calor, pero prepara corazones y mentes para las grandes empresas, pues no hay políticas públicas de genuino biopoder campesino. Con todo, el valor de la comida de alta calidad es hoy día, superior a 200 mil millones de dólares/año, comida exclusiva para la elite en contradicción con discursos y aparentes utopías, mera distopía al servicio de la Eugenesia de Spencer, Hitler y otros tan mediocres cuanto. Libertad y Felicidad es la consigna pues la lucha sigue y sigue.

POTENCIAL AGRO-BIOTECNOLÓGICO DE LA COLECCIÓN DE MICROORGANISMOS EDÁFICOS Y ENDÓFITOS NATIVOS (COLMENA)

Sergio de los Santos Villalobos[1*]

1 CONACYT-Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, Cd. Obregón, Sonora, México.
*Autor de correspondencia: sergio.delossantos@itson.edu.mx

Resumen

COLMENA (www.itson.mx/COLMENA) es una colección microbiana enfocada en la preservación, clasificación, caracterización, y transferencia de microorganismos nativos aislados de diversos agrosistemas y hábitats de México. El objetivo de esta colección es disminuir la pérdida de la diversidad microbiana asociada a los cambios de uso de suelo. Así, hasta el momento, se han muestrearon dos zonas agrícolas más importantes de México: el Valle del Yaqui, Sonora, y el valle del Fuerte, Sinaloa. Actualmente, COLMENA preserva aproximadamente 1,464 cepas de microorganismos edáficos asociadas a diversos cultivos agrícolas, tales como: trigo (448), maíz (313), alfalfa (54), frijol (35), y otros. Recientemente, la clasificación taxonómica de 353 cepas bacterianas y fúngicas, mediante la amplificación de los genes 16S RNAr y 5.8S RNAr ha sido concluida, observando que los géneros bacterianos más abundante son *Bacillus* (27%), *Pseudomonas* (8%), *Stenotrophomonas* (6%); mientras que los géneros fúngicos más abundantes son Aspergillus (8%) y *Penicillium* (3%) los cuales han sido previamente identificados como microorganismos promotores de crecimiento vegetal y agentes de control biológico; así cepas preservadas por COLMENA con potenciales mecanismos para promover crecimiento vegetal (producción de indoles, producción de sideróforos, solubilización de fosfatos y actividad celulolítica) fueron probados *in vitro* para comprobar su promoción de crecimiento y antagonismo de fitopatógenos. De esta manera, colecciones microbianas como COLMENA forman parte de alternativas para favorecer la sustentabilidad y calidad de los suelos, mediante el resguardo, estudio y provisión de cepas microbianas con gran diversidad metabólica para su utilización biotecnológica en el área agrícola.

Palabras clave: Colecciones microbianas, agricultura, agrosistemas, potencial biotecnológico

Introducción

Las colecciones microbianas tienen un papel vital en la conservación y uso sostenible del recurso microbiano, proveyendo de material biológico auténtico y ofreciendo servicios de preservación, crecimiento e identificación de cepas, para ser transferidas a la comunidad científica y lograr su explotación biotecnológica (WFCC, 2017). La Colección de Microorganismos Edáficos y Endófitos Nativos (COLMENA) además de enfocarse en la preservación, clasificación, caracterización y transferencia de microorganismos, también lleva a cabo el estudio de la actividad metabólica de cepas microbianas que la integran. COLMENA preserva microorganismos nativos aislados de diferentes agrosistemas y hábitats en México, con el objetivo de disminuir la pérdida de la diversidad microbiana, mediante el aislamiento, preservación y tipificación del recurso microbiano edáfico cultivable, cuantificando los potenciales beneficios ambientales y económicos de su re-incorporación a los ecosistemas.

Materiales y Métodos

Muestreo y aislamiento de microorganismos
Se muestrearon dos de las zonas agrícolas más importantes en el noreste de México: el Valle del Yaqui en el Estado de Sonora, y el valle del Fuerte en el Estado de Sinaloa. El aislamiento de las cepas se realizó mediante la técnica de diluciones seriales, utilizando medios de cultivos enriquecidos. Los cultivos axénicos fueron crioconservados en glicerol al 10% a -160ºC.

Caracterización molecular
El ADN genómico de los microorganismos se extrajo de acuerdo con Reader y Broda (1985). La diversidad bacteriana se estimó mediante la secuenciación del gen rRNA 16S y el rRNA 5,8S para la diversidad fúngica. Para bacterias se amplificaron los cebadores FD1 (5'-CCGAATTCGTCGACAACAGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') y RD1 (5'-CCCGGGATCCAAGCTTAAGGAGGTGATCCAGCC-3'), la reacción de PCR consistió en una etapa de desnaturalización a 95°C de 5 min, 30 ciclos de 30 s a 95°C, 40 s a 57°C y 2 min a 72°C, y una etapa de alargamiento de 5 min a 72°C. Para hongos, se amplificaron los cebadores ITS1F (5´-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3´) e ITS4R (5´-TCCTCCGCTTATTGATATGC- 3´), la reacción de PCR consistió en una etapa de desnaturalización a 94ºC de 3 min, 35 ciclos de 30 s a 94ºC, 30 s a 55ºC y 1 min a 72ºC, y una etapa de alargamiento de 10 min a 72°C. Los productos se verificaron mediante electroforesis en gel de agarosa (2%) y se secuenciaron en la plataforma Sanger. Las secuencias fueron depositadas en NCBI Genbank.

Caracterización metabólica
Los aislados se caracterizaron para diversos rasgos bioquímicos, enfocados en la promoción del crecimiento de las plantas y el control biológico de hongos fitopatógenos, i.e. producción de indoles (de los Santos *et al*., 2013), solubilización de fosfatos (Onyia *et al*., 2013), producción de sideróforos, actividad celulolítica (Gomashe *et al*., 2013), entre otros. Estas características metabólicas, entre otros rasgos bioquímicos de interés, fueron utilizados para la selección de microorganismos promisorios. Así, la potencial capacidad de promoción del crecimiento vegetal y control de fitopatógenos de los microorganismos seleccionados fueron cuantificados en ensayos en *in vitro* e invernadero.

Resultados y Discusión

Cepas preservadas en COLMENA
COLMENA preserva y estudia 1,464 cepas microbianas asociadas a diversos cultivos agrícolas de importancia económica para México, como: trigo (448), maíz (313), frijol (35), alfalfa (54), y otros (Figura 1). El 24% de las cepas preservadas en COLMENA han sido caracterizadas molecularmente (Figura 2), identificando una diversidad bacteriana (70%) compuesta por 28 géneros, siendo los más abundantes: *Bacillus* (27%), *Pseudomonas* (8%) y *Stenotrophomonas* (6%), y 24 géneros fúngicos (30%), siendo los más representativos *Aspergillus* (8%) y *Penicillium* (3%). Dichos géneros han sido previamente identificados como microorganismos promotores de microorganismos de crecimiento vegetal y agentes de control biológico mediante mecanismos como producción de indoles, sideróforos y/o antibióticos, solubilización de fosfatos, entre otros (Ahemad y Kibret, 2014; Castaño, 2005), evidenciando su potencial para ser incluidas en novedosas estrategias para implementar una agricultura sostenible en la región.

Cepas con capacidades de promoción de crecimiento vegetal y agentes de control biológico
Diversas cepas mostraron resultados positivos en las caracterizaciones metabólicas realizadas. En ensayos en invernadero, las cepas TE3, TE4 y TE6 incrementaron al 100% el contenido de clorofila en las plantas de trigo inoculadas, así como el número de macollos (95% Turkey HSD) en comparación a las plantas control. Otros estudios han mostrado que la cepa *Bacillus subtilis* TSO1 y *Bacillus subtilis* TSO2 mostraron actividad antagónica contra el hongo fitopatógeno *Bipolaris sorokiniana* TPQ1, agente causal de la mancha borrosa en trigo, con un porcentaje de inhibición mayor del 60% (Villa *et al*., 2017) y la cepa *Bacillus subtilis* FSQ1 contra el agente causal del moho blanco, *Sclerotinia sclerotiorum*, con un porcentaje de inhibición mayor del 30% (Villareal *et al*., 2017).

Conclusiones

Con base a la gran diversidad metabólica que se ha registrado en los microorganismos asociados a cultivos agrícolas de la zona noroeste del país, COLMENA representa una alternativa para la identificación de microorganismos que exhiben características asociadas con la promoción de crecimiento vegetal y biocontrol de fitopatógenos. Cabe destacar, que COLMENA es un proyecto dinámico, el cual está en las primeras etapas; en un futuro se está considerando incluir diferentes zonas agrícolas a nivel nacional e incluir caracterizaciones adicionales, por ejemplo producción de antibióticos, ensayos de tolerancia a estrés, formulación de bioinoculantes, pruebas en campo, entre otros.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo recibido por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología mediante el financiamiento del proyecto 253663 “Fortalecimiento de la infraestructura del Laboratorio de Biotecnología del Recurso Microbiano del ITSON para la creación de COLMENA: COLección de Microrganismos Edáficos y Endófitos NAtivos, para contribuir a la seguridad alimentaria regional y nacional”, del Programa de Apoyo al Fortalecimiento y Desarrollo de la Infraestructura Científica y Tecnológica 2015. De manera similar al INIFAP. Así como a todo el equipo de trabajo del Laboratorio de Biotecnología del Recurso Microbiano por su dedicación y compromiso para la creación de COLMENA.

Referencias

Ahemad, M.; Kibret, M. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. *JKSUS* 2014, *26*, 1-20.

Castaño, Z. Hongos parasitos de hongos. *Guía ilustrada de hongos promisorios para el control de malezas, insectos, nematodos y hongosfitopatógenos*. 1sr ed.; Editorial Universidad de Caldas: Manizales, Colombia, 2005; pp 35-36.

de los Santos, S.; Folter, S.; Délano, J.; Gómez, M.; Guzmán, D.; Peña, J. Growth promotion and flowering induction in mango (Mangifera indica L. cv ”ataulfo”) trees by Burkholderia and Rhizobium inoculation: Morphometric, biochemical, and molecular events. *J. Plant Growth Regul.* 2013, *32*, 615-627.

Gomashe, A.; Gulhane, P.; Bezalwar, P. Isolation and Screening of Cellulose Degrading Microbes from Nagpur Region Soil. *Int. J. of Life Sciences* 2013, *1(4)*, 291–293.

Onyia, C.; Anyanwu, C.U. Comparative study on solubilization of tri-calcium phosphate (TCP) by phosphate solubilizing fungi (PSF) isolated from Nsukka pepper plant rhizosphere and root free soil. . J. *Yeast Fungal Res.* 2013, *4(5)*, 52-45.

Villa, E., Parra, F. I., Estrada, M. I., de los Santos, S. Identifying bacterial biocontrol agents against Bipolaris sorokiniana, the causal pathogen of spot blotch on wheat in the Yaqui Valley, Sonora. In: Biotechnology Summit 2016, Fernández-Luqueño F, López-Valdez F, de los Santos Villalobos S., Eds.; IFBRESCHNSASTSAC: Cinvestav, México, 2017; pp 73 – 77.

Villarreal, M. F.; Armenta, C.; Parra, F. I., Cira, L. A.; de los Santos, S. *Bacillus subtilis* FSQ1 as a promising biological control agent against *Sclerotinia sclerotiorum* in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Biotechnology Summit 2016, Fernández-Luqueño F, López-Valdez F, de los Santos Villalobos S., Eds.; IFBRESCHNSASTSAC: Cinvestav, México, 2017; pp 115 – 120.

World Federation for Culture Collections. http://www.wfcc.info/ccinfo/index.php/home/content (consultado Julio 15, 2017).

Figuras e Imágenes

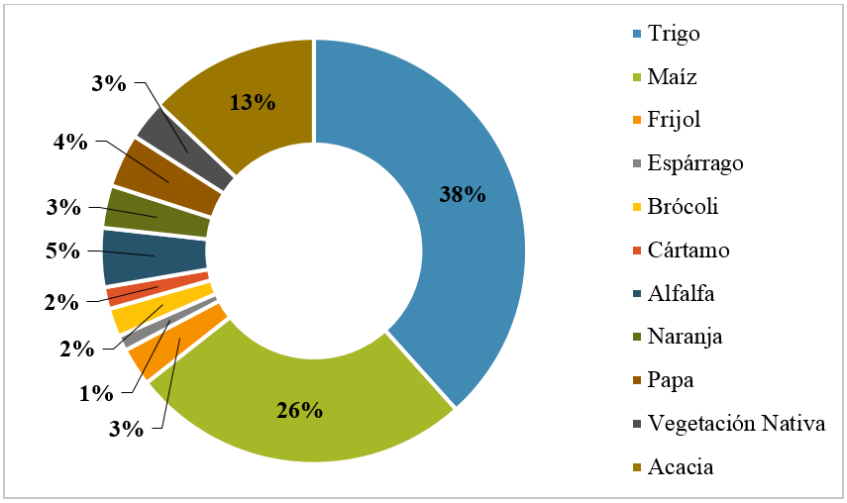


Figura 1. Referencia porcentual del número de cepas microbianas preservadas en COLMENA asociadas a los cultivos agrícolas en estudio, localizados en el Valle del Yaqui, Sonora y el Valle del Fuerte, Sinaloa.

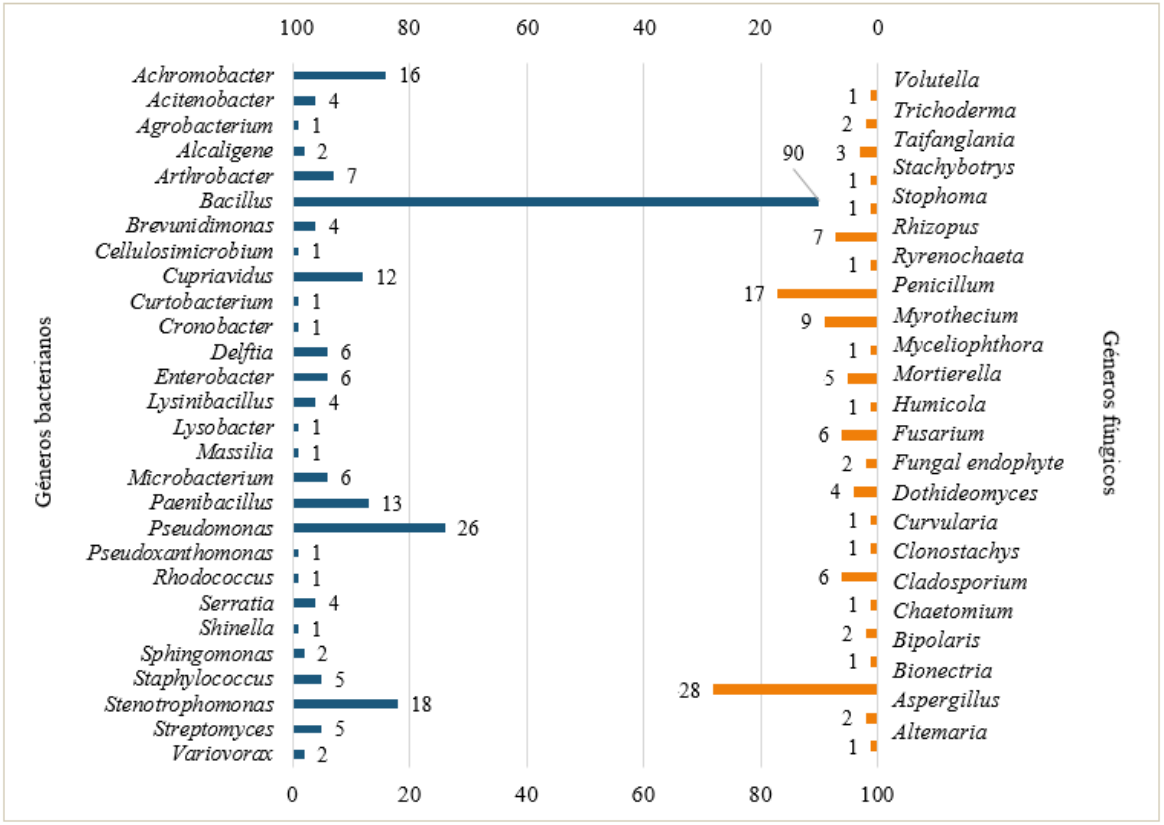


Figura 2. Diversidad bacteriana y fúngica preservada en COLMENA asociada a los cultivos agrícolas en estudio, localizados en el Valle del Yaqui, Sonora y el Valle del Fuerte, Sinaloa.

AGRICULTURA ORGÁNICA

CARACTERÍSTICAS SOCIOCULTURALES DE LOS PROPIETARIOS DE HUERTOS FAMILIARES EN ACAYAHUALCO, GUERRERO, MÉXICO

Francisco Zanábriga-Parra [1],
Leonardo Herrera-Gil [2],
Antonio Albarrán-Román [3],
Odalis Figueroa-Rebolledo [4]

RESUMEN

En enero del 2013 se aplicaron cuestionarios a propietarios de huertos familiares. El presente trabajo tuvo como objetivo, conocer algunas de las características socioculturales de los propietarios de los huertos familiares en la localidad de Acayahualco, Municipio de Tepecoacuilco de Trujado, Estado de Guerrero, México. Se concluye.

Se conocieron características socioculturales de los propietarios de los huertos familiares en la localidad de Acayahualco, Municipio de Tepecoacuilco, Estado de Guerrero, México.
Se deben incorporar los resultados de estos trabajos para que los programas de los tres niveles de gobierno y de otras instituciones sean más eficientes y contribuyan a dar verdaderos beneficios sociales y económicos.

Palabras clave: Problemas socioeconómicos, producción alimentos, sistemas agroecológicos, agricultura sostenible, sistemas agroforestales.

Socio-cultural characteristics of homegarden owners in Acayahualco, Guerrero, Mexico

ABSTRACT

In January 2013, questionnaires were applied to home garden owners. The present work had as objective, to know some of the sociocultural characteristics of the owners of the home gardens in the locality of Acayahualco, Municipality of Tepecoacuilco de Trujado, Guerrero State, Mexico. It concludes.

It became known socio-cultural characteristics of home garden owners in the locality of Acayahualco, Municipality of Tepecoacuilco, State of Guerrero, Mexico.
The results of this work should be incorporated so that the programs of the three levels of government and other institutions to be more efficient and to contribute to true social and economic benefits.

Key words: Socioeconomic problems, food production, agroecological systems, sustainable agriculture, agroforestry systems.

1 Profesor-Investigador. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Autónoma de Guerrero (FCAA-UAGro). soegas2008@hotmail; materiales.didacticos.fzs@gmail.com; 2, 3 Profesores-Investigadores FCAAGro, 3 aaalbarran@hotmail.com. 4 FCAA-UAGro, odalisfigueroa4@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Para el presente trabajo el huerto familiar (HF) (Rigada y Cuanalo, 2005; Moctezuma, 2010; Mariaca, 2012; Cano, 2015) es un sistema integrado por humanos, plantas, animales, suelo y agua en un área bien definida, entre 0.5 y 2 ha., cerca de la vivienda familiar. A su vez, tiene unas características ecológicas especiales, ya que el sistema huerto familiar tropical es un sistema agroforestal con gran complejidad y diversidad. Donde se mantienen una variedad de etapas de sucesión, dominadas normalmente por árboles perennes, con una mezcla de especies anuales y perennes, con diferentes niveles de altura, que se asemeja a la estructura del bosque silvestre. Además, juega un papel importante en la economía y alimentación campesina de subsistencia (García, 2000; Cano, 2015).

El concepto propuesto por la agroecología integra el conocimiento tradicional de los campesinos que manejan en el huerto diversas plantas y animales así como la relación entre ellos para la sobrevivencia tanto de la especie humana como faunística y floral. Desde el punto de vista agroecológico el huerto es: "…un agroecosistema con raíces tradicionales, en el que habita la unidad familiar y donde los procesos de selección, domesticación, diversificación y conservación están orientados a la producción y reproducción de flora y fauna y, eventualmente de hongos. Está en estrecha relación con la preservación, las condiciones sociales, económicas y culturales de la familia y el enriquecimiento, generación y apropiación de tecnología…" (Mariaca. 2012). Por otro lado, es necesario señalar que los huertos familiares son importantes en la economía de personas con bajos recursos económicos en las ciudades, lugares periurbanos de las mismas y en el medio rural. Constituyen una fuente de alimentos, autoempleo, contribuyen a mejorar la salud de los integrantes de la familia y prevenir enfermedades, así como otros muchos beneficios ambientales, educativos, sociales, económicos y culturales. El huerto familiar es un sistema de cultivo tradicional con variadas funciones, una de ellas muy importante: es una unidad de producción adaptada a diferentes regiones agroecológicas. Se basa en el aprovechamiento integral del terreno, agua, de varias especies vegetales y animales (Moctezuma, 2010 y Mariaca, 2012, Cano, 2015). Los productos obtenidos se destinan para el autoconsumo y la venta de los excedentes, con lo que se contribuye a mejorar socioeconómicamente a las familias productoras y a las familias consumidoras (Mariaca, 2012; Cano, 2015; Toral *et al*., 2016).

Se han realizado diversas investigaciones que ponen de manifiesto los múltiples usos de los huertos familiares. Los elementos que componen la estructura de un huerto familiar se encuentran estrechamente entrelazados socioculturalmente y son: arquitectónicos, florísticos, faunísticos, físicos y humanos (Rigada y Cuanalo, 2005; Moctezuma, 2010; Mariaca, 2012; Toral *et al*., 2016). En cuanto al componente humano, existen varios factores que se encuentran afectando el trabajo y eficiencia de las personas que laboran dentro del huerto familiar, como lo indican varios autores**.** Algunas de estos factores son: Edad de la persona, sexo, actividad laboral personal (productividad), estado de salud, estado civil, religión, escolaridad, preferencias políticas, carácter personal individual, estado sicológico, preferencias por el trabajo con animales o plantas, cosmovisión, tradiciones alimenticias de las personas, creencias, etnia a la que corresponde, situación económica y estrato social en la localidad, preferencias políticas y religiosas entre otras (Del Ángel, 1999; Moctezuma, 2010; Mariaca, 2012; Toral *et al*., 2016).

En el estado de Guerrero, no existen investigaciones que aborden el análisis sociocultural de los propietarios y de los usuarios potenciales de los huertos familiares. Al conocer esta información específica para cada localidad, los programas de los tres niveles de gobierno, y sobre todo del federal [Programa Especial de Seguridad Alimentaria (PESA), Cruzada Nacional contra el Hambre], de diversas instituciones educativas, ONG´s y de otras categorías, serán más eficientes en los resultados y metas cumplidas para el beneficio del desarrollo social urbano, periurbano y rural. El objetivo de la investigación es conocer algunas de las características socioculturales de los propietarios de los huertos familiares en la localidad de Acayahualco, Municipio de Tepecoacuilco de Trujado, Estado de Guerrero, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el mes de enero del 2013, se realizó el presente trabajo en la localidad de Acayahualco, Municipio de Tepecoacuilco de Trujado, la cual pertenece a la Zona Norte del estado de Guerrero. El trabajo de campo, previa capacitación, fue realizado por una estudiante (Programa Educativo Ingeniero Agrónomo) de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, dependiente de la Universidad Autónoma de Guerrero. Se aplicaron 16 cuestionarios en visitas domiciliarias que voluntariamente contestaron las personas adultas propietarias de los huertos familiares. El cuestionario fue la combinación de preguntas abiertas y cerradas y constó de 51 preguntas distribuidas en varios temas. Los resultados se analizaron considerando la metodología de varios autores (Del Ángel, 1999; Mariaca, 2012). Se realizó un análisis estadístico descriptivo de los resultados obtenidos de los cuestionarios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen varias diferencias relacionadas a las características socioculturales de los propietarios de los HF en la localidad estudiada, lo cual obedece a múltiples factores sociales, económicos, culturales, educativos y políticos; como lo indican varios autores citados por Mariaca (2012) (Cuadro 1). En esta localidad la mayoría de personas al huerto familiar le conocen como patio.

La ocupación del esposo, y sobre todo del ama de casa influyen, de diferente manera en la estructura, manejo, usos y composición de los huertos familiares como lo señalan Moctezuma (2010), Mariaca (2012) y Toral *et al.,* (2016) (Cuadro 1). La mujer ejerce una gran influencia en la alimentación familiar y en este aspecto, la tradición social y cultural se encuentra presente por los hábitos alimenticios de cada familia, lo cual es afectado por múltiples factores económicos, sociales (publicidad de la televisión, etc.), educativos, edad de la persona y sexo, actividad laboral y religiosa, entre otros.

En relación a la religión, existen evidencias que estas han aportado de manera importante para promover la agricultura orgánica, como una manera para mejorar socioeconómicamente a los propietarios de los HF. La escolaridad y otros factores como la publicidad comercial tienen su influencia en las preferencias alimenticias (varios autores citados por Mariaca, 2012).

Al considerar a Moctezuma (2010) y Toral *et al.,* (2016), el componente humano presenta características como: Cultura, actividades socioeconómicas, actividades reproductivas, tecnología, edad de la persona, sexo, preferencias político-religiosas y estado nutricional. Estas y otras características sociales de los individuos propietarios o usuarios de los HF se encuentran en estrecha relación a nivel familia, dentro de una comunidad y entre comunidades cercanas y lejanas. Todas las comunidades rurales humanas (grandes y pequeñas) muestran relaciones directas e indirectas de diferentes tipos con ciudades de diferentes tamaños cercanas o lejanas (Cuadro 1).

En cuanto al ingreso económico de un campesino, no es suficiente para satisfacer de manera adecuada las necesidades familiares de alimento (costo de una salud excelente, ligada a la nutrición de acuerdo a la edad de la persona), vestido, vivienda y otras (Cuadro 1).

El campesino y sobre todo el ama de casa realizan otras actividades laborales que les aseguran ingresos extras. Esto es un reflejo de la problemática nacional relacionada al empleo en el

Cuadro 1. Resumen de las características socioculturales de los propietarios de los huertos familiares en Acayahualco, Municipio de Tepecoacuilco, Estado de Guerrero, México.

CARACTERÍSTICAS	ỹ ó MODA	COMENTARIOS
Tiempo/radicar /matrimonio (años)	35.6	De manera relativa es poco tiempo, porque se van formando nuevos matrimonios. En dos viviendas los matrimonios tenían 50 años en la localidad.
Ocupación del Esposo	Camp	La mayoría campesinos, algunos trabajan tabiquería.
Edad (años)	71.4	Personas adultas.
Escolaridad	Primaria	Algunas personas no han concluido con su primaria.
Idioma que habla	Español	Es el que predomina en la localidad.
Religión	Católica	Es la que prevalece.
Ocupación de la esposa	Hogar	Todas al hogar.
Edad (años)	49.8	La mayoría adultos.
Escolaridad	Primaria, secundaria	En algunos casos no se terminó la primaria. Una casada y otra soltera estudiando ambas Ing. Agrónomo.
Idioma que habla	Español	Es el que predomina en la localidad.
Religión	Católica	Es la que dejaron los conquistadores.
Número Matrimonios/viven/ terreno	1.5	En pocos terrenos viven más de un matrimonio.
Total de personas/habitan/ el terreno	5.6	Cinco habitantes por terreno. Existes casos en que viven menos personas y en otros casos más personas que el promedio.
Nombre que recibe el área productiva	Patio	La mayoría de personas le llama patio, con menor frecuencia le llaman jardín y huerto.
Superficie (m^2)	610	Los de menores superficies fueron de 16 y 36 m^2.
Tipo de tenencia	Pequeña propiedad	La localidad se encuentra dentro de un ejido.
Años de establecido el HF	35.5	Uno tenía 45 y otro 55 años de establecido.
Factores para el establecimiento del huerto	Agua	También se toma en cuenta suelo fértil y la alimentación humana.
Características para seleccionar las plantas a sembrar	Comestible	También consideran: Sombra, ornato, clima.
Núm. de especies de plantas en el huerto	7.8	Prevalecen las plantas comestibles.
Animales domésticos	Gatos, perros	En menor frecuencia chivos, gallinas, marranos.
Por qué no tienen otros	No tienen tiempo	Algunos no les gustan otros animales.
Animales salvajes	No tienen	Por falta terreno y no les agradan
Finalidad/establecer el huerto familiar	autoconsumo venta	El mayor grupo de personas destina la producción al autoconsumo y le sigue la venta.
Trabajan en el huerto	Toda la familia	Los padres de familia trabajan poco en los huertos. La mujer es la encargada junto con los hijos.
Días de trabajo/semana	3 a 4 veces/semana, por la mañana o tarde	Esto quiere decir que el mayor grupo de personas manifestó trabajar 3 veces/semana, otros grupos trabajan por la tarde.
Plantas que cultivan	Verduras, frutales, aromáticas, medicinales, ornamentales	Las plantas que cultivan pertenecen a diferentes grupos de cultivos, especies, variedades y formas biológicas.
Venta de los productos del huerto	Dependiendo de la temporada y tamaño	Precios variables de acuerdo al mercado y temporada disponible de los productos. Existen intercambios entre los propietarios de los huertos familiares.
Ingreso/jornal/vivienda	Tabiquero $ 150.00 Jornalero $ 120 - 150	Se refiere al ingreso diario del esposo. Si se trabaja como jornalero el salario varía de $ 120.00 a $ 150.00/jornal.
Destino de la producción del huerto familiar	Autoconsumo Venta/local	Existe un intercambio de productos entre los habitantes de la localidad. Los excedentes se comercializan en la localidad.
Importancia de tener un huerto	Para ayudarse en la economía	Para la mayoría es importante.
Están dispuestos a colaborar/Escuela Superior de Agricultura hoy FCAA	Si	Las personas están interesadas en que se les apoye a resolver problemas. También a dar información.

medio rural y urbano, el hambre, la pobreza, la inseguridad social, precios de los alimentos y otros factores que se encuentran afectando la calidad de vida de los habitantes de una comunidad. Las

diferentes frecuencias en la utilización de las plantas encontradas en las localidades estudiadas en el presente trabajo, se debe a la diferente cosmovisión que cada dueño e integrantes del huerto familiar tienen de sus plantas, animales y los otros componentes del HF. Esto a su vez, se ve influenciado por varios factores ambientales, socioeconómicos, culturales, políticos, religiosos, educativos y técnicos, como lo señalan Del Ángel (1999), Mariaca (2012), Cano (2015) y Toral *et al*., (2016).

El manejo de los HF, sus componentes, estructura, composición y usos en la comunidad estudiada, está determinado por la importancia que tienen éstos como fuente de alimentos, la tradición de conservación, conocimientos del mismo y otros múltiples usos como lo indican algunos autores (Del Ángel, 1999; Mariaca, 2012; Cano, 2015). Estos resultados coinciden en lo general con lo encontrado por otros investigadores (Rigada y Cuanalo, 2005; Mariaca, 2012; Cano, 2015 y Toral *et al*., 2016). En relación a lo social y cultural, se encuentran afectando de múltiples formas a estas unidades de producción denominadas patio, por la mayoría de personas estudiadas en Acayahualco. Existen diferentes características estrechamente relacionadas que se muestran en el Cuadro 1, como lo indican Del Ángel (1999), Moctezuma (2010), Mariaca (2012) y Toral *et al*. (2016).

Es importante que se realicen estudios más detallados, en relación a todos los usos que los habitantes de la localidad estudiada, le dan al recurso vegetal que se encuentra presente en los HF, a los animales y al resto de componentes del HF; ya que existen diferentes relaciones del humano con su entorno como lo indican Rigada y Cuanalo (2005), García (2000) y Cano (2015). Estos usos importantes que se les dan a plantas y animales son alimenticios, medicinales, de ornato y otros; detallarlos para el tratamiento económico y natural de diversas enfermedades humanas así como en animales y para mejorar la alimentación humana y de los animales domésticos. Los HF son unidades de producción que constituyen un potencial genético de producción sostenible para las plantas de múltiples usos, ya sean mexicanas o extranjeras, así como de animales. Dichos sistemas de producción pueden ser motivo de visitas turísticas-ecológicas, mercados de productos no convencionales y una opción más de ingresos para los propietarios de los mismos. También se deben considerar otros temas que faltan por estudiar de acuerdo con Mariaca (2012), todos importantes para contribuir al estudio de estas unidades de producción agroecológicas.

Los resultados de estos estudios deben ser tomados en cuenta para realizar con mejor eficiencia los programas de los tres niveles de gobierno dedicados a dar asistencia social (DIF, SEDESOL, PESA, Cruzada Nacional Contra el Hambre, SAGARPA, entre otros) para satisfacer las necesidades primarias de la sociedad (vivienda, alimentación, vestir) de manera real y no simulada. También erradicar la inseguridad para dar tranquilidad social.

Las unidades de producción en pequeño, son una fuente importante de biodiversidad que las personas se encuentran haciendo uso de la misma. Así también, constituyen un material didáctico para el estudio de sistemas agroecológicos sostenibles y una fuente genética importante para la investigación con plantas, animales y otros componentes presentes en los HF (García, 2000; Moctezuma, 2010; Mariaca, 2012; Cano, 2015; Toral *et al*., 2016).

En los HF se pueden incorporar especies que son una ayuda para la mejor nutrición de personas y animales domésticos (FAO, 2000). También para tratar con fitoterapia varias enfermedades como son la diabetes, problemas del corazón, cáncer y otras; las cual están perjudicando a una gran población en la República Mexicana (Rosas *et al*., 2017). Algunas de estas plantas para el tratamiento de la diabetes y otras enfermedades son la hierba dulce *Stevia rebaudiana* Bertoni, uña de gato *Uncaria tomentosa* (Willd. ex Schult.) DC., nim *Azadirachta indica* A. Juss y noni *Morinda citrifolia* L., en la línea de la sanidad considerar la fitozooterapia. Existen otras plantas para el tratamiento del colesterol, triglicéridos y alzhaimer. Los interesados en trabajar con proyectos productivos relacionados a los HF, no deben olvidar la biodiversidad presente en el estado de Guerrero, la cual es una fuente inagotable de recursos para dar a la sociedad diferentes productos y servicios. Como ejemplo de la biodiversidad mexicana, se tiene el muicle *Justicia*

spiciguera Schlechtendal (UNAM, 2009) la cual se encuentra en huertos familiares en varias localidades del país y es utilizada popularmente para dar tratamiento a varias enfermedades humanas; y con un potencial de uso para enfermedades en animales domésticos. Las plantas extranjeras y otras, sobre todo mexicanas, pueden constituir oportunidades de agronegocios y econegocios sostenibles a nivel de HF, luego a escala semicomercial y por último a nivel comercial dirigidas al mercado nacional o el de exportación para productos orgánicos certificados. En este mismo sentido incorporar el recurso animal mexicano para generar nuevos productos y servicios de manera sostenible. El mercado internacional se encuentra en espera de nuevos productos de orígenes criollos mexicanos y nuevos servicios ecoturísticos que se pueden ofrecer en el estado de Guerrero, ligados a los sectores de la agricultura y ganadería orgánica familiar.

Amerita estudios específicos los animales presentes en los huertos familiares en cuanto a sus usos y productos que se obtengan de los mismos ya que de acuerdo a Cano (2015) se han realizado mayor cantidad de investigaciones relacionado al recurso vegetal. Así también, es interesante conocer al recurso animal en cuanto a su alimentación, sanidad, manejo, usos mágico religiosos, creencias, miedos, relaciones humanos-animales-entorno, políticas públicas ganaderas, ética en la aplicación de la normativa relativa a la ganadería sostenible y mercado (orgánico), entre otros aspectos a dilucidar como lo señalan Del Ángel (1999), García (2000), Rigada y Cuanalo (2005) y Mariaca (2012). Con este conocimiento se contribuirá a realizar el manejo sostenible de este recurso, con la posibilidad de practicar una ganadería orgánica de traspatio, ligada al cultivo y aprovechamiento de plantas para los diferentes tipos de mercados exigentes; así también, estudiar todas las relaciones socioculturales entre los propietarios y usuarios potenciales de los HF.

Al considerar lo anterior, el presente trabajo retoma la perspectiva agroecológica lo cual plantea que los agroecosistemas tienen una orientación de interés humano, y que su análisis debe contemplar no solo los aspectos técnicos y ecológicos sino también el contexto socioeconómico, cultural, educativo y político de la sociedad en que se generan. De esta manera, desde la visión de los actores sociales, se pueden analizar de manera holística los efectos que han tenido en el HF las políticas públicas modernizadoras impulsadas en los últimos cincuenta años en la comunidad bajo estudio, los programas que han implementado y la visión de la lógica de los propietarios de los HF en el manejo de los recursos a su alcance de manera sostenible.

Considerar, tanto en la investigación como en las políticas públicas, que en muchos casos se trata ante todo de un territorio femenino, por lo que la perspectiva de género y los mecanismos para asegurar el empoderamiento de las mujeres deben ser incluidas en los diferentes tipos de proyectos que buscan el beneficio social, como lo señala Mariaca (2012), Cano (2015) y Toral *et al*., (2016).

Las propuestas de intervención para su fortalecimiento deberán enmarcarse dentro de la lógica de los propietarios de dichas unidades de producción y de los habitantes de las ciudades que practican la agricultura familiar rural y urbana que lo sustenta y no en las distintas propuestas verticales con que el desarrollo modernizante busca mantener el tema de la sostenibilidad.

Se deben analizar las relaciones que existen entre los diferentes grupos de factores que indica la agricultura sostenible: Social, ecológico, económico y gubernamental (Mariaca, 2012; FAO, 2014a), así como medir los indicadores de sostenibilidad de estas unidades de producción que son importantes en el país y contribuyen al desarrollo social, político, cultural y económico.

Los HF se pueden constituir en unidades de producción para coadyuvar en la solución a los diversos problemas derivados de la pobreza, desnutrición e inseguridad social.

Se debe reflexionar en diferentes líneas de trabajo la información y recursos de todo tipo que se generó en el año 2014, “ AÑO INTERNACIONAL DE LA AGRICULTURA FAMILIAR “ (FAO, 2014b), para ser aplicada en el mejoramiento de la calidad de vida de los propietarios y usuarios potenciales de los HF. De esta manera se podrá contribuir a promover un desarrollo sostenible desde el campo de trabajo de los HF.

CONCLUSIONES

A. Se conocieron características socioculturales de los propietarios de los huertos familiares en la localidad de Acayahualco, Municipio de Tepecoacuilco, Estado de Guerrero, México.

B. Se deben incorporar los resultados de estos trabajos para que los programas de los tres niveles de gobierno y de otras instituciones sean más eficientes y contribuyan a dar verdaderos beneficios sociales y económicos.

AGRADECIMIENTOS. A los propietarios de los huertos familiares que amablemente otorgaron la información, a las autoridades de Acayahualco, Municipio de Tepecoacuilco de Trujano, Estado de Guerrero, México. MUCHAS GRACIAS A TODOS.

LITERATURA CITADA

Cano Contreras, Eréndira Juanita, HUERTOS FAMILIARES: UN CAMINO HACIA LA SOBERANÍA ALIMENTARIA. Revista Pueblos y Fronteras Digital [en línea] 2015, 10 (Diciembre-Sin mes): [Fecha de consulta: 25 de junio de 2017] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90643038004> ISSN 1870-4115

Del Ángel P.A.L. 1999. Los huertos familiares totonacas en el estado de Veracruz, continuidad cultural y cambio. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados. Tepetates, Mpio. de Manlio Fabio Tepetates, Altamirano, Veracruz, México. 164 p.

FAO. 2000. Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. Manual de capacitación para trabajadores de campo en América Latina y el Caribe. Sin paginación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. FAO Roma, Italia. http://www.fao.org/DOCREP/V5290S00.HTM. Consulta: 27/junio/2017. En línea.

FAO. 2014a. SAFA (SUSTAINABILITY ASSESSMENT OF FOOD AND AGRICULTURE SYSTEMS). Directrices, versión 3.0. 268 pág. http://www.fao.org/3/a-i3957e.pdf. Consulta: 27/junio/2017. En línea.

FAO. 2014b. Año internacional de la agricultura familiar. http://www.fao.org/family-farming-2014/es/. Consulta: 25/junio/2017. En línea.

García de M.J. 2000. ETNOBOTANICA MAYA: Origen y evolución de los Huertos Familiares de la Península de Yucatán, México. Tesis Doctoral. 285 p. http://www.antropologia.uady.mx/historia_sureste/pdf/Etnobotanica%20maya.pdf. Consulta: 15/junio/ 2017. En línea.

Mariaca M. R. 2012. El huerto familiar del sureste de México. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco. El Colegio de la Frontera Sur. 544 p.

http://cuencagrijalva.ecosur.mx/cuenca_grijalva/pdfs/publicaciones/libros/SP01_Lib_El_huerto_familiar_del_sureste_de_Mexico.pdf. Consulta: 26/junio/2017. En línea.

Moctezuma Pérez, Sergio, UNA APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DEL SISTEMA AGRÍCOLA DE HUERTOS DESDE LA ANTROPOLOGÍA. Ciencia y Sociedad [en línea] 2010, XXXV (Enero-Marzo): [Fecha de consulta: 23 de junio de 2017] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87014544003> ISSN 0378-7680

Rigada Soto, Eduardo, Cuanalo de la Cerda, Heriberto. Factores socioculturales críticos en la adopción de cabras (Capra hyrcus) en dos comunidades rurales de Yucatán. Técnica Pecuaria en México [en línea] 2005, 43 (mayo-agosto): [Fecha de consulta: 12 de junio de 2017] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61343203> ISSN 0040-1889

Rosas-Peralta, Martín, Arizmendi-Uribe, Efraín, Borrayo-Sánchez, Gabriela, ¿De qué fallecen los adultos en México? Impacto en el desarrollo económico y social de la nación. La carga global de los padecimientos cardiovasculares. Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social [en línea] 2017, 55 (Enero-Febrero): [Fecha de consulta: 12 de junio de 2017] Disponible en:<http://www.uacm.kirj.redalyc.redalyc.org/articulo.oa?id=457749297023> ISSN 0443-5117

Toral Juárez, Marco Antonio, López Collado, Catalino Jorge, Gallardo López, Felipe, Factores que influyen en la práctica de la horticultura periurbana: caso de una ciudad en el estado de Veracruz, México. Estudios Sociales [en línea] 2016, 24 (Enero-Junio): [Fecha de consulta: 25 de junio de 2017] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41744003008> ISSN 0188-4557

UNAM. 2009. Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana. http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/presenta.html. Consulta: 290/junio/2017. En línea.

MANEJO Y USO DE PLANTAS PRESENTES EN LOS HUERTOS FAMILIARES EN ACAYAHUALCO, GUERRERO, MÉXICO

Francisco Zanábriga-Parra [1],
Leonardo Herrera-Gil [2],
Cesario Catalán-Heverástico [3],
Odalis Figueroa-Rebolledo[4]

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo, conocer el manejo y uso que se les da a las plantas presentes en los huertos familiares en Acayahualco, Guerrero, México. Durante enero del 2013 se aplicaron 16 cuestionarios y se visitaron huertos familiares. Se concluye.

A. Los propietarios de los huertos familiares destinan poco recurso humano, poco tiempo para trabajarlo , pocos materiales y recursos económicos reducidos. Algunos de los principales daños que se presentan en los huertos familiares son ocasionados por las malas hierbas, enfermedades y las plagas. Se requiere de acompañamiento técnico adecuado y oportuno.
B. Dentro de los principales usos que se les da a la plantas en los huertos familiares se tienen usos múltiples, comestible y medicinal.

Palabras clave: Problemas socioeconómicos, alimentación, sistemas agroecológicos, agricultura sostenible, sistemas agroforestales, usos múltiples plantas.

Handling and use of the plants present in the homegardens in Acayahualco, Guerrero, Mexico

SUMMARY

The present work had as objective, to know the handling and use that is given to the plants present in the family orchards in Acayahualco, Guerrero, Mexico. During January of 2013, 16 questionnaires were applied and family gardens were visited. It concludes.

A. Home garden owners allocate little human resources, little time to few materials and economic resources. Some of the main damages that occur in homegardens are caused by weeds, diseases and pests. Adequate and timely technical support is required.
B. Among the main uses that are given to plants in the home gardens are multiple uses, edible and medicinal.

Key words: Socioeconomic problems, food, agroecological systems, sustainable agriculture, agroforestry systems, multiple uses plants.

1 Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Autónoma de Guerrero (FCAA-UAGro). soegas2008@hotmail; abonosorganicos1314@gmail.com. 2, 3 FCAA-UAGro. 3. catalanc@hotmail.com
4 FCAA-UAGro, odalisfigueroa4@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El huerto familiar, se define como un sistema integrado por humanos, plantas, animales, suelo y agua en un área bien definida, entre 0.5 y 2 ha., cerca de la vivienda familiar. A su vez, tiene unas características ecológicas especiales, ya que el sistema huerto familiar tropical es un sistema agroforestal con gran complejidad y diversidad. Donde se mantienen una variedad de etapas de sucesión, dominadas normalmente por árboles perennes, con una mezcla de especies anuales y perennes, con diferentes niveles de altura, que se asemeja a la estructura del bosque silvestre. Además, juega un papel importante en la economía y alimentación campesina de subsistencia (García, 2000; Mariaca, 2012). Por otro lado, es necesario señalar que los huertos familiares son importantes en la economía de personas con bajos recursos económicos en las ciudades, en situaciones de pobreza y extrema pobreza, como lo señalan la ONU y la FAO. Constituyen una fuente de alimentos, autoempleo, contribuyen a mejorar la salud de los integrantes de la familia y prevenir enfermedades, así como otros muchos beneficios sociales y culturales.

El huerto familiar es un sistema de cultivo tradicional con variadas funciones, una de ellas muy importante: Es una unidad de producción adaptada a diferentes regiones agroecológicas (Rigada y Cuanalo, 2005; Moctezuma, 2010). Se basa en el aprovechamiento integral del terreno, agua, de varias especies vegetales y animales. Los productos obtenidos se destinan para el autoconsumo y la venta de los excedentes, con lo que se contribuye a mejorar socioeconómicamente a las familias productoras y a las familias consumidoras (Rigada y Cuanalo, 2005; Moctezuma, 2010; Mariaca, 2012). Para el estado de Guerrero, existen pocos estudios que proporcionen información adecuada y pueda ser utilizada, para contribuir en la solución de la complicada problemática que enfrentan los huertos familiares y sus propietarios. Esto debido a que existen variaciones en la constitución, uso, manejo de las plantas y animales que conforman a los huertos familiares y otras características, en las diferentes regiones agroecológicas de dicho estado. El objetivo de la investigación fue, conocer el manejo y uso que se les da a las plantas presentes en los huertos familiares en Acayahualco, Municipio de Tepecoacuilco, Estado de Guerrero, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

En enero del 2013, se realizó el presente trabajo en la localidad de Acayahualco, Municipio de Tepecoacuilco, del Estado de Guerrero, México. El trabajo de campo, previa capacitación, fue realizado por una estudiante (Programa Educativo Ingeniero Agrónomo) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, dependiente de la Universidad Autónoma de Guerrero (FCAA-UAGro). Se aplicaron 16 cuestionarios que voluntariamente contestaron las personas adultas propietarias de los huertos familiares, en visitas domiciliarias. El cuestionario fue la combinación de preguntas abiertas y cerradas y constó de 51 preguntas distribuidas en varios temas. Los resultados se analizaron considerando la metodología de varios autores (Del Ángel, 1999; Mariaca, 2012). Se realizó un análisis estadístico descriptivo de los resultados obtenidos de las encuestas. No se colectaron ejemplares, la identificación de los mismos se realizó con ayuda del Dr. en botánica Cesário Catalán Heverástico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Manejo del huerto familiar

Para establecer el huerto, los propietarios toman en cuenta, entre otros factores: Ubicación, tamaño, abono orgánico, buenas condiciones ambientales y características de la tierra. Dentro de las actividades que se realizan en el huerto se encuentran: Hacer la preparación del terreno y manejo del cultivo de acuerdo a las características de las plantas a establecer. Los principales problemas que producen daños a las plantas y árboles presentes en los huertos familiares son las malezas, enfermedades y las plagas. Dentro de las plagas se tienen: Gusanos que dañan las hojas, hormigas, chapulines y plagas del suelo. Se presentan enfermedades causadas por hongos y otras por virus ("el chino"). Para el combate de plagas y enfermedades algunas personas usan insecticidas y fungicidas comerciales; no utilizan herbicidas para combatir a las malas hierbas, lo hacen con azadón y machete. No se muestran los nombres científicos de los problemas fitosanitarios porque no se colectaron muestras para identificar. Los encuestados aplican poco fertilizante y se realizan podas en algunas plantas, la manera que la mayoría de personas propaga es por semillas, unas personas riegan diario y otras cada dos y cuatro días. Los integrantes de la familia trabajan de tres a cuatro veces/semana, el número de horas que se trabajan por semana varía de acuerdo a las otras actividades que realizan en la vivienda y a los compromisos sociales. Las herramientas de trabajo que más usan son: Machete, azadón, manguera, pico y pala. Resultados similares fueron encontrados por algunos investigadores (García, 2000; Moctezuma, 2010). Las principales finalidades por la que los habitantes encuestados tienen un huerto familiar, es para autoconsumo y para vender los excedentes. Los propietarios de los huertos destinan pocos recursos humanos, poco tiempo para trabajarlo, pocos materiales y recursos económicos reducidos. Estos resultados de trabajar con recursos de todo tipo restringidos, coinciden con los obtenidos por otros investigadores (García, 1995; Del Ángel, 1999). El manejo de los huertos familiares en la comunidad estudiada, está determinado por la importancia que tienen éstos como fuente de alimentos, la tradición de conservación, conocimientos del mismo y otros múltiples usos como lo indican varios autores (Gaytán *et al*. 2001, Mariaca, 2012). Estos resultados, en cuanto a usos múltiples, coinciden con lo encontrado por otros investigadores (Del Ángel, 1999; García, 2000; Mariaca, 2012).

Composición del huerto familiar

En cuanto al nombre que se le da al área de la vivienda donde tienen y cultivan sus plantas, las personas encuestadas (mayores frecuencias) le llaman patio y en menor frecuencia jardín. Los nombres encontrados en la presente investigación coincide con los nombres que les dan otras personas en México (García, 2000, Mariaca, 2012). Las mayores frecuencias en cuanto a la superficie encontrada de los huertos, osciló entre 550 y 1, 500 m^2, y las menores fueron entre 130 y 180 m^2. En cuanto al tiempo de establecido se encontró HF que tenían entre 45 y 55 años de establecidos; en tanto que hubo otros que tuvieron de cinco a ocho años.

El huerto familiar constituye una forma de aprovechar los recursos naturales regionales, las plantas así como animales, y es una herencia cultural milenaria, ya que su manera de trabajar tiene varios miles de años como antecedentes en diferentes partes del mundo y en diferentes etnias mexicanas para producir de manera agroecológica. Resultados similares en cuanto a la composición de los huertos han sido encontrados por investigadores como Del Ángel (1999), García (2000), Robollar *et al*. (2008) y Mariaca (2012).

Existe una gran diversidad de plantas que conforman el huerto, lo cual obedece a varios factores ambientales, sociales, culturales, educativos, políticos, religiosos y económicos entre otros (Cuadro 1). La biodiversidad debe ser considerada como una base sostenible para diferentes proyectos productivos y agronegocios. Esta biodiversidad se puede compartir en las exposiciones

nacionales e internacionales, así como en muestras (gastronómicas), relacionadas a los productos no convencionales en el país y en el extranjero. Se puede notar en las especies vegetales encontradas diferentes formas biológicas, familias botánicas, los diferentes usos y productos que se obtienen de las plantas. Esto es un reflejo del aprovechamiento de la biodiversidad vegetal presente en el estado de Guerrero, que realizan los propietarios de los

Cuadro 1. Plantas encontradas en los huertos familiares de Acayahualco, Municipio de Tepecoacuilco, Guerrero, México. Año 2013.

Nombre común	Familia botánica/ forma biológica	Nombre científico	Usos
Aguacate	Lauráces/árbol	Persea americana	Comestible
Chico	Sapotaceae/ árbol	*Manilkara zapota (L.) P. Royen*	Comestible
Cilantro	Apiaceae/ hierba	*Coriandrum sativum* L.	Comestible, ornamental
Cebolla	Liliácea/hierba	*Allium cepa* L.	Comestible
Chile	Solanaceae/ hierba	*Capsicum* sp.	Comestible
Calabaza	Cacurbitácea/hierba	*Cucurbita argyrosperma* Hubert	Comestible, ritual-ceremonial
Epazote	Chenopodiaceae/ hierba	*Chenopodium ambrosioides* L.	Medicinal, Comestible
Flor de cempasúchil	Asterácea/hierba	*Tagetes erecta* L.	Ritual-ceremonial
Frijol	Fabácea/hierba	*Phaseolus vulgaris* L.	Comestible
Guaje	Fabaceae/ árbol	*Leucaena leucacephala* (Lam) De Wif	Comestible
Guayaba	Myrtaceae /árbol	*Psidium guajava* L.	Medicinal, comestible
Jícama	Fabácea/hierba	*Pachirisus erosus* L. Urb.	Comestible
Jitomate	Salanácea/hierba	*Lycopersocon esculentum*	Comestible
Limón mexicano	Rutaceae/ árbol	*Citrus aurantifolia* Swingle	Medicinal, comestible
Maíz	Poácea/hierba	*Zea mays* L:	Comestible, forraje
Mango	Anacardiácea/árbol	*Mangifera indica* L:	Comestible
Naranja	Rutaceae/ árbol	*Citrus sinensis*	Comestible
Pápalo	Asterácea/hierba	*Porophyllum macrocephalum* DC.	Comestible
Rábano	Crucífera/hierba	*Raphanus sativus* L.	Comestible
Sorgo	Poácea/hierba	*Sorgum bicolor* L. Moench.	Forraje
Tamarindo	Fabácea/ árbol	*Tamarindus indica* L.	Comestible

huertos familiares, los cuales constituyen unidades de producción con múltiples funciones. Esta gran variedad de plantas y árboles requiere estudios más específicos de todo tipo para conocer su estructura, composición, manejo, usos actuales y potenciales.

Usos del huerto familiar

En el Cuadro 1, se muestra los diferentes usos que los habitantes les dan a algunas plantas en los huertos estudiados. Los usos para las diferentes plantas que conforman a los huertos son: Usos múltiples, comestibles, medicinales, ornamentales, forrajeros y mágico-religiosos.
Se puede notar en el Cuadro 1, que existen plantas de múltiple uso como la calabaza, flor de cempasúchil y maíz. Los usos múltiples (medicinales, comestibles, ornamentales y otros) de plantas que se cultivan en huertos familiares se han encontrado en otras investigaciones similares a la presente (Witrago, 1997; García, 1995; García, 2000; Moctezuma, 2010, Mariaca, 2012).
Algunas de las plantas encontradas en los huertos fueron: Aguacate, cilantro, frijol, cempasúchil, cilantro, guaje y limón mexicano. Se encontraron 21 especies de plantas que pertenecen a diferentes familias botánicas y diferentes formas biológicas (Cuadro 1). Se pudo observan en la comunidad estudiada que existe una gran cantidad de plantas (ciruelos, albahaca, hierbabuena, muicle, entre otras) y poca diversidad de animales (gallinas, cerdos, gatos y perros, entre otros), en lo sucesivo se continuará visitando otros huertos familiares para tener un mejor conocimiento de los componentes de los huertos familiares.
De manera aparente no se encontró un importante uso medicinal. A diferencia de comunidades como San Miguel Tlaixpan, Texcoco, estado de México donde el principal uso que se les da a las plantas en huertos familiares son medicinales, le siguen las alimenticias y por último las ornamentales (Gaytán *et al*., 2001). En la localidad de Río Santiago, Atoyac de Álvarez, Guerrero, el mayor uso de las plantas encontradas fueron para fines medicinales y en segundo lugar se encontraron a las alimenticias (García, 1995). En tanto que para la localidad de Zaachila que está ubicada cerca de la ciudad de Oaxaca, se encontró que las especies ornamentales fueron el primer grupo de uso, le siguió el comestible y en tercer lugar se ubicaron a las plantas medicinales (Traversa *et al.*, 2000). Las diferentes frecuencias en la utilización de las plantas encontrada en la localidad estudiada en el presente trabajo, se debe a la diferente cosmovisión que cada dueño del huerto familiar tiene de sus plantas y a otros factores antropocéntricos ligados a los huertos familiares. Esto a su vez, se ve influenciado por varios factores ambientales, socioeconómicos, culturales, técnicos y de otras categorías.
En los huertos familiares de las comunidades rurales existe una mayor diversidad de plantas en comparación de los huertos presenten en las ciudades, como es el caso de Tuxpan, que se encuentra cerca de Iguala, Guerrero y dicha comunidad está relativamente cerca y con mejores vías de comunicación para llegar a la ciudad de México; Cuernavaca, Morelos; Chilpancingo y Acapulco, Guerrero (Zanábriga *et al*., 2005 y Zanábriga *et al*. 2007). La mayor diversidad de plantas presentes en huertos familiares de comunidades rurales se ha encontrado en otras investigaciones (Witrago, 1997; García, 1995; García, 2000; Gaytán *et al*., 2001). Estos resultados en cuanto a los usos que se les da a las plantas en los huertos familiares coinciden con lo encontrado en otras investigaciones (Lagunas, 1992; Escalante, 1999; Del Ángel, 1999; Rebollar *et al*., 2008; Moctezuma, 2010).
Es importante que se realicen estudios más detallados, en relación a todos los usos que los habitantes de las localidades estudiadas, les dan al recurso vegetal que se encuentra presente en los huertos familiares, a los animales y al resto de componentes del huerto familiar. Uno de estos usos importantes son los alimenticios, medicinales de plantas y animales, detallarlos para el tratamiento económico y natural de diversas enfermedades humanas y para mejorar la alimentación humana y de los animales domésticos. Los huertos familiares son farmacias vivas que constituyen un potencial de producción sostenible para las plantas medicinales, ya sean mexicanas o extranjeras. Dichos sistemas de producción pueden ser motivo de visitas turísticas-ecológicas, y una opción más de ingresos para los propietarios de los mismos como lo indican Montemayor *et al*. (2007). Las unidades de producción en pequeño, son una fuente importante de biodiversidad que las personas se encuentran haciendo uso de la misma y la han conservado

al hacer uso de la misma. Así también, constituyen un material didáctico para el estudio de sistemas agroecológicos sostenibles y una fuente genética importante para la investigación con plantas, animales y otros componentes presentes en los huertos familiares.
En los huertos familiares se pueden incorporar especies que representan una ayuda en la mejor nutrición de personas y animales domésticos. Algunas de estas pueden ser el amaranto *Amaranthus spp*, la quínua *Chenopodium quinoa*, verdolaga *Portulaca oleracea* L. y la chía *Salvia hispanica* L. También para tratar con fitoterapia varias enfermedades como son la diabetes, problemas del corazón, cáncer y otras; algunas son: Nim *Azadirachta indica* A. Juss, noni *Morinda citrifolia* L., la hierba dulce *Stevia rebaudiana* Bertoni, *albahaca Ocimum basilicum* y pitaya *Hylocereous undatus*, entre otras.
Los interesados en trabajar con proyectos productivos sostenibles no deben olvidar la biodiversidad presente en el estado de Guerrero, la cual es una fuente inagotable de recursos para dar a la sociedad diferentes productos y servicios que se encuentran ligados a la cultura gastronómica mexicana. Esta gastronomía ha sido reconocida a nivel internacional desde hace varios años. Es importante realizar estudios específicos de las plantas presentes en los huertos en cuanto a sus usos actuales y potenciales, así como de los productos que se obtengan de los mismos. Así también, es interesante conocer al recurso animal en cuanto a su alimentación, sanidad, manejo, usos mágicos religiosos y usos potenciales en la medicina humana y animal. Con este conocimiento se contribuirá a realizar el manejo sostenible de este recurso, con la posibilidad de practicar una ganadería de traspatio orgánica.

CONCLUSIONES

A. Los propietarios de los huertos familiares destinan poco recurso humano, poco tiempo para trabajarlo , pocos materiales y recursos económicos reducidos. Algunos de los principales daños que se presentan en los huertos familiares son ocasionados por las malas hierbas, enfermedades y las plagas. Se requiere de acompañamiento técnico adecuado y oportuno.
B. Dentro de los principales usos que se les da a la plantas en los huertos familiares se tienen usos múltiples, comestible y medicinal.

AGRADECIMIENTOS. A los propietarios de los huertos familiares que amablemente otorgaron la información, a las autoridades de las comunidades de la localidad de Acayahualco, Municipio de Tepecoacuilco, Estado de Guerrero, México. En especial a todas las personas que ayudaron de diferentes maneras en los trabajos de campo y gabinete. MUCHAS GRACIAS A TODOS.

LITERATURA CITADA

Del Ángel P.A.L. 1999. Los huertos familiares totonacas en el estado de Veracruz, continuidad cultural y cambio. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados. Tepetates, Mpio. de Manlio Fabio Tepetates, Altamirano, Veracruz, México. 164 p.

Escalante B.J.L. 1999. Alternativas tecnológicas para la producción orgánica de hortalizas bajo un sistema sustentable y apropiado a la agricultura de Yucatán. Tesis profesional. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula, Guerrero, México. 67 p.

Gaytán Ávila, Celia Vibrans, Heike; Navarro Garza, Hermilio; Jiménez Velázquez, Mercedes. Manejo de Huertos Familiares Periurbanos de San Miguel Tlaixpan, Texcoco, Estado de México.

Boletín de la Sociedad Botánica de México [en línea] 2001, (Sin mes): [fecha de consulta: 28 de junio de 2017] Disponible en:<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57706905> ISSN 0366-2128

García J.A.L. 1995. Estudio etnobotánico e instalación de un huerto familiar en Río Santiago, Atoyac de Álvarez. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.190 p.

García de M.J. 2000. ETNOBOTANICA MAYA: Origen y evolución de los Huertos Familiares de la Península de Yucatán, México. Tesis Doctoral. 285 p. http://www.antropologia.uady.mx/historia_sureste/pdf/Etnobotanica%20maya.pdf. [Consulta 2017 julio, 15]. En línea.

Lagunas B.J. 1992. Estudio de los huertos familiares como un sistema agroforestal en la comunidad de Tlacotepec, Zacualpan de Amilpas, Morelos. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 90 p.

Mariaca M. R. 2012. El huerto familiar del sureste de México. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco. El Colegio de la Frontera Sur. 544 p. http://cuencagrijalva.ecosur.mx/cuenca_grijalva/pdfs/publicaciones/libros/SP01_Lib_El_huerto_familiar_del_sureste_de_Mexico.pdf. Consulta: 26/junio/2017. En línea.

Moctezuma Pérez, Sergio, UNA APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DEL SISTEMA AGRÍCOLA DE HUERTOS DESDE LA ANTROPOLOGÍA. Ciencia y Sociedad [en línea] 2010, XXXV (Enero-Marzo): [Fecha de consulta: 23 de junio de 2017] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87014544003> ISSN 0378-7680

Montemayor María Cecilia, Pedro Carlos Estrada Bellmann, Jane M. Packard, Eduardo Javier Treviño Garza, Horacio Villaón Mendoza. 2007. El traspatio un recurso local en los servicios de "Turismo rural familiar" alternativa de desarrollo sustentable municipal, caso: San Carlos, Tamaulipas, México. Revista Turydes (1) [en línea] 2007, (octubre): [fecha de consulta: 28 de junio de 2017] Disponible: http://www.eumed.net/rev/turydes/01/mcmm.htm.

Rebollar-Domínguez, SilviaSantos-Jiménez, Victoria J., Tapia-Torres, Nery Alicia, Pérez-Olvera, Carmen de la Paz. Huertos familiares, una experiencia en Chancah Veracruz, Quintana Roo. Polibotánica [en línea] 2008, (junio): [fecha de consulta: 28 de junio de 2017] Disponible en:<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=62102511> ISSN 1405-2768.

Rigada Soto, Eduardo, Cuanalo de la Cerda, Heriberto. Factores socioculturales críticos en la adopción de cabras (Capra hyrcus) en dos comunidades rurales de Yucatán. Técnica Pecuaria en México [en línea] 2005, 43 (mayo-agosto): [Fecha de consulta: 12 de junio de 2017] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61343203> ISSN 0040-1889

Traversa T.I.P.; A.M. Fierros G.; M. Gómez C.; J.C. Leiva L.; R.A. Hernández R. Los huertos caseros de Zaachila en Oaxaca, México. Revista Agroforestería de las Américas [en línea] 2000 (7):28. [Fecha de consulta: 12 de junio de 2017] Disponible en **http://web.catie.ac.cr/informacion/rafa/rev28/tc28.htm.**

Witrago A.M. 1997. Análisis de manejo de los huertos familiares de la comunidad La esperanza, municipio de Mártir de Cuilapan, Guerrero. México. Tesis profesional. Programa interdisciplinario de docencia, investigación y servicios en Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 95 p.

Zanábriga P. F.; L. Herrera-Gil; F. Bernabé-Urióstegui; .J. Peto-Calderón; G. Mondragón-Pedrero; C. Rodríguez-Hernández, *et al.* 2005. Uso y manejo de los huertos familiares en Pascala del Oro, Guerrero, México. *In*: Memorias del X Foro de Estudios Sobre Guerrero. SEP-CECYTEG. 29 de noviembre. Acapulco, Gro., México. pp. 7-10.

Zanábriga P. F.; A.L. Adame-Munoz; L. Herrera-Gil; F. Bernabé-Urióstegui; J. Peto-Calderón; G. Mondragón-Pedrero; *et al*. 2007. Uso y manejo de los huertos familiares en Tuxpan, Guerrero, México. *In*: IX Simposio Internacional y IV Congreso Nacional de Agricultura Sostenible. 19-21 de noviembre. Boca del Río, Ver., México. p. 124.

EVALUACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL CULTIVO DE *Erythrina goldmanii* EN ETAPA DE VIVERO

Carlos Ernesto Aguilar-Jiménez[6]
José Galdámez-Galdámez[1]
Antonio Gutiérrez-Martínez[1]
Juan Alonso Morales-Cabrera[1]
Franklin B. Martínez-Aguilar[1]

RESUMEN

El uso de cercas vivas en los sistemas de producción tropical constituye una práctica tradicional. Esta tecnología se ha visto reducida en su cultivo, debido a la erosión cultural, al cambio climático y a la falta de estrategias de reproducción de plantas. El trabajo de investigación se realizó en el Centro Universitario de Transferencia de Tecnología "San Ramón" propiedad de la Universidad Autónoma de Chiapas, con el objetivo de evaluar tres tipos de abonos orgánicos (composta, bocashi y vermiabono) usados bajo tres proporciones (25, 50 y 75 %) para la producción de plántulas de *Erythrina* en etapa de vivero. El diseño experimental usado fue de bloques completamente al azar, con diez unidades experimentales, cada unidad experimental consistió de diez plantas sembrada en bolsa de polietileno de 13 por 20 cm. De acuerdo a los resultados obtenidos los mejores tratamientos para producción de plántulas en etapa de vivero fue composta al 25 % y 50 %, ya que mostraron superioridad numérica y estadística en número de brotes, largo de brotes, hojas totales, altura de planta y grosor de tallo, mientras que el tratamiento que cuantificó las menores medias en las diferentes variables fue el testigo, consistente en suelo de vega.

PALABRAS CLAVE: Cercas, vivas, abonos, orgánicos, *Erythrina*

INTRODUCCION

Algunos de los principales problemas que enfrenta actualmente la agricultura en las regiones tropicales es la degradación de los recursos naturales, fundamentalmente los suelos agrícolas, destacando como fenómenos la erosión hídrica y la baja fertilidad química, debido en gran medida al impacto que ha tenido la utilización sistemática de los fertilizantes inorgánicos y otros insumos de síntesis artificial. A través de los años el uso continuo de la mecanización agropecuaria y del monocultivo las parcelas agrícolas de la Depresión Central de Chiapas se han visto afectadas en forma negativa en sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Este modelo de producción denominado convencional o tecnificado, tiene como propósito fundamental el incremento de la productividad, lo cual se alcanzado en el corto plazo, sin embargo en el largo plazo esto ha traído como consecuencia la degradación de los recursos naturales, y problemas socioeconómicos para los productores campesinos.

Una alternativa para evitar la disminución del impacto ambiental es el uso de las prácticas agroecológicas, que tienen como principal propósito la conservación y el mejoramiento de los recursos naturales usados en las actividades agropecuarias. Una de las principales alternativas para las regiones tropicales es el uso de los abonos orgánicos, destacándose la composta, el vermicompostaje y bocashi. La incorporación de abonos orgánicos es una práctica que está cobrando gran importancia por sus comprobados efectos benéficos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. SAGARPA (2007) menciona que los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal, que una vez transformados por procesos biológicos

6 Cuerpo Académico en Agricultura Sostenible. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas.ejimenez@unach.mx

las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos; mientras que el suelo con la descomposición de estos abonos, se ve enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas.

Los abonos orgánicos son los que se obtienen de la degradación y mineralización de desechos orgánicos (estiércoles, desechos de cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de incrementar la actividad microbiana de la tierra. FONAG (2010) menciona que la importancia de los abonos orgánicos obedece a que estos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas, posibilitando la degradación de los nutrientes del suelo y permite que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a optimizar el desarrollo de los cultivos.

El uso de especies vegetales como cercas vivas son de gran importancia en los sistemas pecuarios tropicales, toda vez que ayudan a fijar nitrógeno atmosférico al suelo en el caso de árboles leguminosos y sus frutos son de gran importancia para los animales así como también para los seres humanos. Otra de las características principales de utilizar especies vegetales es que evitamos la tala indiscriminada y optamos por barreras vivas que sirven como sombra. Uno de los géneros de gran importancia como cerco vivo es el género *Erythrina* por su aporte de nitrógeno, como también son fuente diversa de nutrimentos. En términos económicos, las cercas vivas presentan un menor costo de establecimiento y mantenimiento que las cercas muertas y representan un ahorro para el productor por su larga vida útil. Una cerca viva es una o algunas líneas de especies leñosas (ocasionalmente con no leñosas) que restringen el paso de personas y animales a una propiedad o parte de ella. Una cerca viva ocasionalmente está asociada con ecosistemas, cultivos agrícolas, pasturas y algunas otras tecnologías agroforestales (Ospina, 2006). Consiste en sembrar una o varias líneas de árboles o arbustos como soporte para el alambre de púas o liso, una cerca viva puede estar formada por especies leñosas o una combinación de estas con postes muertos. Las cercas vivas pueden dividirse en dos categorías básicas: cercas con postes vivos, y barreras vivas o setos. Las cercas con postes vivos son hileras únicas de plantas leñosas que están espaciados y que regularmente son descopadas. Se usan en vez de los postes de metal o madera para sostener alambre de púas u otros materiales (Reyes *et al*., 2011). El propósito primario de las cercas vivas además de controlar el movimiento de los animales, es proveer leña, forraje, alimento para el ganado, actuar como barreras rompevientos y enriquecer el suelo, dependiendo de las especies que se utilicen.

Además las cercas vivas presentan un menor costo de establecimiento y mantenimiento que las cecas muertas y representan un ahorro para el productor por su larga vida útil (Villanueva *et al*., 2005). Cercas vivas dominadas como *Gliricidia sepium* y *Erythrina spp* producen relativamente altas cantidades de forraje de buena calidad (Romero *et al*., 1993). CONAFOR (2010) menciona las cercas vivas proveen múltiples servicios ambientales: protegen el suelo, mejoran la calidad del aire (secuestro de carbono) y reducen cierta presión a los bosques. Aparte, la combinación de especies puede transformar a los cercos vivos en pequeños corredores biológicos que contribuyen a la conservación pues atraen animales silvestres, aves e insectos benéficos. Además con una cerca viva bien establecida y con rotación podemos alimentar tres cabezas de ganado por hectárea.

A pesar de la importancia de los abonos orgánicos como alternativa para la fertilización de las plantas cultivadas, se carece de información fundamental de su utilización para la producción de plántulas en etapa de vivero de especies usadas como cercos vivos, específicamente de la especie *Erythrina spp,* por lo que es necesario generar la información básica que ayude a definir la mejor opción de fertilizante orgánico y su mejor proporción para la producción de plántulas en etapa de vivero. El objetivo dela investigación fue: Evaluar tres tipos de abonos orgánicos

(composta, bocashi y vermiabono) usados bajo tres proporciones (75%, 50% y 25%) en la producción de plántulas de *Erythrina goldmanni* en etapa de vivero, en Villaflores, Chiapas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área donde se realizó el trabajo experimental fue el Centro Universitario de Transferencia de Tecnología (CUTT) San Ramón propiedad de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V, de la Universidad Autónoma de Chiapas, ubicado en el km. 87.5 de la carretera Ocozocoautla-Villaflores, dentro del municipio de Villaflores, Chiapas, México. Geográficamente se localiza a los 16° 14´ Latitud Norte y 93° 17´ Longitud Oeste; con una altura media de 600 msnm, con una temperatura media anual de 24.3 °C y una precipitación promedio anual acumulada de 1200 mm.

El trabajo experimental se realizó bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar, se utilizaron tres abonos orgánicos (composta, vermiabono, bocashi), bajo tres diferentes proporciones (75%, 50% y 25%) para cada tratamiento y un testigo (suelo). Se definieron en total diez unidades experimentales, cada unidad experimental constó de diez plantas, siendo una planta una repetición, dando un total de cien plantas experimentales.

La recolecta de las varetas se realizó en el CUTT San Ramón ya que aquí se encontraron un mayor número de árboles de la especie evaluada. Para la recolecta de varetas se buscaron los arboles de *Erythrina* más jóvenes y de menor altura para facilitar el corte de las mismas. Se buscaron ramas de un grosor promedio de un cm y ramas jóvenes con mayor vigor para que hubiera un mayor número de prendimiento de rebrotes propensos a enraizar. Para cortar las ramas se utilizaron tijeras de corte y una vara de 25 cm como medida para el corte de varetas. Durante la colecta de las varetas, se cortó de un lado de la vareta de forma horizontal y la otra punta de forma diagonal, esto para que los líquidos acumulados escurrieran desde la parte superior y evitar se estancaran, se pudrieran las varetas y proliferaran los hongos por exceso de humedad.

Una vez tamizada la tierra y los abonos orgánicos se llevó a cabo el llenado de bolsas de polietileno de 13 x 20 cm. Respetando para cada caso la proporción de cada tratamiento. Llenadas las bolsas se colocaron de manera organizada los tratamientos en una fila, utilizándose 10 bolsas por tratamiento. Ya colocadas las bolsas llenas en sus lugares, se inició con el riego pesado mediante una regadora de mano. El riego se hizo hasta que quedaran perfectamente húmedas. Después de esto, los riegos quedaron cada tercer día, o dependiendo la lluvia ya que inicio el temporal de lluvias y no había necesidad de regar continuamente.

La siembra se realizó en forma manual el mismo día que se cortaron las varetas, esto se hizo con la finalidad de garantizar hubiera un mayor número de rebrotes. Se utilizó un pedazo de madera para ir haciendo las perforaciones y luego sembrar las varetas. Una vez sembradas el primer riego se realizó a los cinco días para no perjudicar el enraizamiento de estas. Para el control de arvenses se utilizó coa y pala, la primera para arrancar la flora que crecían entre los pasillos mientras que la pala para levantar las hojas que caían de los árboles usados como sombra, y dentro de las bolsas las arvenses se retiraron de forma manual con mucho cuidado para no afectar a las varetas. El manejo de las plagas se no se realizó ningún evento de control, ya que no hubo necesidad de realizarlo, excepto por algunas iguanas que estaban tirando las bolsas y desprendieron algunas varetas las cuales no prendieron.

Las variables evaluadas fueron: número de rebrotes, largo de brotes, número de hojas por brote, número de hojas totales, altura de planta, diámetro del tallo. Los datos recolectados durante el trabajo de investigación se ordenaron en una base de datos en este caso en el programa de

Excel, para luego ingresar estos datos al software SPSS para el análisis de varianza para conocer las diferencias significativas entre los tratamientos; también se realizó la prueba de medias de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para la variable número de brotes indicó diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 1). Los mejores tratamientos fueron composta al 50 % y vermiabono en la proporción del 25 %, mientras que el tratamiento testigo consistente es suelo de vega cuantificó la media más baja, la cual fue menor estadísticamente a todos los tratamientos. Estos resultados nos señalan que la composta a una proporción del 50 % combinada con suelo de vega, constituye un tratamiento adecuado para la producción de plántulas de *Erythrina*, toda vez que la mezcla otorga las propiedades físicas y químicas al sustrato para el buen desarrollo de las estacas de la especie usada como cerco vivo en las regiones tropicales. Por otro lado la proporción del 25 % de vermiabono más 75 % del sustrato tradicional que se utiliza en los viveros de la región Frailesca (suelo de vega), se destacó como tratamiento para la producción de plántulas, debido a que este abono orgánico contiene mayor mineralización debido a que al pasar por el tracto digestivo de las lombrices de la especie *Eisenia fétida* este presenta mayor disponibilidad de nutrimentos para las plantas, específicamente nitrógeno, nitratos, ácidos húmicos y fúlvicos, aminas, vitaminas, levaduras, etc.

Generalmente los abonos orgánicos usados como sustrato para la producción de plántulas en la etapa de vivero, constituyen una alternativa agroecológica muy pertinente, toda vez que estos en combinación con el suelo, favorecen las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato que favorecen el adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas. Lo más importante en un proceso de producción de plántulas en etapa de vivero usando los abonos orgánicos, es conocer la proporción adecuada, lo cual está directamente relacionada con la calidad de los mismos, lo cual a su vez está determinado por un grupo de factores, como son los materiales usados para su elaboración, el tiempo que tiene de su elaboración y las condiciones ambientales. A pesar de que son múltiples los factores que influyen para determinar los efectos de los diferentes tipos de abonos orgánicos en diferentes proporciones, estas alternativas agroecológicas constituyen una estrategia muy pertinente para las regiones tropicales, toda vez que se potencializa el uso de los recursos locales, se promueve la conservación de los recursos naturales, se contribuye con la inocuidad alimentaria y finalmente se coadyuva con la mitigación y adaptación al cambio climático.

Para largo de brotes se encontró diferencia estadística entre los tratamientos (Cuadro 1). Los mejores tratamientos para esta variable fueron composta al 25 % y los tratamientos más bajos fueron composta 75 %, bocashi 50 % y 75 %, vermiabono 25 % y 75 % y el testigo (suelo de vega). La composta es un sustrato rico en nutrimentos, esto coincide con lo que menciona Alcolea y González, (2004), el sustrato composta contiene los nutrientes que las plantas requieren para su óptimo desarrollo. Gracias a la diversidad de materiales a partir de los cuales de desarrolla el compost, proporciona nutrimentos esenciales para las plantas como son (nitrógeno, fósforo y potasio). Así como también de elementos que requieren en menos proporción (manganeso, boro, zinc, cobre, etc.). El uso de abonos orgánicos como la composta por sus características físicas, químicas y biológicas son enriquecedoras del suelo ayudando al buen desarrollo de los cultivos. El abono tipo composta es el resultado de varias mezclas orgánicas que le otorgan alto contenido de macronutrientes que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que la ausencia de cualquiera de estos micro elementos puede delimitar el crecimiento (Ray, 1977).

Cuadro 1. Variable evaluadas en las plántulas de Pitillo (*Erytrina goldmanii*) manejadas bajo enfoque orgánico en etapa de vivero en Villaflores, Chiapas, 2016.

Tratamientos	Variable Evaluadas					
	Número Brotes	Largo Brotes (cm)	Hojas por brotes	Hojas Totales	Altura Planta (cm)	Grosor Tallo (cm)
Composta 25 %	1.70 ab	9.24 a	14.96	24.00 a	19.8	1.21 a
Composta 50 %	2.20 a	5.90 ab	10.68	23.20 ab	20.6	1.09 abcd
Composta 75 %	1.50 ab	5.11 b	8.86	19.30 ab	20.0	1.40 abc
Bocashi 25 %	1.50 ab	6.01 ab	11.70	19.00 ab	20.3	1.08 abcd
Bocashi 50 %	1.50 ab	3.94 b	9.84	16.10 ab	20.0	1.06 abcd
Bocashi 75 %	1.40 ab	4.03 b	8.94	16.20 ab	19.3	0.92 cd
Vermiabono 25 %	1.90 a	5.09 b	13.53	25.30 a	19.3	1.12 abc
Vermiabono 50 %	1.50 ab	5.90 ab	11.21	17.60 ab	19.6	0.96 bcd
Vermiabono 75 %	1.20 ab	3.17 b	7.15	13.80 ab	19.9	0.89 d
Testigo	0.70 b	2.50 b	6.90	9.90 b	19.3	1.16 ab

** Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística (Duncan 0.05)*

Para las hojas por brotes no indicó diferencia estadística para los tratamientos evaluados, pero se observa que entre los tratamientos existio diferencias numéricas (Cuadro 1). El tratamiento que mejor resultado obtuvo fue nuevamente el de 25 % composta y 75 % suelo, y el más bajo fue el tratamiento testigo. El uso de abonos orgánicos muestra resultados claros en los cultivos ya que contienen casi todos los nutrimentos que requieren las plantas, es cierto que los fertilizantes inorgánicos contienen en mayor cantidad, pero los abonos orgánicos están en constante disponibilidad en los cultivos por la mineralización gradual de estos. Y es claro que el tratamiento suelo fue el más bajo debido a que no contiene ningún tipo de fertilizante orgánico y provienen de espacios donde se practica la agricultura convencional. Los suelos cultivados sufren gran pérdida de nutrimentos, lo que agota la materia orgánica del suelo, por esta razón vemos una baja fertilidad en cultivos donde no se incorporan los abonos orgánicos. Los abonos orgánicos deben considerarse como la mejor opción para el manejo ecológico del suelo, ya que ayudan a aumentar la producción al mejorar sistemáticamente las propiedades de los suelos agrícolas.

De acuerdo al análisis de varianza para hojas totales indicó diferencias estadísticas (Cuadro 1). El mejor tratamiento para esta variable fue composta 25 % y vermiabono al 25 %, mientras el tratamiento que mostró la media más baja fue el testigo (suelo de vega). Este resultado es debido a que el abono orgánico tipo composta es usado de manera efectiva y positiva como fertilizante orgánico al suelo o a los cultivos debido a la gran disponibilidad de nutrientes que tiene como el nitrógeno que es el responsable de la formación de nuevas hojas y también aumenta los microorganismos benéficos en el suelo, los cuales protegen a las hojas y por ello existe mayor cantidad de biomasa y aumenta la producción de hojas (Conde, 2007). En cuanto al abono orgánico vermiabono sirve como depósito de elementos químicos que son esenciales para el desarrollo de las plantas en combinación con los nutrimentos del suelo, que al tener un exceso de este puede limitar el desarrollo del cultivo, esto se ve reflejado en los resultados (Cuadro 1), donde la proporción más baja de vermiabono indicó mejores resultados en cuanto al desarrollo de hojas. Sin embargo, Nogales *et al*., (2005) mencionan que mediante el proceso de vermicompostaje los patógenos no sobreviven ya que estas contienen enzimas y hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas e impiden la proliferación de organismos patógenos. CEDAF (2004) menciona que el vermiabono es uno de los mejores abonos orgánicos, porque posee un alto contenido en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio esenciales para los cultivos. Por su parte Martínez y Ramírez (2000) y Alvarado (2016) afirman que el efecto que tiene el vermiabono sobre las plantas, está relacionado con el contenido de nutrimentos que este

producto presenta en función del desecho que consume la lombriz, por lo tanto este puede ser un producto muy rico como puede no serlo.

Para la altura de planta el análisis de varianza no mostró diferencia estadística pero si diferencia numérica (Cuadro 1). Se observa que el tratamiento que mostró una mejor media numérica y obtuvo el mejor crecimiento de plántulas, fue composta 50 %, seguido de composta al 75 % y bocashi al 50 %, mientras que la media más baja fue para el testigo. De acuerdo con Castellanos y Marqués (1996) y López-Martínez (2001) mencionan que los fertilizantes tipo composta son fuente de nutrimentos rápidamente disponibles y tienen un efecto directo, que se refleja en corto tiempo en el crecimiento de las plantas. En suelos con alto nivel de materia orgánica se pueden alcanzar máximos rendimientos alcanzados para el tipo de cultivo y variedad, clima y manejo del mismo (Castellanos y Aguilar, 2000). De acuerdo con lo que menciona Gómez (1995) la altura de planta depende fundamentalmente del porcentaje de humedad aprovechable que exista en el suelo durante la etapa vegetativa, así como la cantidad de nutrimentos disponibles que se encuentren en el suelo. El uso de abonos orgánicos manejados bajo diferentes proporciones de manera adecuada favorece la tasa de crecimiento de hojas y raíces así como también de frutos y semillas (Aranda, 2002).

Finalmente para grosor de tallo el análisis de varianza indicó diferencias significativas (Cuadro 1). El mejor tratamiento fue el tratamiento de composta 25 %, mientras que el tratamiento que mostró el menor resultado fue el tratamiento de vemiabono 75 %. Estos resultados nos señalan que el uso de la composta en la proporción del 25 % es adecuada para el crecimiento y engrosamiento del tallo mientras que el uso de vermiabono con dosis altas no son adecuadas para el desarrollo de las plántulas de *Erythrina*. El uso del abono orgánico tipo vermiabono en una combinación de uno a uno no permite un engrosamiento de tallo en el cultivo debido al efecto de la cantidad excesiva de nutrientes que contiene. Chen (1996) afirma que el efecto del humus estimula el crecimiento de las plantas y que las aplicaciones de fertilizantes con sustancias húmicas (vermiabono) estimula tanto el crecimiento de los tallos como el de las raíces.

CONCLUSIONES

Con base a los objetivos planteados y de acuerdo a los resultados de este trabajo de investigación se concluye que los tratamientos de composta en las proporciones de 25 % y 50 % fueron los mejores debido a que cuantificaron las mejores medias en las diferentes variables colectadas en campo (altura de plántulas, número de hojas por brote, número de hojas totales, largo de brotes), en tanto que en el tratamiento testigo, consistente en suelo de vega, determinó las medias más bajas de las diferentes variables utilizadas en la presente investigación. Así mismo, los abonos orgánicos composta, bocashi y vermiabono, constituyen estrategias agroecológicas pertinentes en la región Frailesca para la producción de plántulas en etapa de vivero, toda vez que estas potencializan el uso de los recursos locales y promueven la conservación y mejoramiento de los recursos naturales.

LITERATURA CITADA

Alcolea, M. y González, C. 2004. Manual de compostaje doméstico. Escuela superior de Agricultura de Barcelona.

Alvarado, C. I. 2016. Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (C*offea arabica* L.) en etapa de vivero. Universidad autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Villaflores Chiapas, México. Pp. 108.

Aranda, D. E. 2002. Usos y aplicaciones de la lombricomposta en México. Lombricultura y abonos orgánicos. Memorias del II simposium Internacional y Reunión Nacional. Junio, 2002. Facultad de ciencias agrícolas. UAEM. P. 22-35.

Castellanos, J. Z. y J. J. Marqués O. 1996. Long-term effect of dairy monorean forage yields and soil properties in anaridirrigate dregion of north Mexico. Terra 14:151-158.

Castellanos, U. B. y Aguilar S. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelo, Aguas Agrícolas, plantas y E.C. P. P. 48-56.

Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal. (CEDAF). 2004. Guía técnica n° 35. Serie cultivos. Santo Domingo. República dominicana. P. 7-9.

Chen, Y. 1996. Organic Matter reactions involuing micronutrients in soil and their effect an plants. In: Humic sustance in terrestrial. Ecosystem. Pp. 523.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2010. Paquete tecnológico; sistemas silvopastoriles. Uso de árboles en potreros de Chiapas. 1ra ed. Zapopan, Jalisco. Pp.16-36.

Conde, T. H. 2007. Caracterización morfológica de maíces criollos en tres ambientes agroecológicos en el estado de Chiapas. Tesis de licenciatura. Universidad autónoma de Chiapas.

Gómez, A. B. 1995. Fechas de siembra, densidad de población y genotipos de maíz (*Zea mays* L) en Villacorzo, Chiapas. Tesis de licenciatura, universidad autónoma de Chiapas. 66 pp.

López-Martínez, J. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo y rendimiento en Maíz. Tera19:293-299.

Martínez, C. y Ramírez, C. 2000. Importancia del reconocimiento de *Eisenia Fétida*. II. Simposium de lombricultura y abonos orgánicos. FCA.UAEM. Toluca, México. 142 p.

Nogales, R., C. Fuentes y E., Benitez. 2005. Vermicomposting of winey wastesia laboratory study. Journal of Eviro mental Science and part. BIISNN:6360. P. 659-673.

Ray, P. 1977. The living plant. Editorial continental. Mexico, D.F. 272 p.

Reines, A. M. 1998. Lombricultura. Alternativa del desarrollo sustentable. Cnetro universitario de ciencias biológicas y agropecuarias. Universidad de Guadalajara.

Romero, F., Montenegro, J., Pezo y D. Borel 1993. Cecas vivas y bancos de proteína de *Erythrina berteroana* manejadas para la producción de biomasa comestible en el trópico húmedo de Costa Rica. In Westley, SB; Powell, MH. Ed. Erythrina in the New and worlds. NFTA. Paia, Hawaii, U.S.A. PP 205-210.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y pesca. (SAGARPA). 2007. Abonos orgánicos. Subsecretaria del Desarrollo Rural. México. Pp. 8-12.

Villanueva, C., Ibrahim, M. y Casasola, F. 2005. Las acercas vivas en las fincas ganaderas. Proyectos enfoques silvopastoriles integrados por el manejo de Ecosistemas Managua, NI, INPASA. 19 P.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO CON MANEJO ORGÁNICO Y CULTIVADO CON PAPAYA (*Carica papaya* L)

María De Lourdes Adriano-Anaya[1]
Itzel Yashuri Ortiz-Villalobos [1]
Gamaliel Velázquez-Ovalle[1]
Miguel Salvador-Figueroa[1]

RESUMEN

La papaya es un fruto tropical de la familia caricáceae, que se cultiva en regiones tropicales y subtropicales de América, este cultivo ha sido rentable para la agricultura convencional lo que implica el insumo de químicos incompatibles con la conservación de la biodiversidad y fertilidad suelo. La agricultura orgánica es una forma de producción que utiliza al máximo los recursos de la finca, enfatizando en la fertilidad del suelo, la actividad biológica y a minimizar el uso de agroquímicos. Por esta razón el objetivo de trabajo fue determinar la influencia del manejo orgánico del cultivo de papaya (*Carica papaya* L) en las características químicas y biológicas del suelo. Se establecieron tres tratamientos en parcelas con 30 plantas cada una. Los Tratamiento 1 y 2 se establecieron con prácticas de agricultura orgánica y el Tratamiento 3 con agricultura convencional. Los resultados obtenidos de materia orgánica, mostraron un incremento en los tratamientos orgánicos y el convencional no mostro diferencias significativas, respecto a los compuestos nitrogenados, el convencional mostró siempre una mayor concentración, pero los tratamientos orgánicos lograron mantener constante la concentración de cada una de las formas de nitrógeno, los resultados de pH del tratamiento convencional siempre fue más ácido, en cuanto a los tratamientos orgánicos estos fueron neutros. El fosforo, sodio, potasio y las enzimas fosfatasas no mostraron diferencias significativas. Por otro lado, el análisis realizado al suelo mostró que el empleo de biofertilizantes en el cultivo de papaya mejora las propiedades del suelo.

Palabras clave: Agricultura orgánica, materia orgánica, biofertilizantes.

INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya L*) es una planta tropical de la familia de las caricáceae, que se cultiva en las regiones tropicales y subtropicales de América (FAO, 2010). La variedad Maradol se ha destacado por su apariencia, sabor y valor nutritivo, por lo que es considerada uno de los cultivos más importante, México, ocupa el tercer lugar a nivel mundial en producción después de Brasil y Nigeria (SAGARPA-SIAP, 2010). En México, la superficie sembrada con este frutal es de 17,745 ha, con una producción de 42,907 t ha^{-1} de la cual el 80% se concentra en los estados de Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Yucatán, Campeche y Colima (SAGARPA, 2010).

Aunque el cultivo de papaya es rentable, la tecnología convencional emplea insumos químicos (fertilizantes y controladores de plagas y enfermedades) y técnicas de laboreo incompatibles con la sustentabilidad del suelo y el ambiente. El mayor problema de los insumos sintéticos es el proceso de degradación a largo plazo, algunos de sus componentes son volátiles y otros son arrastrados por las corrientes de aguas superficiales o subterráneas contaminando, con ello, suelo, agua y aire.

[1]Laboratorio de Agricultura Sustentable. Instituto de Biociencias. Universidad Autónoma de Chiapas. maria.adriano@unach.mx
La agricultura orgánica (empleo de abonos, plantas trampas y extractos vegetales) es la alternativa que puede suplir el empleo de productos sintéticos (Álvarez y Steinbach*, 2009).* Con

el uso de este tipo de agricultura el proceso de producción no es tan agresivo con el ambiente ni con el suelo, como lo es la agricultura convencional o intensiva. Con la incorporación de prácticas de agricultura orgánica se reduce la erosión, se incrementa la circulación de nutrientes y energía, se mejora la capacidad de retención de nutrientes y agua del suelo.

El efecto en el suelo del manejo orgánico del cultivo de maíz, ha sido ampliamente estudiados (Amaya et al., 2005; Álvarez-Solís et al, 2010; Cristóbal-Acevedo et al., 2011). Se mejoró la mineralización del carbono (Amaya et al., 2005); aumentó la concentración de materia orgánica, N orgánico y N total (Cristobal-Acevedo et al., 2011) y mejoró la actividad de la fosfatasa alcalina, la fosfatasa ácida, la actividad de ureasa y el porcentaje de colonización micorrízica (Álvarez-Solís et al., 2010).

Así mismo Mogollón et al. (2010) demostraron que el manejo orgánico del cultivo de sábila mostró mejoras en la respiración basal, el carbono de la biomasa microbiana y la actividad ureásica. Por su parte Zhao et al. (2009) demostraron, después de 25 años de estudio, que la adición de estiércol de granja combinado con el manejo de fertilizantes químicos dio lugar al aumento del carbono orgánico del suelo, N-disponible, P-disponible, y mayor actividad de proteasa, ureasa y fosfatasa alcalina.

El contenido de materia orgánica del suelo (Ding et al., 2006; Zhao et al., 2009), la cantidad de agregados estables (Ferreras et al., 2006), el número de bacterias de diferentes grupos tróficos, así como mayor riqueza de especies en las comunidades de bacterias y nematodos (van Diepeningen et al., 2006; Berner et al., 2008) se han visto positivamente influenciados por el manejo orgánico del cultivo.

Escaso es el trabajo reportado con el manejo orgánico del cultivo de frutales por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar la influencia del manejo orgánico del cultivo de papaya (*Carica papaya* L) en algunas características físico-químicas y biológicas del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

Las parcelas orgánicas se establecieron en el sitio experimental del Instituto de Biociencias (IBC) de la Universidad Autónoma de Chiapas, ubicado a 14° 49´ 48.56´´ N; 92° 17´ 46.98´´O; 58 msnm; temperatura media anual de 30.7 °C, humedad media anual de 80% y lluvia media de 2632.9 mm, en el Municipio de Tapachula (Estación meteorológica: 769043 MMTP). El cultivo convencional se llevó a cabo en el rancho Santa Catalina de la empresa Agro-Pacífico localizado en Juchitán de Zaragoza, Viva México, Chiapas. 24°54’42.9”N 92°20’13.8”W 14.911913, -92.337166. En una parcela que previamente estuvo cultivado por banano Clon “Gran Enano”, observándose la característica materia orgánica proveniente de dicho cultivo. La fertilización y control de plagas y enfermedades se realizó a través de agroquímicos.
El trabajo se realizó en el periodo de Julio del año 2015 hasta Julio del año 2016.

Material biológico

Las plántulas de papaya (*Carica papaya L.*) para los cultivos orgánico, fueron proporcionadas por AGROMOD S. A. de C. V. y las semillas de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) fueron adquiridas en una casa comercial (Hortoflor^{MR}). Para el cultivo convencional, fueron producidas por Agro-Pacífico.

Diseño experimental
Se realizaron tres tratamientos en un diseño completamente al azar, dos se realizaron con técnicas orgánicas, en el Tratamiento 1 (T1) se utilizaron fertilizantes orgánicos, extractos e infusiones y Jamaica para el control de plagas y enfermedades; en el Tratamiento 2 (T2) a diferencia del T1 no se utilizaron las plantas de Jamaica como plantas trampas y el Tratamiento 3 (T3) con agricultura convencional (Cuadro 1). Se establecieron parcelas de 67.5 m^2 con 30 plantas para cada uno de los tratamientos. Al mismo tiempo que se sembraron las plantas de papaya, en el perímetro de la parcela del T1, se sembraron, dos líneas de plántulas de Jamaica, con distancia entre planta de 1 m.

Cuadro 1. Tratamientos establecidos en un diseño completamente al azar

Tratamiento	Jamaica	Extractos e infusiones	Biofertilizantes	Agroquímicos
1 (Org+CBP)	+	+	+	-
2 (Org)	-	+	+	-
3 Testigo (Conv)	-	-	-	+

Preparación de biofertilizantes

Compost tipo bocashi
Para la preparación del compost tipo bocashi se utilizaron residuos de hojas y tallos de plantas arvenses, pulpa de café, melaza de caña de azúcar, estiércol de bovino y bacterias ácido lácticas. El material sólido se acomodó por capas en pilas de aproximadamente 1000 kg. Las bacterias ácido lácticas se adicionaron a razón de 1litro $pila^{-1}$. EL bocashi se aireo manualmente cada 7 días por 6 semanas (Adriano *et al* 2012).

Biofermento líquido (Biol)
La preparación del Biol se realizó mezclando 50 kg de estiércol fresco de ganado bovino, 3.0 kg de melaza de caña de azúcar, 4 kg de ceniza, 2 l de inoculante microbiano para acelerar la fermentación (levadura *Sacharomyces cerevisae*, bacterias acéticas y lácticas) y agua para completar 200 L. La mezcla fue fermentada anaeróbicamente en un tanque cerrado herméticamente durante 21 días (Adriano *et al* 2012).

Vermicompost
El vemicompost se obtuvo mediante la biotransformación de pulpa de café y estiércol (1:!), por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). El proceso se realizó en tanques de 3 x 1 x 1 m manteniendo 80% de humedad.

Preparación de extractos vegetales para el control de plagas y enfermedades
Para la preparación de extractos acuosos vegetales se utilizaron 100 g de bulbos de ajo *(Allium Sativum*), 150 g de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en polvo, 500 g de epazote (*Dysphania ambrosioides),* 150 g de tomillo *(Thymus vulgaris*), 500 g de chile de árbol (*capsicum anuum)*. Cada planta triturada se colocó por separado en 9 L de agua en ebullición. La mezcla se dejó enfriar a temperatura ambiente y se dejó reposando durante 14 días para su posterior utilización. Para la preparación de extractos alcohólicos, 500 g de clavo (*Sizigium aromaticum*) o manzanilla

(*Matricaria chamomilla*), o canela (*Cinnamomun zeylanicum Blume*) fueron triturados. Posteriormente y de forma individual, fueron colocados en recipientes con capacidad de 5 L y se les adicionaron 3,600 mL de etanol a 70%. Los recipientes fueron herméticamente cerrados y se dejaron en reposo, a temperatura ambiente por 5 días para su posterior utilización. Así mismo, se realizó la preparación de extracto de ajo por reflujo en equipo Soxleth; para ello 45 g fueron colocados en el matraz bola de fondo plano de 500 mL se adicionaron 120 mL de etanol al 70% y 80 mL de agua destilada. El equipo Soxhlet fue instalado y la mezcla se calentó (parrilla eléctrica) hasta alcanzar el punto de ebullición. La mezcla se retiró después de seis reflujos. El líquido fue almacenado a temperatura ambiente hasta su empleo.

Aplicación de los biofertilizantes

Al momento de la siembra de las plantas de papaya fueron aplicados 2 kg de vermicompost y posteriormente, la misma cantidad fue colocada, alrededor del tallo, cada 9 semanas. El Biol fue aplicado, en la zona de goteo de las plantas, cada 7 días a razón de 2 L planta^{-1}. El bocashi se aplicó, alrededor del tallo de la planta, a razón de 2 kg planta^{-1}cada 9 semanas.

Fertilización y control Convencional

En el tratamiento convencional, se aplicaron fertilizantes de acuerdo a la etapa del cultivo. Al trasplantar se efectuó una aplicación de DAP (Fosfato Diamónico) de 40g por planta, a los quince días, se aplicó 50g por planta de urea y a los 30 días, se aplicó 60g por planta de Nitrato de Calcio. Posteriormente, para el desarrollo vegetativo se hicieron 4 aplicaciones c/15 días, en la primera, segunda, y cuarta se aplicaron 70g de la mezcla 17-08-19+5S+1.3Zn y en la tercera se aplicó 60 g de Nitrato de Calcio. Después para la etapa de fructificación se realizaron 4 aplicaciones en la primera se aplicó 80 g/ planta de KCL, la segunda fue de nitrato de potasio 100 g/planta, la tercera de nitrato de calcio 70 g/ planta, y la cuarta se aplicó nitrato de calcio 100 g/planta las aplicaciones fueron cada 10 días. Después de la primera cosecha se hicieron 4 aplicaciones, la primera aplicación fue de Nitrato de Potasio 100 g/planta, la segunda de Nitrato de calcio 70 g/planta, la tercera de Nitrato de Potasio 100 g/planta, y la cuarta se aplicó una mezcla (17-08-19+s5+zn1.3) estas aplicaciones fueron cada 7 días.

Para el control de plagas y enfermedades se aplicó una mezcla de fungicidas que consistían de previcur (Propamocarb clorhidrato: Propil 3-(dimetilamino) propilcarbamato-hidrocloruro), derosal (Carbendazim: Metilbenzimidazol-2-ilcarbamato) y dap plus (Nonil fenol etoxilado) mezclando 300, 300 y 200 respectivamente en 200 L de agua y se aplicaron cada 5 días.

Se aplicó otra mezcla de Ridomil (Mefenoxam) con dosis de 100mL y Dap plus (Nonil fenol etoxilado) con 100 mL en 200 L de agua cada 5 días.

Muestreo

Muestras de suelo rizosférico (1kg) de tres plantas de papaya, seleccionadas aleatoriamente, de cada parcela fueron obtenidas cada 12 semanas. Las muestras se secaron a temperatura ambiente (25°C), se molieron, se tamizaron (2 mm) y se conservaron, a 6 ºC, hasta su análisis.

Prácticas culturales

Las prácticas culturales que se realizaron para papaya fueron el deshoje, riego, aporque y el corte de plantas arvenses.

Análisis químicos de suelo

Los análisis realizados al suelo fueron: materia orgánica (MO) mediante el método de calcinación, conductividad eléctrica (CE) en suelo saturado con el método electrométrico, pH a través del método electrométrico; sodio, potasio, calcio, amonio y nitrato mediante electrodos por el método de ion selectivo, nitrógeno total (N%) con el método micro-Kjeldhal, y fósforo asimilable por el método de Bray1 y Kurtz1 (NOM-021-RECNAT.2000).

Análisis biológico del suelo
Se evaluó la actividad enzimática de esterasas, usando el método de FDA modificado (Kokalis *et al.* 1994), fosfatasas alcalína y ácida usando el método de Tabatabai y Bremner (1972) y proteasas, determinándose enlaces peptídicos por Biuret.

Análisis de resultados
Los datos obtenidos se procesaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y en donde se encontraron diferencias se aplicó la prueba de Tukey (α = 0.05) empleando el programa InfoStat® Profesional versión 2011.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades químicas del suelo
En la Figura 1 se muestra la dinámica de la materia orgánica, y de los compuestos de nitrógeno, en los suelos cultivados con papaya de los diferentes tratamientos estudiados.

Previo a la siembra de las plantas (Mes 0) el suelo del cultivo con fertilización química contuvo 20.5% mayor de materia orgánica respecto a los suelos donde se establecieron los procesos de fertilización orgánica (Figura 1A). Después de 12 meses de cultivo en el suelo con fertilización orgánica y control biológico de plagas (Org + CBP) y en el tratamiento de fertilización orgánica (Org) se observó, respectivamente, incremento de 28.5% y 33.5% respecto al valor inicial mientras que, en el suelo con fertilización química no hubo diferencia en la concentración. Entre los tratamientos la diferencia fue significativa (Cuadro 2). La materia orgánica es el insumo más importante en la agricultura orgánica ya que de ella depende la fertilidad química y biológica del suelo.

Por las concentraciones de materia orgánica encontradas en este trabajo (Figura 1A) se pudiera pensar que los suelos de los tres tratamientos establecidos deberían presentar similar fertilidad química y biológica. Sin embargo, el mayor contenido de nitrógeno total en el suelo del cultivo convencional (Figura 1C) orienta a pensar que es resultado del proceso de fertilización inorgánica al que el cultivo estuvo sujeto, aunado al nitrógeno liberado por el proceso de descomposición de la materia orgánica fresca (del corte de las plantas arvenses y del banano).

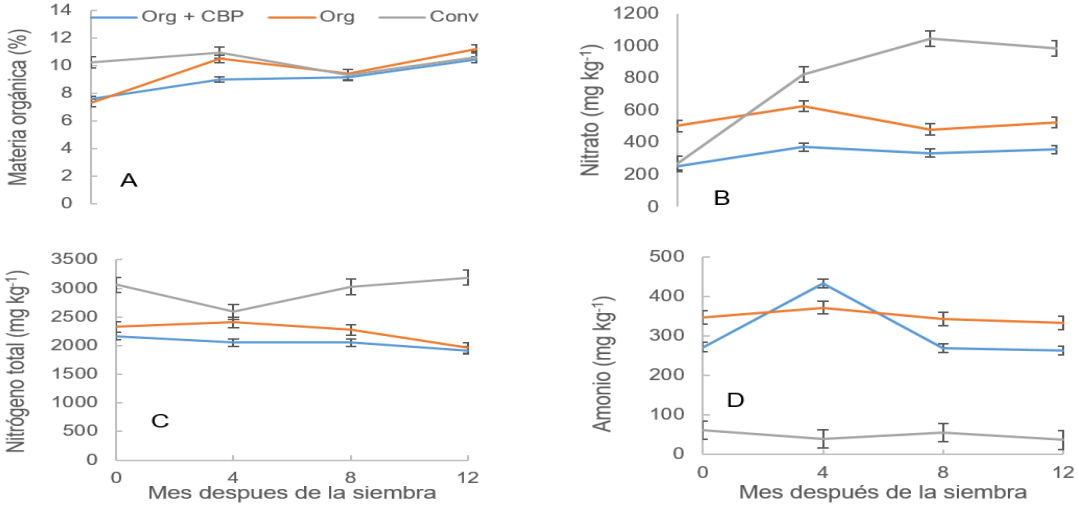


Figura 1. Dinámica de la materia orgánica (A) y los compuestos nitrogenados (B, C y D) en suelos cultivados con papaya variedad “Maradol”, bajo condiciones orgánicas y convencional.

Respecto a los compuestos nitrogenados, en el suelo con fertilización química siempre se observaron los mayores valores de nitrógeno total (Figura 1B). En dicho tratamiento, a los 4 meses de establecido el cultivo, se observó decremento del 15% en el nitrógeno total posteriormente, la concentración de esta variable fue similar a la encontrada al inicio del proceso. Por su parte en los tratamientos con fertilización orgánica, el nitrógeno total se mantuvo prácticamente constante, con un valor promedio de 2145.4 mg kg^{1}. Las diferencias entre los tratamientos fueron significativas (Cuadro 2).

Por otra parte, el comportamiento del NO_3^+ y el NH_4^+ fue contrastante entre los tratamientos, es decir, mientras que en el suelo con fertilización química el NO_3^+ tuvo la mayor concentración, y siempre a la alza, (Figura 1C) el NH_4^+ tuvo la más baja y constante (Figura 1D). Así que al concluir el estudio el suelo con fertilización química tuvo, respecto a los suelos Org+CBP y Org, 7.3 y 9.2 veces menos NH_4^+ así como, 1.9 y 2.8 veces menos NO_3^+. Las diferencias entre los tratamientos para los tres parámetros fueron significativas (Cuadro 2). La mayor concentración de nitratos (Figura 1B) y menor concentración de amonio (Figura 1D) encontrados en el suelo del cultivo convencional es un fuerte indicador de que este elemento fue altamente movible en dicha condición. Uno de los fertilizantes químicos utilizados, está constituidos por urea cuyo producto es NH_4^+, el cual rápidamente es transformado a NO_3^-. Por su parte, en el suelo la materia orgánica fresca es sujeta de diversos procesos se descompone produciendo, entre otras cosas, NH_4^+, la cual es transformada a NO_3^-. La concentración alta de NO_3^- en el suelo es debido también al uso de nitratos en la fertilización, estos resultados coinciden con lo reportado por Aruani et al. (2008) quienes utilizaron nitrato de amonio y como materia orgánica estiércol de pollo para el cultivo de lechuga.

El hecho de haber encontrado mayor contenido de NH_4^+ (Figura 1D) y menor contenido de NO_3^- (Figura 1B) en el suelo de los tratamientos Org+CBP y Org es un indicativo de que el proceso de compostaje y de fermentación de la materia orgánica utilizada estabilizó al NH_4^+ haciendo el proceso de nitratación más lento. Lo anterior trae como consecuencia que haya existió disponibilidad de este nutriente para las raíces (Barrios et al., 2012). Así mismo, el proceso de quelado del NH_4^+ disminuye el lixiviado y la volatilización del NO_3^-, la principal fuente de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas (Cristóbal-Acevedo et al., 2011; Martínez et al., 2011; Barrios et al., 2012).

Los cationes K^+ y Ca^{2+}mostraron una dinámica de acumulación en el suelo manejado con fertilizantes convencionales (7.6 y 6.1 veces, respectivamente) mientras que, en los suelos Org+CBP y Org, esos mismos cationes permanecieron, de forma general, sin cambio (Figuras 2A y 2B) y con menor concentración. Las diferencias fueron significativas (Cuadro 2). El efecto quelado, debido al procesamiento de la materia orgánica (compost, biol y bocashi), también pudo observarse en los cationes K^+ y Ca^{2+} (Figura 2A y 2B, respectivamente) ya que en el suelo de los tratamientos Org+CBP y Org, ambos cationes permanecieron en concentraciones cuasi-constante; mientras que en el suelo del cultivo convencional siempre estuvieron acumulándose. Así que al igual que con el NO_3^-, en el suelo del cultivo convencional los cationes K^+ y Ca^{2+} estarán sujetos a proceso de lixiviación.

Al inicio del estudio, la conductividad eléctrica de los suelos (Figura 2C) fue similar (promedio de 131.2 µS cm^{-1}). Con el paso del tiempo en todos los tratamientos se observó tendencia a incrementar el valor de dicha variable. Así, al finalizar el periodo de trabajo, el suelo donde se emplearon productos químicos para fertilizarlo tuvo 2.7 más de conductividad eléctrica. Por su parte los suelos donde se emplearon Org+CBP y Org tuvieron 1.7 y 2.2 veces más valor de conductividad eléctrica. Entre los tratamientos la diferencia fue significativa (Cuadro 2). El

incremento de la conductividad eléctrica (Figura 2C) en los suelos puede explicarse por el uso de fertilizantes químicos en el cultivo convencional tal como lo ha reportado Mogollon et al. (2010). Por su parte la fluctuación de la conductividad eléctrica en el suelo con fertilizantes orgánicos puede deberse al incremento de minerales aportados por dichos fertilizantes. Se ha reportado (Prato et al., 2014) que durante el proceso de producción de los fertilizantes orgánicos se liberan diferentes minerales que incrementan la conductividad eléctrica del sistema.

El suelo cultivado con papaya y fertilizado convencionalmente siempre tuvo el valor de pH más ácido (Figura 2D) mientras que, donde se emplearon Org+CBP u Org fueron más neutros. En ambos casos se observó tendencia a incrementar el valor del pH. Las diferencias en el valor de pH fueron significativas (Cuadro 2). Por otro lado, los resultados de pH (Figura 2D) confirman que el empleo de fertilizantes químicos acidifican el suelo (Martínez et al., 2011); mientras que el empleo de materia orgánica procesada mantiene el pH del suelo en regiones neutras lo que favorece el crecimiento de las plantas.

Por su parte en el contenido de P y de Na en los suelos de los diferentes tratamientos no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 2) teniendo valores promedio respectivos de 5.7 y 71.7 mg kg_{suelo}^{-1}.

Desde la perspectiva biológica, el suelo con fertilización convencional mostró similar dinámica en la actividad de esterasa que aquellos suelos con Org+CBP y con Org (Figura 3A). En todos los tratamientos se observó incremento en la actividad enzimática de esterasa. De esta forma al inicio del trabajo la actividad de esterasa tuvo valor promedio de 12.9 pKtal kg_{suelo}^{-1} sin diferencia estadística entre ellos y al final los suelos convencional y Org+CBP tuvieron en promedio actividad esterasa de 50.7 pKtal kg_{suelo}^{-1} mientras que el tratamiento Org tuvo 42.8 pKtal kg_{suelo}^{-1}. En esta última comparación la diferencia fue significativa (Cuadro 1). El aumento en la actividad enzimática de esterasa, una medida indirecta de la cantidad de microorganismos presentes en el suelo, observada en los suelos manejados con fertilizantes orgánicos, es resultado de la adición de dichos microorganismos en conjunción con la materia orgánica procesada. Por su parte en el suelo del cultivo convencional el incremento de actividad esterasa es resultado de la adición de materia orgánica fresca la cual es sustrato para los microorganismos como fue demostrado por Aruani et al. (2008).

Variable	SC	gl	CM	Fc	p-valor
Materia orgánica	49.25	2	24.62	17.36	<0.0001
pH	14.29	2	7.14	26.43	<0.0001
Conductividad eléctrica	72211	2	36105.5	12.55	<0.0001
Nitrógeno total	24341859.59	2	12170929.79	78.56	<0.0001
Na	6622.87	2	3311.44	1.83	0.1619
NO_3	6569149.18	2	3284574.59	154.25	<0.0001
Ca	1314090.15	2	657045.08	239.82	<0.0001
NH_4	2402163.58	2	1201081.79	246.79	<0.0001
K	32152.46	2	16076.23	3.83	0.023
P	47.68	2	23.84	2.18	0.1158
Esterasa	2373.85	2	1186.93	16.26	<0.0001
Fosfatasa alcalina	6978.18	2	3489.09	2.65	0.0726
Fosfatasa ácida	2230.9	2	1115.45	0.91	0.4035
Proteasa	36065.56	2	18032.78	42.96	<0.0001

Cuadro 2. Resultado del ANAVA de las distintas variables analizadas en suelo cultivado con papaya variedad “Maradol”, bajo manejo convencional u orgánico.

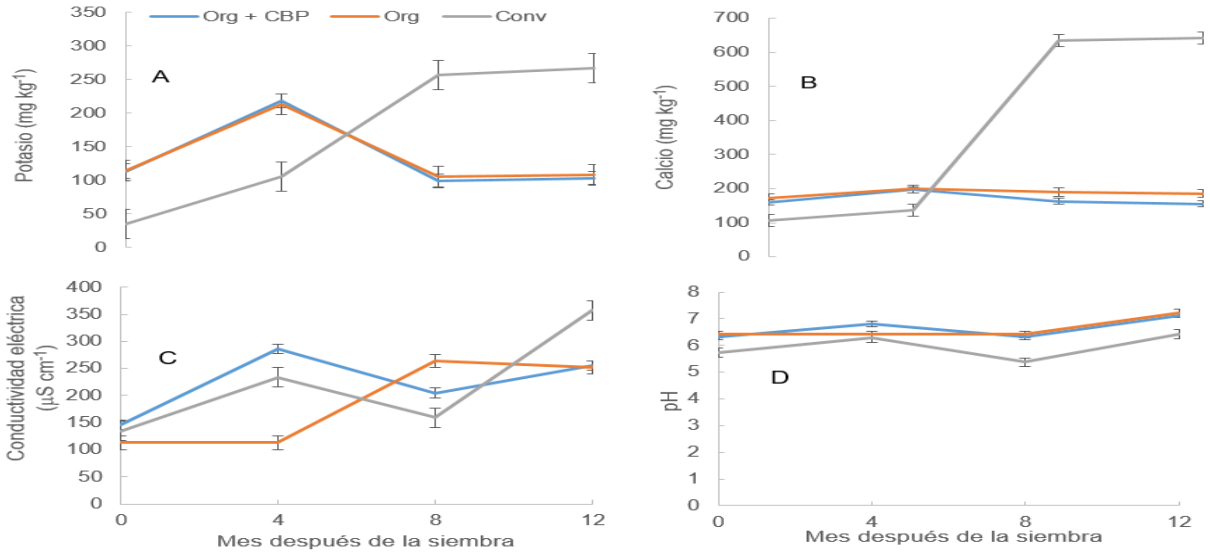


Figura 2. Dinámica de los cationes K^+ (A), Ca^{2+} (B), de la conductividad eléctrica (C) y el pH (D) en los tratamientos convencional (conv), orgánico (org), y orgánico más control biológico de plantas (Org+CBP).

De igual forma la actividad enzimática de proteasa mostró similar comportamiento entre los tratamientos (Figura 3B). En los primeros 8 meses se observó incremento en dicha actividad y del mes 8 al mes 12 decremento. Al inicio del trabajo el suelo Org+CBP y el suelo Org tuvieron

en promedio 205 nKtal kg_{suelo}^{-1} de actividad proteasa mientras que el suelo convencional tuvo 170 nKtal kg_{suelo}^{-1}. A los 8 meses de trabajo la actividad promedio de proteasa en todos los suelos fue de 246 nKtal kg_{suelo}^{-1}. Al concluir el tiempo del trabajo la actividad proteasa en el suelo convencional, Org+CBP y Org fue, respectivamente de 158, 221 y 130 nKtal kg_{suelo}^{-1}. Las diferencias fueron significativas (Cuadro 2).

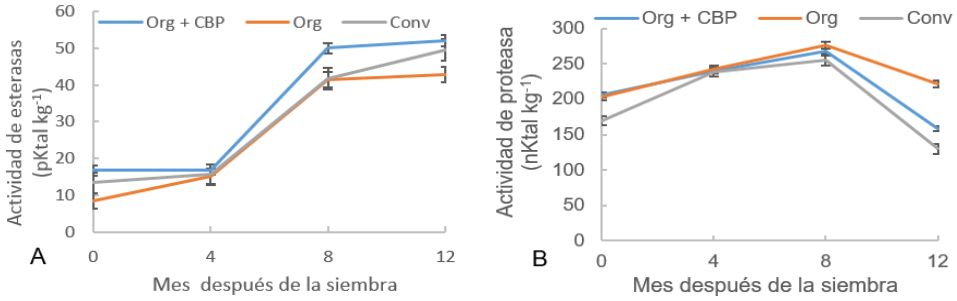


Figura 3. Dinámica de la actividad de esterasa (A) y proteasa (B) en el suelo cultivado con papaya variedad “Maradol” empleando fertilizantes químicos o biofertilizantes.

Finalmente las actividades de fosfatasa ácida y fosfatasa alcalina no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 2) teniendo valores promedio de 107 y 122 nKtal kg_{suelo}^{-1}, respectivamente. Finalmente, la actividad enzimática de proteasa, en los tratamientos estudiados, fue similar a lo previamente reportado, ya que en diferentes estudios de crecimiento de plantas bajo sistema orgánico la actividad de las enzimas del suelo siempre fue mayor al compararlo con el sistema convencional. De tal modo que Zhao et al. (2009), Mogollón et al. (2010) y Álvarez-Solis et al. (2010), reportaron mayor actividad de proteasa, ureasa y fosfatasa alcalina, mayor actividad de ureasa y mayor actividad de fosfatasa ácida, fosfatasa alcalina y ureasa, en el cultivo de maíz, sábila y maíz, respectivamente, fertilizados con diferentes tipos de materia orgánica procesada.

CONCLUSIÓN

El empleo de materia orgánica procesada en el cultivo de papaya mejora, en el suelo, la disponibilidad de nitrógeno, y otros nutrimentos minerales. Proporciona mayor estabilidad del pH y mejora la actividad microbiana.

LITERATURA CITADA

Adriano M. de L., F. Gutiérrez, L. Dendooven3 and M. Salvador-Figueroa, 2012. Influence of compost and liquid bioferment on the chemical and biological characteristics of soil cultivated with banana (*Musa* spp. L.). Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 12 (1) 33-43.

Álvarez R. H.S Steinbach. 2009. A review of the effects of tillage systems on some soil physical properties, water content, nitrate availability and crops yield in the Argentine Pampas. Soil & tillage research. 104, 1-15pp.

Álvarez-Solís J. D., D. A. Gómez-Velasco., N. S León-Martínez., y F. A Gutiérrez-Miceli., 2010. Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. Agrociencia. 4(5):575-586.

Amaya M., F. Bautista y J. Castillo. 2005. Dinámica de la calidad de suelos de la milpa con el uso de leguminosas como cultivo de cobertera. En Bautista F. y Palacios G. (Eds).

Aruani M. C., P. Gili., L. Fernández., R. González., P. Reeb., y E Sánchez., 2008. Utilización de nitrógeno en diferentes manejos de fertilización en lechuga (*Lactuca sativa* L.) y su efecto en algunas variables biológicas del suelo, Neuquen-Argentina.. Agro Sur. 36(3): 147-157.

Barrios M., J García., y C Basso., 2012. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de nitrato y amonio en el suelo y la planta de maíz. Bioagro. 24(3): 213-220.

Berner A., I. Hildermann., A. Fließbach., L. Pfiffner., U. Niggli., and P. Mäder., 2008. Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management. Soil & Tillage Research. 10: 89-96.

Cristóbal-Acevedo, D., Álvarez-Sánchez, M. E., Hernández-Acosta, E. y R Améndola-Massiotti,. 2011. Concentración de nitrógeno en suelos por efecto de manejo orgánico y convencional. Terra Latinoamericana. 29(3): 325-332.

Ding G., X. Liu,. S. Herbert., J. Novak., D. Amarasiriwardena., and B. Xing., 2006. Effect of cover crop management on soil organic matter Geoderma 130: 229–239.

FAO. 2010. FAOSTAT. Producción agrícola de papaya anual 2010. Faostat.fao.org.

Ferreras L., E. Gomez., S. Toresani., I. Firpo., and R. Rotondo. 2006. Effect of organic amendments on some physical, chemical and biological properties in a horticultural soil. Bioresource Technology. 97: 635-640.

Kokalis-Burelle, N., R., Rodríguez-Kabana , R, C, F., Weawer, P.S., King., 1994. Evaluation of powdered pine bark for control of Meloidogyne arenria and Heterodera glycines on soynean. Plant and Soil 162: 163-168

Martínez F., D. Ojeda., A. Hernández., J. Martínez., y de la O G. 2011.El exceso de nitratos: un problema actual en la agricultura. Synthesis. 57: 11-16.

Mogollón J.P., D. Torres., y A. Martínez. 2010. Cambios en algunas propiedades biológicas del suelo según el uso de la tierra en el sector El Cebollal, estado Falcón, Venezuela. Bioagro. 22(3): 217-222.

Prato Andrés I., Manuel Iván Gómez 2014. Aplicación líquida edáfica y foliar de manganeso en espinaca (Spinacia oleraceae L.) cultivada en sustrato vermicompost Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas - Vol. 8 - No. 2 - Pp. 262-271.

SAGARPA-SIAP. 2010. Cierre de la producción agrícola por cultivo. Anuario estadístico de la producción agrícola. http://www.siap. gob.mx/index.php?option=com_wrapper& view=wrapper&Itemid=350.

Tabatai, M. A. and J. M. Bremmer, 1972. Use of p-nitrophenylphophate for assay of soil phosphatase activity. Soil Niology and Biochemistry. 1: 301-307.

Van Diepeningen A. D., de O. J. Vos., G. W. Korthals and A. H. C. van Bruggen., 2006. Effects of organic versus conventional management on chemical and biological parameters in agricultural soils. Applied Soil Ecology 31: 120–135

Zhao Z., P.Wang., J. Lia., Y. Chene., X. Ying. And S. Liu. 2009. The effects of two organic manures on soil properties and crop yields on a temperate calcareous soil under a wheat–maize cropping system. European Journal of Agronomy. 31: 36.42.

EFECTO DEL USO COMBINADO DE EXTRACTOS VEGETALES ACUOSOS SOBRE ÁCAROS FITÓFAGOS EN CARICA PAPAYA VAR. MARADOL

María de Lourdes Adriano-Anaya[1]
José Alberto Cueto-Wilder[1]
Victor Albores-Flores[1]
Isidro Ovando-Medina[1]

RESUMEN

La agricultura es de las prácticas que el hombre ha realizado con el fin principal de obtener alimentos. La demanda de esto, ha hecho que la agricultura se realice de manera intensiva, lo que ha llevado consigo el incremento de plagas y enfermedades y por ende el aumento de pesticidas para combatirlas, con la consecuente contaminación del ambiente, por lo cual el objetivo de este trabajo fue determinar la eficiencia del uso combinado de extractos vegetales acuosos sobre ácaros fitófagos en *Carica papaya* Var. Maradol, en condiciones de fertilización orgánica. Se estableció un diseño de dos bloques con ocho tratamientos, en donde se varió las concentraciones de extractos acuosos de diferentes plantas, aplicándose en dos momentos diferentes (cada 7 o 14 días) a 100 plantas por tratamiento. Se evaluó cada mes, el número de ácaros, encontrándose que en el tratamiento donde se aplicó cada 7 días la mezcla de los extractos acuosos de ajo, tabaco, cempasúchil y ajo + chile, con extracto alcohólico de clavo, en relación 125 mL: 125 mL: 125 mL: 500 mL: 125 mL y diluidos a 20 L, redujo la población de ácaros de las hojas de papaya hasta en 80%.

Palabras clave: ácaros, papaya, control orgánico, extractos acuosos vegetales

INTRODUCCIÓN

Carica papaya L, es originaria de las zonas tropicales y subtropicales de América central (Badillo 1993), hasta la semana 32 del año 2016, México había exportado 1,147 t de papaya conservando, con ello, el primer lugar mundial como país exportador (ProPapaya, 2016). A pesar de lo anterior, la producción de papaya enfrenta diversas problemáticas (Feitó y Portal, 2013), entre las que se encuentran la presencia de diferentes enfermedades y plagas (Vázquez et al., 2015).

Laboratorio de Agricultura Sustentable. Instituto de Biociencias. Universidad Autónoma de Chiapas. maria.adriano@unach.mx

Guzmán et al. (2008) reportaron que entre las principales plagas del follaje del papayo se encuentran la araña roja (*Tetranchus cinnabarinus*), el piojo harinoso (*Planococcus sp*.) y el ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*). Además de *P. latus*, en México, se ha reportado la presencia de los siguientes ácaros atacando al papayo: *Eutetranychus banksi*, *Panonychus citri*, *Tetranychus desertorum* Banks, 1900, *T. kanzawai* Kishida, 1927, *T. marianae* McGregor, 1950, *T. urticae* Koch, 1836, Oligonychus yothersi McGregor, 1914, T. cinnabarinus, *Tetranychus gloveri* Banks, 1920; *T. ludeni* Zacher, 1933, *T. mexicanus* y *T. merganser* Boudreaux, 1950 (Valencia-Domínguez et al., 2011; Abato-Zárate et al., 2014). Los ácaros perforan la epidermis de las hojas, y succionan el contenido celular, por el envés de las hojas jóvenes o adultas, produciendo atrofia, distorsión y, finalmente, la abscisión del folio. Inicialmente se produce un moteado o salpicado sobre el follaje, posteriormente la hoja entera se torna clorótica y puede caer (Constantinides y McHugh, 2008; Teixeira et al., 2007).

Las características morfológicas de los ácaros, aunado, a su alta tasa reproductiva, ciclo de vida corto, fácil diseminación y amplia capacidad de adaptación a diferentes ambientes complica el control de la población. En este sentido el sistema más empleado es la utilización de productos de síntesis química (Acuña et al., 2005, ProPapaya, 2013). Los acaricidas químicos tienen la desventaja de acumularse a niveles que pueden ser tóxicos para el ambiente y el consumidor, dirige la selección de poblaciones de ácaros resistentes a los productos, intoxican a mamíferos y matan organismos benéficos (Venzon et al. 2008).

La utilización de compuestos naturales extraídos de plantas (Brito et al. 2006) y de enemigos naturales, como los ácaros predadores (Oliveira et al. 2007), pueden ser una alternativa para el control de ácaros fitófagos. En este sentido Inbanchi et al. (2012) demostraron que la liberación de *Neoseiulus anonymus, Neoseiulus californicus, Iphiseiodes zuluagai, Amblyseius herbicolus* y *Chrysoperla carnea* efectivamente controlaron las poblaciones de *Polyphagotarsonermus latus* (Banks) y *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) en naranja Valenciana. Por su parte Soto et al. (2011) mostraron que los extractos de neem pueden controlar las poblaciones de *Tetranychus urticae*, ácaro de la fresa, encontrando una Cl50 y una Cl95 de 0,06 mg/L y 0.27 mg/L de azadiractina, respectivamente. Por lo anterior en este trabajo se planteó como objetivo determinar la eficiencia de control de los ácaros fitófagos de papaya (*Carica papaya* L.) empleando combinaciones de extractos acuosos de diversas plantas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de trabajo

El trabajo se realizó durante la temporada 2014-2015, en el campo experimental del Instituto de Biociencias de la Universidad Autónoma de Chiapas. Ubicado en el municipio de Tapachula Chiapas (14º49´48.56" N; 92º17´46.98" O; 58 msnm)

Material biológico

Se germinaron semillas de papaya (*Carica papaya L*), variedad Maradol en bolsas de plástico y se trasplantaron al suelo a una altura de 30cm.

Diseño experimental

Se establecieron cuatro experimentos, diferenciándose entre ellos, por el tipo de mezcla de extractos de plantas utilizada, en dos bloques, cuya diferencia fue el tiempo de aplicación, a los siete y a los 14 días, resultando seis tratamientos y dos testigos (Cuadro 1). Para la realización de los extractos, se utilizaron, ajo, tabaco, epazote, ajo + chile, cempasúchil y clavo, con los cuales se prepararon tres diferentes mezclas, de acuerdo al Cuadro 2.

Cuadro 1. Tratamientos (Tto) establecidos con las distintas mezclas de extractos de plantas, para el control de ácaros en papaya.

Mezcla	Tiempo de aplicación	
	Cada 7 días	Cada 14 días
Mezcla 1	Tto 1	Tto 5
Mezcla 2	Tto 2	Tto 6
Mezcla 3	Tto 3	Tto 7
Testigo	Tto 4	Tto 8

En cada tratamiento se utilizaron 100 plantas, sembradas en doble surco a una distancia de 1m entre planta, 1.5 metros entre surco y 1.7 entre calle. De cada tratamiento, se muestrearon 10 plantas.

Preparación de extractos de plantas para el control de ácaros

Para la preparación de extractos acuosos (infusiones) se utilizó 1kg de bulbos de ajo (*Allium sativum*) triturados, 150 g de tabaco (*Nicotina tabacum*) en polvo y 750 g de flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*). Cada vegetal fue colocado, por separado, en recipientes de aluminio con 10 L de agua a punto de ebullición. Posteriormente las infusiones fueron filtradas y colocándolas en recipientes de plásticos y se dejaron en reposo durante 15 días. En paralelo, se realizó un extracto de bulbo de ajo con chile (*Capsicum annuum*) utilizando 1000 g de cada uno; para ello primeramente fueron triturados (Oskar Sunbean Modelo S0-01), y el triturado se colocó en un recipiente de plástico al cual se le agregó 10 L de agua; y se dejó en reposo por 7 días. Además, fue preparado un extracto etanolico de clavo (*Sitzigium aromaticum) para lo cual 500 g, previamente molido, fueron colocados* en un recipiente con capacidad de 5 L, se adicionaron 3,600 mL de etanol al 70% y se dejó en reposo durante 5 días.

Las diferentes mezclas fueron aplicadas en concordancia con los tratamientos, en el envés de las hojas y en el meristemo apical de la planta, utilizando una mochila de aspersión.

Cuadro 2. Volumen (mL) de los diferentes extractos empleados para la preparación de las mezclas para el control de ácaros.

Mezcla	Ajo	Tabaco	Ajo +Chile	Cempasúchil	Clavo	Adherente	Agua cbpc
1	125	125	500	125	125	5	20 L
2	62.5	62.5	250	62.5	62.5	5	20 L
3	250	250	1000	250	250	5	20 L
Testigo	--	--	--	--	--	5	20 L

cbpc = cuanto baste para completar

Fertilización del suelo

La fertilización se realizó con prácticas de agricultura orgánica, utilizando dos kg de compost cada tres meses y dos litros de Biol cada 14 días (*Adriano Anaya et al 2012)*

Prácticas culturales

El control de plantas arvenses se realizó de manera mecánica, se retiraron hojas secas, se aporcó y se aplicó riego cuando fue necesario.

Cuantificación de los ácaros

Cada mes se cuantificó la población de ácaros de 10 plantas por tratamiento, utilizando la sexta o séptima hoja. S*e usó* suavizante textil en un atomizador y se asperjó en el envés de la hoja, recibiéndolos en un tamiz de 0.37mm, donde fueron lavados con agua y recolectándolos en frascos de vidrio, realizándose la cuantificación por medio de un estereoscopio y un microscopio compuesto.

Determinación del área foliar.
Se realizó cada mes, cortando una hoja por planta de las 10 por tratamiento, tomando a partir del cogollo hasta la sexta o séptima hoja para cortar, se tomaron fotos para determinar el área foliar, con el programa axiovisionmr

Determinación de clorofila
Se realizó cada mes, a la sexta o séptima hoja por medio del Medidor de clorofila - Spad 502.

Análisis estadístico
Los resultados fueron analizados por análisis de varianza (ANOVA) y cuando se encontró diferencia se aplicó la prueba de Tukey (α = 0.05) empleando el programa InfoStat® Profesional versión 2011.

RESULTADOS

En el Cuadro 3 se muestra la cantidad de ácaros presentes en las hojas 6-7 de las plantas de papaya sometidas a los diferentes tratamientos de control con extractos de plantas. Comparados con los tratamientos testigo (Tto 4 y Tto 8), en todos los tratamientos donde se aplicaron los extractos vegetales, la población de ácaros fue menor. El Tratamiento 1 (mezcla 1 aplicada cada 7 días) tuvo la menor cantidad promedio de ácaros (2.3 ácaros hoja^{-1}). Las diferencias observadas fueron significativas (p = 0.0084). El promedio de ácaros hoja^{-1} en la aplicación cada 7 días fue de 3.3, mientras que en la aplicación cada 14 días fue de 4.6.

Cuadro 3. Población de ácaros en la hoja 6-7 de plantas de papaya sometidas a control de ácaros mediante mezcla de extractos vegetales.

M	Tto 1	Tto 2	Tto 3	Tto 4	Tto 5	Tto 6	Tto 7	Tto 8
1	6 a	9 a	13 a	74 b	1 ab	5 a	7 a	28 ab
2	0 a	2 a	2 a	31 b	0 ab	15 a	1 a	12 ab
3	1 a	4 a	3 a	46 b	27 ab	0 a	7 a	35 ab
4	0 a	5 a	6 a	14 b	0 ab	2 a	4 a	10 ab
5	4 a	0 a	0 a	1 b	4 ab	3 a	0 a	0 ab
6	1 a	0 a	0 a	3 b	1 ab	1 a	1 a	2 ab
Promedio	2.3	3.7	4.3	29.2	5.8	4.5	3.5	14.7

M = mes después de iniciado el tratamiento. Tto = tratamiento (detalles Cuadro 1). Valores con letra igual no presentan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (α= 0.05)

En el Cuadro 4 se muestra el área de las hojas 6-7 de las plantas de *Carica papaya* Var. Maradol, sometidas a control de ácaros**.** Las hojas con mayor área se encontró en las plantas del Tratamiento 2 (282.0 cm^2). La mezcla que presentó menor area fue el Tratamiento 4 (201.3

cm^2). En el mes 3 después de iniciado el control de ácaros, independientemente del tratamiento, se encontró la mayor área foliar fue (promedio de área 289.1 cm^2). Las diferencias observadas fueron significativas (p= 0.0001).

Cuadro 4. Área promedio de las hojas 6-7 de plantas de papaya variedad "Maradol" sometidas a control de ácaros mediante mezcla de extractos vegetales.

M	Tto 1	Tto 2	Tto 3	Tto 4	Tto 5	Tto 6	Tto 7	Tto 8
1	224.8	234.5	224.2	170.9 bc	166.8	249.2	182.1	215.9 c
2	220.9	255.7	288.1	206.2	269.3	218.8	269.4	301.0
3	301.9	308.5	308.4	245.1	286.6	301.0	251.5	309.6
4	224.1	308.2	273.6	192.5	233.8	262.6	229.3	308.1
5	213.7	281.7	283.0	178.6	197.3	250.6	272.3	201.8
6	238.3	304.1	246.5	214.7	212.5 c	308.3	243.1	162.7
Promedio	237.3	282.0	270.6	201.3	227.7	265.1	241.3	249.8

M = mes después de iniciado el tratamiento. Tto = tratamiento (detalles Cuadro 1). Valores con letra iguales no presentan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (α= 0.05)

En el Cuadro 5 se muestran los valores de unidades SPAD (equivalente de clorofila y nitrógeno) en las hojas 6-7 de las plantas de papaya. La mayor cantidad se encontró en las plantas del Tratamiento 1 (38.91 SPAD). Los Tratamientos 8 (35.95 SPAD) y 5 (35.91 SPAD) tuvieron la menor cantidad. En el mes 3 se encontró, en todos los Tratamientos, el mayor valor de SPAD (promedio de 42.26 SPAD). Las diferencias observadas fueron significativas (p = 0.0001).

Cuadro 5. Valores de SPAD en la hoja 6 de plantas de papaya variedad "Maradol" sometidas a control de ácaros con mezcla de extractos vegetales.

M	Tto 1	Tto 2	Tto 3	Tto 4	Tto 5	Tto 6	Tto 7	Tto 8
1	38.6	33.7	31.1	39.0	35.4	37.8	36.2	40.0
2	42.3	37.5	38.5	38.4	41.6	39.4	41.5	37.7
3	42.4	42.9	41.4	38.8	47.4	42.2	44.2	38.7
4	36.6	40.9	34.3	33.6	32.9	37.2	36.9	35.9
5	34.8	30.8 b	35.0	33.5	28.8 b	31.8	38.9	31.7
6	38.8	37.3	40.0	35.7	29.4 b	38.0	31.4	31.7
Promedio	38.9	37.2	36.7	36.5	35.9	37.8	38.2	36.0

M = mes después de iniciado el tratamiento. Tto = tratamiento (detalles Cuadro 2). Valores con letra iguales no presentan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (α= 0.05)

DISCUSIÓN

Es reconocido que muchas plantas poseen metabolitos con actividad útil en diversos campos de interés humano. Para el control de plagas insectiles en la agricultura, se ha reportado que el ajo (Martínez y Rivera 2008) y el chile (Murillo y Salazar, 2011) poseen metabolitos capaces de ejercer acción biocida y de repelencia, el tabaco tiene moléculas capaces de actuar como insecticidas (Murillo y Salazar, 2011) y el cempazuchitl (Rodríguez et al., 2009) y el clavo (Cota, 2014) poseen moléculas con acción repelente de insectos. De las plantas mencionadas

previamente, solo recientemente se reportó que el tabaco es capaz de reducir las poblaciones de ácaros en el cultivo de berenjena (Shahzad et al., 2016). La actividad contra insectos (biocida y/o repelente) y contra ácaros (biocida) de los extractos de plantas, generalmente se ha determinado de forma individual y escasos son los trabajos que utilizan mezclas de extractos de diferentes plantas. Por lo anterior, la disminución de la población de ácaros en las hojas de papaya (Cuadro 3) con el empleo de la combinación de extractos acuosos de ajo, tabaco, cempasúchil y ajo + chile, con extracto alcohólico de clavo, pudiera ser resultado de la actividad acaricida del ajo como lo reportó Shahzad et al. (2016). Sin embargo, la ausencia de relación positiva entre concentración de los extractos vs población de ácaros y frecuencia de aplicación vs población de ácaros (Cuadro 3) orienta a pensar que la disminución de población de ácaros en las hojas de papaya puede deberse a varios mecanismos (repelencia, acaricida de adultos, acaricida de inmaduros, ovicida, entre otros) derivado de la activación desactivación de moléculas como resultante de la mezcla de los extractos. Independientemente de lo anterior, la reducción de la población de ácaros (84.5% promedio para el uso cada 7 días y 79.1% promedio para el uso cada 14 días) indica que el (los) principio(s) activo(s), para cualesquiera de las actividades biocidas mencionadas, es (son) lábil(es) para alguna condición ambiental.

El nivel de disminución de la población de ácaros en el cultivo de papaya estuvo en el rango reportado por varios autores. En ese sentido Sarmah et al. (2009 reportaron mortandad, entre 46.9% a 100%, de la araña roja *Oligonychus coffeae* (Nietner) al aplicar soluciones con 5% y 10% de extractos acuosos de *Acorus calamus* (L), *Xanthium strumarium* (L), *Polygonum hydropiper* (L) y *Clerodendron infortunatum* (Gaertn), plantas acompañantes del cultivo de té. Por su parte Teles et al. (2011) encontraron 69% de mortandad del ácaro *T. urticae* con extractos alcohólicos (1%) de hojas y ramas de *Croton sellowii*. Así mismo, Radhakrishnan y Prabhakaran (2014) reportaron entre 80% y 100% de mortandad de ácaros con extractos acuosos (5%) de *Allamanda catharitica* y *Conyza bonariensis,* plantas comunes en los cultivos de té. Finalmente, Shahzad et al. (2016) reportaron mortandad, entre 86.9% y 96.2%, de los ácaros de la berenjena al utilizar extractos acuosos de neem (*Azadirachta indica*), tabaco (*Nicotiana tabacum*) y eucalipto (*Eucalyptus globus*),

Por otro lado, el que las hojas de papaya sometidos a la aplicación de la mezcla de extractos cada 7 días (Cuadro 4) tuvieran, en promedio, 30.7% más área puede ser resultante del control estricto de la población, situación similar a lo reportado por Alcántara et al. (2011) al inocular diferentes poblaciones del ácaro *Polyphagotarsonemus latus* en plantas de papaya. Por su parte, la similar área observada en las hojas de las plantas de papaya donde la mezcla de extractos se aplicó cada 14 días (Cuadro 4), pudiera ser resultado de la inactivación de algún componente de dicha mezcla, como previamente se argumentó, por lo que aunque la población de ácaros no fue mucho mayor que en las plantas con aplicación cada 7 días, su permanencia sobre las hojas pudo ejercer el efecto negativo.

Finalmente, el no encontrar diferencias en el indicador nitrógeno/clorofila (SPAD) es un indicador de que la actividad de la población de ácaros no altera la actividad fotosintética de las plantas, situación previamente reportada por López-Bautista et al. (2016).

En conclusión la aplicación cada 7 días de la mezcla de los extractos acuosos de ajo, tabaco, cempasúchil y ajo + chile, con extracto alcohólico de clavo, en relación 125 mL: 125 mL: 125 mL: 500 mL: 125 mL y diluidos a 20 L, redujo la población de ácaros de las hojas de papaya hasta en 80%.

BIBLIOGRAFÍA

Abato-Zárate M., Villanueva-Jiménez J. A., Otero-Colina, G., Ávila-Reséndiz C., Hernández-Castro E. y Reyes-Pérez N. 2014. Acarofauna associated to papaya orchards in Veracruz, Mexico. Acta Zoológica Mexicana. 30(3): 595-609.

Acuña L. E., Agostini J. P. y Haberle T. H. 2005. Control químico del ácaro blanco Polyphagotarsonemus latus Banks. del mamón *Carica papaya* L. Citrusmisiones 30:10-20.

Adriano ML, F. Gutierrez, L, Dendooven and M. Salvador-Figueroa. 2012. Influence of compost and liquid bioferment on the chemical and biological characteristics of soil cultivated with banana (*Musa* spp. L.). Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 12 (1) 33-43.

Alcántara J. A., Santillan-Galicia M. T., Otero G., Mora A., Gutiérrez M. A. y Hernández E. 2011. Relación entre Polyphagotarsonemus latus (Acari: Tarsonemidae) y el virus de la mancha anular del papayo (PRSV-p). Revista Colombiana de Entomología. 37 (2): 228-233.

Badillo, V.M. 1993. Caricaceae. Segundo Esquema, Alcance: 43:1−111.

Brito H. M., Gondim M. G. C., Oliveira J. V. y Gomes C. A. 2006. Toxicidade de Natuneem sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores da família Phytoseiidae. Ciência e Agrotecnología, Lavras 30(4): 685- 691.

Constantinides, L, and McHugh, J. 2008.The Pest Management Strategic Plan for Papaya Production in Hawai'i. Workshop Summary (December 2, 2005), Komohana Research and Extension Center, University of Hawai'i at Mānoa, Hilo, Hawai'i. http:// www.ipmcenters.org/pmsp/pdf/HIPapayaPMSP.pdf. (accessed 8 June 2012).

Cota J. E. 2014. Los extractos de plantas en el control de plagas en los cultivos agricolas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 59 p. Feitó D. y Portal M. 2013. La competitividad en las exportaciones de papaya en México: un análisis cuantitativo. Perspectivas. 7(2): 27-54.

Imbachi K., Mesa N. C., Rodríguez I. V., Gómez I., Cuchimba M., Lozano H., Matabanchoy J. H. y Carabali A. 2012. Evaluación de estratégias de control biológico de *Polyphagotarsonermus latus* (Banks) y *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) en naranja Valenciana. Acta Agronómica. 61(4): 364-370.

Guzmán E., Gómez R., Pohlan A. J., Álvarez J. C, Pat J. M. y Geissen, V. 2008. La producción de papaya en Tabasco y los retos del desarrollo sustentable. El Cotidiano. 23, (147): 99-106.

López-Bautista E., Santillán-Galicia M. T., Suárez-Espinosa J., Cruz-Huerta N., Bautista-Martínez N. and Alcántara-Jiménez J. A. 2016. Damage caused by mite *Tetranychus merganser* (Trombidiformes: Tetranychidae) on *Carica papaya* (Violales: Caricaceae) plants and effect of two species of predatory mite. International Journal of acarology. 42(6): 303-309.

Martínez R. C. y Rivera M. A. 2008. Evaluación de la acción repelente, insecticida y protectora de los extractos acuoso e hidroalcoholico de *Allium sativum* (ajo) contra *Zabrotes subfasciatus* (gorgogo común) del frijol almacenado. Tesis de Licenciatura. Universidad de El Salvador. El Salvador. 137 p.

Murillo W. y Salazar D. F. 2011. Tendencias verdes en la agricultura para el manejo y control de

plagas Revista Tumbaga. 6: 63-92

Oliveira H., Janssen M., Pallini A., Venzon M., Fadini M. A. and Duaste M. 2007. A phytoseiid predator from the tropics as potencial biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Kock (Acari: Tetranychidae). Biological Control. 42: 105-109.

ProPapaya. 2016. www.pro**papaya**.org Consulta Octubre 28 del año 2016.

Radhakrishnan B. and Prabhakaran P. 2014. Biocidal activity of certain indigenous plant extracts against red spider mite, *Oligonychus coffeae* (Nietner) infesting tea. JBiopest. 7(1):29-34.

Rodríguez C., Ortega L. D., Ochoa D. y Infante S. 2009. Repelencia de adultos de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West.) con aceites esenciales. Fitosanidad. 13(1): 11-14.

Sarmah M., Rahman A., Phukan A: K. and Gurusubramanian G. 2009. Effect of aqueous plant extracts on tea red spider mite, *Oligonychus coffeae*, Nietner (Tetranychidae: Acarina) and *Stethorus gilvifrons* Mulsant. African Journal of Biotechnology. 8 (3): 417-423.

Shahzad S., Ahmad S., Sohail S., Rizwana H., Siddiqui S., Shahbaz S., Ali I. and Ali

M. 2016. Effect of biopesticides against sucking insect pests of brinjal crop under field conditions. Journal of Basic & Applied Sciences. 12, 41-49.

Soto A., Oliveira H. G. y Pallini A. 2011 Integración de control biológico y de productos alternos contra Tetranychus urticae (ACARI: Tetraychidae). Revista
U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 14 (1): 23-29.

TeixeiraR.D. H., Gomes M.T., Lopes M., Salas C.2008. The proteolytic activities in latex from Carica candamarcensis. Plant Physiology and Biochemistry. 46(11):956- 961.

Teles W. J., de Oliveira J. C. G., da Câmara C. A. G., de Assis C. P. O., de Oliveira

J. V., Júnior M. G. C. G. y Barros R. 2011. Effects of the ethanol extracts of leaves and branches from four species of the genus Croton on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). BioAssay. 6(3): 1-5.

Valencia-Domínguez H. M., Otero-Colina G., Santillán-Galicia M. T. y Hernández- Castro E. 2011. Acarofauna en papaya var. Maradol (*Carica papaya* L.) en el estado de Yucatán, México. Entomotrópica. 26(1): 17-30.

Vázquez R., Ramos J. y Munro D. 2015. Guía para el control de plagas y enfermedades en el cultivo del papayo, en el estado de Colima. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Colima. 46 p.

Venzon M., Oliveira H., Soto A., Oliveira R. M., Freitas R. C. P. y Lopes I. P. C. 2008. Potencial de produtos alternativos para o controle de pragas. In: Métodos alternativos de controle de insetos-praga, doenças e plantas daninhas. Poltronieri L. S. e Ishida A. K. N. (Eds.). Belém, Embrapa Amazônia Oriental. 263-287 pp.

EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS Y COMPOSTA, EN LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA

Alicia de Luna Vega[1]
María Luisa García-Sahagún[1]
Eduardo Rodríguez-Guzmán[1]
Enrique Pimienta-Barrios[1]
Salvador González-Luna[1]

alicia.deluna@academicos.udg.mx

1Universidad de Guadalajara, CUCBA, División de Ciencias Agronómicas, Departamento de Producción Agrícola, Km 15.5 carretera a Nogales, Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México, Tel. 0133-3777-1169

RESUMEN

El presente trabajo se realizó durante 2016 en el campo experimental y Laboratorio del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. El objetivo general fue evaluar el tezontle, estopa de coco, perlita, vermiculita y la composta como sustrato. Se evaluaron cuatro variables físicas y doce variables químicas. En el caso de las características físicas, estas presentaron valores dentro de los rangos recomendados como sustrato para fines agrícolas. En el caso de las características químicas el pH final de la composta fue neutro, la conductividad eléctrica final se ubicó dentro de norma, los valores de absorbencia disminuyen conforme la composta avanza en el proceso de maduración, si bien la cantidad de nutrientes encontrados en la composta no son tan altos, estos cumplen con los requerimientos mínimos de las normativas para ser utilizado como sustrato y mejorador de suelo en aplicaciones hortícolas.

Palabras claves: materia orgánica, mejoradores de suelo, retención de humedad

INTRODUCCIÓN

Las propiedades físicas más importantes de un sustrato son la densidad, la porosidad y su reparto entre las fases sólida y líquida, es decir, la porosidad de aire y la capacidad de retención de agua. La curva de desorción o de liberación de agua representa las proporciones de agua y aire en el sustrato a diferentes tensiones comprendidas en el intervalo entre 10 y 100 cm, simulando la succión por la planta del agua retenida por el sustrato. La curva de desorción permite calcular la porosidad de aire del sustrato y las diferentes fracciones de agua retenida: agua disponible o fácilmente asimilable, agua de reserva y agua difícilmente asimilable. En principio, los criterios de interpretación de las propiedades físicas tradicionalmente empleados son válidos para los nuevos métodos desarrollados en las normas técnicas europeas, aunque en ciertos casos puede requerirse de alguna adecuación

El composteo es una forma importante de reciclar elementos orgánicos residuales de la agricultura y la ganadería. Una de las principales tecnologías es el uso de composta que el productor puede elaborar en su unidad de producción, utilizando los materiales de que dispone localmente. En la práctica, para valorar la calidad de un sustrato no basta con conocer las propiedades generales de sus principales componentes, sino que es necesario determinarlas para cada ingrediente o mezcla particular, ya que las variaciones suelen ser muy importantes. Las propiedades físicas de los sustratos de cultivo son determinantes. Una vez que la planta esté creciendo en él, no es posible modificar las características físicas básicas de dicho sustrato. (De Luna y Vázquez, 2009).

El uso del compost como sustrato o componente de sustratos ha sido objeto de un excelente trabajo (Abad et al., 2008), en el que se analizan los principales factores limitantes y se efectúan unas recomendaciones genéricas, planteándose alternativas de futuro que permitan obtener compost de calidad, con unas propiedades adecuadas para su empleo como sustrato o componente de sustratos de cultivo.

El grado de madurez del compost es, juntamente con la salinidad, una de las características más importantes que condicionan la promoción del compost de biorresiduos, ya que los compost frescos, no suficientemente maduros, presentan fitotoxicidad residual, que puede afectar negativamente a la fisiología de las raíces y las plantas. La búsqueda de sustratos alternativos a base de materiales orgánicos que sean de fácil acceso y que resulten baratos, es uno de los principales objetivos de los productores hortícolas (Dede *et al*., 2006).

Normalmente, dichos materiales son procesados para formar composta antes de ser usados como sustratos y tienen efectos benéficos en las plantas, si se usan en proporciones adecuadas.

La composta es un producto negro, homogéneo y, por regla general, de forma granulada, sin restos gruesos. Al mismo tiempo, es un producto húmico y calcico; un fertilizante químico. Por su aportación de oligoelementos al suelo, su valor es muy preciado. Se obtiene a partir de la fermentación de basura orgánica; también se le conoce como humus (FAO, 1991).

Los abonos orgánicos producen efectos benéficos a los cultivos, dependiendo de la naturaleza del abono, características del suelo, tipo de cultivo, periodicidad de la aplicación y cantidad del abono, entre otros. Por otra parte los fertilizantes químicos solo mejoran las propiedades químicas del suelo, que los coloca en desventaja sobre los orgánicos, desde el punto de vista del mantenimiento de las propiedades físicas del suelo. Para la recuperación de los suelos y la inocuidad de nuestros alimentos, la composta es el mejor abono que el hombre puede hacer y consiste en seguir el ejemplo de la naturaleza: a través de microorganismos (bacterias, virus, hongos, algas) y macroorganismos (hormigas, escarabajos, gusanos, lombrices, etc.), se lograra la revitalización de los residuos orgánicos para convertirlos en composta (Triano *et al*., 2005).

Otra visión de la composta es la que da Bures (1997), que considera que en la práctica, casi nunca se utilizan como sustratos un único material. Generalmente, los sustratos comerciales consisten en mezclas de materiales distintos en diversas proporciones. La razón principal radica en la dificultad de encontrar materiales que tengan por si solos características adecuadas para el cultivo. Además, estos sustratos deben suministrarse al cultivador en condiciones adecuadas para el cultivo, implicando con ello que estos sustratos deberán ser estables, fáciles de utilizar, deberán corregirse sus deficiencias y aportar, en la mayoría de los casos en abonado de base que permita partir de un material ya apto para el cultivo.

Las compostas proporcionan la energía necesaria para el aumento de la actividad microbiana y ayudan también a proteger los cultivos de grandes excesos temporales de sales minerales y sustancias toxicas, así como de las rápidas fluctuaciones en las reacciones del suelo gracias a su alta capacidad de adsorción que ejerce una acción amortiguadora (Lampkin, 1998).

La composta bien preparada tiene buenas propiedades agronómicas y como material fácil de elaborar, puede utilizarse como sustituto de otros elementos orgánicos no renovables como la turba. Esto es de mucho interés en viveros o en cultivos de hortícolas que en general necesitan mucho sustrato de cultivo. De Luna (2016) Por este motivo, existen numerosos estudios que investigan su uso como sustituto de la turba en gran variedad de cultivos.

La utilidad del compostaje es el resultado de dos funciones básicas: (1) cambia las cualidades de los materiales difíciles y a veces indeseables, produciendo un producto que es, como mínimo, más fácilmente utilizable y manejable; y (2) crea composta, un producto que tiene mejores usos y más valor que las materias primas a partir de los cuales se elabora. Debido a la primera función, el compostaje es un método para tratar subproductos orgánicos, o residuos, permitiéndoles ser reciclados de manera económica y segura. Debido a la segunda función, el compostaje es un proceso de producción para una industria que produce y vende productos basados en el compostaje para usos agrícolas y ambientales (por ejemplo, enmiendas de suelo, acolchado, sustratos, fertilizantes orgánicos y medios para controlar la erosión y remediar los suelos contaminados De Luna 2016).

En este sentido, Cadahia (2005) menciona que la primera etapa de la aplicación de un sustrato en el cultivo es la caracterización del mismo, con objeto de conocer sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Las propiedades de los materiales son factores limitantes, que determinan el manejo posterior del sustrato; es importante que la mezcla o sustrato reúna características tales como:

Las propiedades físicas de los sustratos de cultivo son muy importantes. Una vez que la planta esté creciendo en él, no es posible modificar las características físicas básicas de dicho sustrato. Las propiedades químicas caracterizan las transferencias de materia entre el sustrato y la solución del sustrato; reacciones de disolución e hidrólisis de los constituyentes minerales (química), reacciones de intercambio de iones (físico-química) y reacciones de biodegradación de la materia orgánica (bioquímica).

Un examen detallado de las propiedades de los sustratos de cultivo no debe finalizar sin el estudio de sus propiedades biológicas. Muchos de los efectos biológicos de los sustratos orgánicos son directamente atribuibles a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación de la lignina y la hemicelulosa.

Para casi todas las aplicaciones, el indicador fundamental de la calidad de una composta es la respuesta observada en el desarrollo de las plantas (Stoffella y Kahn, 2005). Por lo cual el presente trabajo plantea como objetivo la utilización de la composta como sustrato en la producción orgánica

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el campo experimental, así como en el laboratorio de Agromicrobiología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara. Se ubica en el predio Las Agujas, municipio de Zapopan, Jalisco, en las coordenadas 20° 44’ 44” de latitud N, 103° 54’ 62” de longitud O y una altitud de 1,567 msnm, con temperatura media anual 22.8ºC, con temperatura del mes más frío 4.8ºC La temperatura del mes más caliente es superior a 10ºC. Precipitación media anual 892.2 ml.

La elaboración de la composta se realizó utilizando 50 kg de estiércol de bovino, 50 kg de residuos de frutas, verduras y residuos de podas (pasto y árboles) 50 kg de rastrojo de maíz, 500 g de levadura para pan y 500 g de azúcar, estos ingredientes se pusieron a fermentar durante 21 días, la preparación consistió en construir un “montón” a partir de capas paralelas de cada uno de los materiales, se aplicó el agua y la mezcla de melaza y levadura para humedecer sin provocar escurrimiento.

En los primeros tres días se mezcló el montón por la mañana y por la tarde y a partir del cuarto día, se volteó una sola vez. Finalmente, entre los 12 y 15 días el abono fermentado logró su

maduración, su temperatura fue igual a la ambiental, adquiriendo un color gris claro, estaba seco y de consistencia suelta después se hicieron análisis, tomando los parámetros de pH, nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica para las variables químicas y para las físicas, capacidad de absorción de agua, capilaridad, densidad aparente e infiltración.

Se utilizaron en total de cinco tratamientos consistentes en composta estopa de coco, tezontle, perlita y vermiculita. Para determinar la calidad como sustrato, se plantearon las variables físicas químicas y biológicas. En las variables físicas se determinaron las siguientes mediciones según el manual de Fisher *et al*. (2003): a) Densidad aparente (gr cm^{-3}), b) Capacidad de absorción de agua (gr cm^{-3}), c) Capilaridad (gr cm^{-3}), d) Infiltración (min). Variables químicas, pH, nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica. Las determinaciones físicas, y químicas, así como el pH, conductividad eléctrica y absorbencia fueron efectuadas en el laboratorio ambiental y de abonos orgánicos ubicado en el CUCBA, de la Universidad de Guadalajara. Para determinar la calidad como abono orgánico de la composta, se plantearon las variables físicas y químicas. El diseño experimental, fue el denominado bloque completo al azar. Los datos obtenidos en las diferentes variables, se sometieron al análisis de varianza y a la prueba de separación de medias denominada DMS P> 0.05.

En las variables físicas y químicas no hubo repeticiones, por lo que los resultados se presentan en forma de cuadros.

Variables físicas; Capacidad de absorción de agua. La determinación de la capacidad de absorción de agua se realizó en una maceta con capacidad de 300 ml y se colocó sobre una palangana. La maceta se rellenó del sustrato hasta la marca (250 ml) dejándola caer varias veces para comprimir y rellenando nuevamente hasta la marca, una vez nivelado el sustrato se pesó (peso seco), se agregó agua a la palangana hasta una altura poco menor a la altura de la maceta, se retiró la maceta una vez que la superficie del sustrato se observaba ligeramente cubierta de agua, se dejó escurrir toda el agua de la maceta y posteriormente se pesó (peso húmedo).). Para determinar la capacidad de absorción de agua se aplicó la siguiente ecuación % Abs = ml agua / Volumen de la maceta * 100 Donde: ml de agua= (peso húmedo) – (peso seco)

Capilaridad. Para determinar la capilaridad se utilizó una maceta de 300 ml y se rellenó la maceta con composta hasta la marca (250 ml), se dejó caer varias veces y se volvió a rellenar hasta la marca, se registró su peso (peso seco), se agregó agua a la palangana (3 cm) y se depositó la maceta dentro, se retiró después de 15 min.; se dejó escurrir por 10 min.; y se pesó (peso húmedo). Para determinar la capilaridad se empleó la siguiente ecuación:

Abs. % Vol.= ml. de agua * 100 / Volumen de la maceta.

Dónde: mL de agua= (peso húmedo) – (peso seco)

Densidad aparente. Para la determinación de la densidad (peso/volumen) se utilizó una probeta de 500 ml de capacidad, a la que se le registró el peso. El sustrato se depositó en la probeta hasta los 400 ml y se pesó. Se agitó para disminuir el espacio vació y nivelar la superficie y leer el volumen compactado. La densidad se determinó mediante la siguiente fórmula:

Densidad = (peso probeta llena-peso probeta vacía) (1000) / vol. compactado

Velocidad de infiltración. Para la prueba de infiltración se utilizó una maceta de plástico de 300 ml de capacidad. El sustrato se colocó en la maceta hasta los 250 ml En una probeta se midieron 100 ml de agua, la que se agregó a la maceta haciendo movimientos circulares. Se activó el

cronometro al momento de la caída del agua y se detuvo hasta que ésta se filtró completamente en el sustrato. Los resultados se registraron como el tiempo de infiltración de los 100 ml.

Variables químicas: Medición de pH y conductividad eléctrica (CE). Se pesó un frasco vacío y sin tapadera, se pesaron 20 gr. de sustrato y se depositaron en el frasco, se midieron 40 ml de agua destilada en una probeta, se vació al recipiente y se cerró el frasco, se agito durante 10 minutos en el agitador (AROS 160). En la suspensión se determinó el pH y la CE con un equipo Hanna (H1-9810). Las demás variables químicas (Conductividad eléctrica, pH, relación carbono nitrógeno, ceniza, carbón orgánico, nitrógeno, fósforo, potasio, sodio, calcio y magnecio) se determinaron de acuerdo a los manuales establecidos en el laboratorio de agromicrobiología.

Variables biológicas: El número de microorganismos como Unidades Formadoras de Colonias (UFC) presentes en la composta.

Se cuantificaron las poblaciones de hogos, bacterias y actinomicetos. Los medios de cultivo utilizados fueron PDA, agar nutritivo y agar Czapek, respectivamente. El método utilizado fue el de diluciones decimales y vaciado en placa, según el manual de Valdés (1980). Se utilizaron 10 gr. de muestra tamizada de composta y se depositaron en un frasco de dilución el cual contenía 90 ml de agua destilada. El frasco se agitó por cinco minutos y posteriormente se tomó 1 ml de la suspensión para realizar diluciones decimales hasta 10^{-8}. Se tomaron 0.5 ml. de cada una de las diluciones correspondientes y se depositaron en cajas de Petri con los medios de cultivo correspondiente para cada tipo de microorganismo. Una vez depositada la muestra se extendió sobre la superficie. Las cajas de Petri se pusieron en incubadora (TERLAB D80) a 28°C y el conteo de microorganismos se realizó a los tres y seis días de realizada la siembra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados para los parámetros evaluados en porcentaje fueron: Materia orgánica 25, pH 7.94, nitrógeno 1.51, potasio 0.798, fósforo 0.76, calcio 1.99. La capacidad de absorción de agua, presentó un porcentaje superior al rango recomendado como medio de sustrato. En este mismo sentido, la capilaridad, la velocidad de infiltración, así como la densidad aparente, presentaron valores dentro de los rangos recomendados de las propiedades físicas de la composta.

Variables físicas:

Capacidad de absorción de agua. El ensayo para evaluar la utilización de la composta como medio de cultivo al aumentar la cantidad de agua neta disponible para las plantas y reducir la frecuencia del riego. La capacidad de absorción de agua con un valor de 41.6% en la composta, siendo este un porcentaje superior al optimo que oscila entre el 20% y el 30% (Ansorena, 2014).

El porcentaje de absorción de agua capilar fue de 9.36. La densidad aparente representa el peso seco del medio con relación al volumen total que ocupa. Conforme aumenta la densidad aparente, las condiciones del drenaje y la porosidad para el aire disminuyen.

La velocidad de infiltración de la composta la cual se expresa en minutos necesario para que se absorba el agua a través de la superficie de una muestra de sustrato seco, alcanza un nivel óptimo cuando es igual o inferior a 5 minutos (Ansorena, 2012); en el presente estudio fue de 36 segundos.

Capilaridad, esta propiedad consiste en que el sustrato tenga la capacidad de absorber agua a través de los microporos y de transportarla en todas las direcciones. Cuando el sustrato no tiene capilaridad, el agua se mueve verticalmente a través del perfil del mismo, llegando rápidamente

al drenaje y dejando zonas secas en las cuales no se pueden desarrollar las raíces (Cadahia, 2005).

Variables químicas:

Medición de pH. Se observa durante todo el proceso de compostaje un aumento de pH con un valor máximo alcanzado en la 2ª fase mesofílica de 9.89 en la parte baja de la pila. En esta fase de alta temperatura, se consumen rápidamente las sustancias más fácilmente degradables como azucares, almidones, grasas y proteínas; el pH se hace alcalino a medida que se libera el amonio de las proteínas (Lampkin, 1998). El pH en la fase de madurez se estabilizó en 8.5 el cual según la norma chilena (NCh-2880.Of2004) se encuentra dentro de los parámetros aceptados (pH 5.0-8.5).

Medición de conductividad eléctrica (CE)

Las mediciones para la CE se tomaron de la parte alta, media y la base de la pila de composta a partir de la 2ª fase mesofílica., en la fase de maduración se puede observar como los valores de CE aumentan a 1.3 dS/m. en la parte media de la pila, siendo este el valor máximo de CE no presenta limitante alguna para su utilización como sustrato dado que el máximo permitido por el Compost Council y la norma chilena (NCh-2880.Of2004) es de 3 dS/m.

El contenido de nitrógeno total es la suma de sus formas orgánicas e inorgánicas, por lo tanto, la cantidad del N presente puede ser un buen indicador de la madurez de la composta (Stoffella y Kahn, 2005). El contenido de nitrógeno (N), es lo más importante para el cultivo cuando la composta es aplicada como complemento o sustituto de otras fuentes de nutrientes, el contenido de nitrógeno presente en la composta indica un porcentaje de nitrógeno mayor al valor mínimo requerido según la norma chilena (NCh-2880.Of2004).

En lo que respecta al contenido de materia orgánica esta debe ser mayor o igual al 20% según la norma chilena (NCh-2880.Of2004), el cuadro muestra el contenido de materia orgánica de la composta es de 25% siendo este considerado un valor alto

Solamente una parte del fósforo (P) de una muestra de composta será utilizable por las plantas. Esencialmente, la totalidad del potasio (K) es utilizable por las plantas. (Stoffella y Kahn, 2005). Los valores expresados en porcentajes presentes en la composta se observan en el cuadro 1; según Ansorena (2014) presenta un porcentaje mínimo de fósforo y potasio (0.37 y 0.36 % respectivamente. Cantidades elevadas de sodio (Na) intercambiable pueden indicar problemas de infiltración de agua (Stoffella y Kahn, 2005). Bures (1997) señala que el contenido de sodio es superior al máximo permitido (<10%).

Un contenido de humedad presente en las compostas menor del 35% es un indicador de no haber quedado totalmente estabilizado, en el cuadro 1 se presenta el porcentaje de humedad de la composta el cual se encuentra dentro del rango recomendado para su utilización como sustrato según el Compost Council (cuadro 1).

La cantidad de material volátil, así como el de cenizas, se presentan en el cuadro 1, estos porcentajes tienden a disminuir durante el proceso de compostaje y presentar valores de 45 a 60% en la fase de madurez, por lo tanto, el porcentaje de material volátil se encuentra dentro de los parámetros aceptados (Hoitink y Keener, 1993)

En lo que respecta al contenido de materia orgánica esta debe ser mayor o igual al 20% según la norma chilena (NCh-2880.Of2004), el contenido de materia orgánica de la composta es el 28% siendo este considerado un valor alto (cuadro 1).

Al incrementar la estabilidad de la composta, el carbono orgánico total disminuye. Al presentarse una descenso de compuestos estables de carbono esto se refleja en una cantidad menor de carbono orgánico y en una disminución en la relación de la actividad microbiana (Stoffella y Kahn, 2005). El porcentaje de carbono orgánico se presenta en el cuadro 1, según Hoitink y Keener (1993) presenta un porcentaje mayor al límite máximo (27 %).

Cuadro No. 1. Composición química de la composta e indicadores de calidad considerados en la evaluación de las compostas adaptado de la normativa chilena y norteamericana

Parámetros en composta	Parámetros obtenido	Rangos típicos en una composta
Materia orgánica (%)	28	20 - 60
Cenizas (%)	76	60 - 80
Carbono orgánico (%)	16.50	
Relación carbono/nitrógeno (C/N)	28	25 - 30
Nitrógeno total (%)	1.83	1.3
Fósforo (%)	0.70	0.2 - 1
Potasio (%)	0.440	0.2 - 2
Sodio (%)	0.340	0.52
Calcio total (%)	1.98	1 - 6
Magnesio (%)	0.38	0.4 - 1
pH	7.69	7 - 14
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	2.46	1 - 8
Propiedades físicas		
Densidad aparente (gm/ml)	0.85	
Capacidad de absorción (%)	41.6	20 – 30
Velocidad de infiltración segundos	36	Menor a 5 minutos
Humedad (%)	46.29	30 - 60
Tamaño partículas (mm)	13	10 - 25

Cuadro No. 2. Variables químicas y físicas cuantificadas en los sustratos

	Tezontle	Estopa de coco	Perlita	Vermiculita	Composta	Sustrato ideal
Densidad aparente gr/cm^3	0.682	0.059	0.12	0.13	0.85	0.4
Densidad real gr/cm^3	2.65	2.63	2.65	2.65	2.60	2.60-2.90
Espacio poroso %	74.24	96.1	95.47	95.09	73.12	85
Materia orgánica %	0	93.8	0	0	28.0	80
Aire %	58.68	44.9	74.40	58.76	58.65	20-30
Agua fácilmente disponible %	5.42	19.9	5.13	12.60	6.15	20-30
Agua de reserva%	2.25	3.5	1.39	1.11	2.35	4.10

Agua dífilamente disponible%	7.89	22.88	14.55	33.96	6.26	
pH	4.6	5.71	9.2	8.9	7.69	5.2-6.3
C. E	0.02	3.52	0.01	0.02	2.46	3.5
N mg/l	1	0.21	2	4	1.83	100-199
P mg/l	9	41	3	3	7	6-10
K mg/l	52	8.56	4	31	44	150-249
Ca mg/l	330	26	190	175	198	200
Mg mg/l	338	20	7	390	380	70
Capacidad de absorción gr de agua/100gr MS	25	52.3	26	28	41.6	600-1000

Variables biológicas La cuantificación en placa de hongos, bacterias y actinomicetos se determinaron durante la fase de maduración de la pila, la cuenta de hongos, actinomicetos y bacterias permaneció relativamente constante: $37x10^{-2}$, $10x10^{-3}$ y $12x10^{-6}$ UFC respectivamente, en el mismo periodo (cuadro 3).

Cuadro 3. Cuenta de microorganismos evaluados en la composta

Muestra	Hongos UFC 10^{-2}	Actinomicetos UFC 10^{-3}	Bacterias UFC 10^{-6}
Composta	37	7	6
	36	10	12

Durante la fase de madurez se desarrollan importantes procesos tales como la estabilización de la materia orgánica, que implica la atenuación de núcleos tóxicos generados durante la fermentación, la humificación y la nitrificación, entre otras. Este cambio es conducido principalmente por microorganismos, por lo que la actividad microbiana detectada en esta fase, puede estar relacionada a dichos cambios.

CONCLUSIONES

Con base a los resultados, de este trabajo las variables físicas y químicas así como la cantidad de nutrientes no son tan altos en la composta, pero cumplen con los requerimientos mínimos de la normativa para ser utilizado como sustrato en la producción de cultivos además la composta es más accesible para los productores por que la pueden elaborar en su área de producción. En comparación con los sustratos comerciales, tiene la desventaja estos sustratos es que suele ser más costoso que la composta y con beneficios similares. Asimismo son difíciles de desechar y algunos no son biodegradables. Al igual que en el caso de vermiculita, se recomienda protegerse con una máscara antipolvo, ya que la inhalación de partículas puede ser peligrosa para la salud.

LITERATURA CITADA

Abad, M., Fornes, F., Mendoza-Hernández, D. y García de la Fuente, R. 2008. Actas de Horticultura 53:17-31.

Ansorena, M.J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización, Ediciones Mundi-Prensa, España, pp. 172.

Ansorena, J., Batalla, E., Merino, D. y Moreno, A. 2012. El compost de biorresiduos como componente de sustratos. Horticultura Nº 300: 42-47.

Ansorena, J., Batalla, E. y Merino, D. 2014. Propiedades fisicoquímicas del compost de residuos de alimentos y su empleo como componente de sustratos. XI Jornadas de la SECH. Zizurkil, 25-27 jun.

Cadahia, L.C. 2005 Fertirrigación cultivos hortícolas, frutales MUNDI-PRENSA LIBROS.

Bures, S. 1997. Sustratos, Ediciones Agrotécnicas F.L., Madrid España, pp. 342.

Dede.E; Berrospe–O. A*; Ordaz.C V.M; Rodríguez. M.M.; Quintero.L.R Cachaza como sustrato para la producción de plántula de tomate Rev. Chapingo Ser.Hortic vol.18 no.1 Chapingo ene./abr. 2014

De Luna, V.A. y E.A. Vázquez. 2009. Elaboración de abonos orgánicos, Segunda edición, Universidad de Guadalajara, México, pp. 86.

De Luna, V.A. 2016. La Producción Orgánica, Editorial Trauco. Universidad de Guadalajara, México, pp. 94.

Fischer, P. 2003. Manual de prácticas del curso: Uso y manejo de compostas para sustratos de hortalizas y ornamentales, Universidad de Guadalajara, Guadalajara Jalisco, México, pp. 69.

Hoitink, H.A. y H.M. Keener. 1993. Science and Engineering of composting, Desing environmental, microbiological and utilization aspect, The Ohio State University, USA, pp. 728.

Instituto Nacional de Normalización. 2005. Norma chilena oficial para el control de la calidad de compostas (NCh-2880.Of2004), Decreto exento no. 89, Chile.

Lampkin, N. 1998. Agricultura ecológica, Gestión de los estiércoles y residuos orgánicos, Ediciones Mundi Prensa, México D.F., pp. 85-104.

Stoffella, J.P. y A.B. Kahn. 2005. La utilización de compost en los sistemas de cultivo hortícola, Mundi-Prensa, Madrid España, pp. 397.

Triano, S.A., L.D.J. Palma y N.E. Hernández. 2005. Uso de sustratos orgánicos y reciclaje de nutrimentos en la producción de cacao (Theobroma cacao L.) en el municipio de Cunduacan, Tabasco. Colegio de Posgraduados de Ciencias Agrícolas, Fundación Produce Tabasco A.C., Cárdenas Tabasco.

PRODUCCIÓN DE BIOFERTILIZANTE A PARTIR DE ORINA DE CONEJO

Maribel Flores González[7]
Israel Blancas García[2]
Jorge Antonio Ramírez Fajardo[3]

RESUMEN

En la búsqueda de la solución para cubrir esta necesidad alimenticia, la industria agrícola ha recurrido al uso de fertilizantes y diversos productos químicos, los cuales a lo largo del tiempo han mostrado ciertas ventajas como la rápida asimilación de los nutrientes, debido a que se encuentran en altas concentraciones, sin embargo las desventajas de estos productos parecen ser mayores, ya que se ha observado que pueden llegar a contaminar rápidamente las fuentes de agua de la zona, así como los cultivos, puesto que la mayoría de estos productos químicos son tóxicos, por otra parte los costos de los fertilizantes químicos son cada vez más altos debido a su fuerte dependencia del petróleo.

En la actualidad, se presenta la necesidad de producir una agricultura de una forma más sana ya que el mercado mismo así lo demanda, por lo que la agricultura orgánica o ecológica se ha utilizado como una solución alternativa. Existe una gran variedad de alternativas ecológicas para la producción de abonos o de fertilizantes orgánicos por ejemplo, estiércol, desecho vegetal, melazas, cenizas además de orina de ganado entre otros.

En el Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, del Instituto Politécnico Nacional, desarrollaron una técnica para la extracción de urea a partir de orina de conejo, por lo que en el presente trabajo se investigará la calidad del grano de trigo, aplicando este producto como fertilizante, con la finalidad de observar si puede mejorar el rendimiento del cultivo, y de esta manera fomentar la agricultura orgánica, disminuyendo el impacto ecológico al tener un mejor manejo de los desechos orgánicos de animales domésticos que beneficien el desarrollo agrícola sin la utilización de agroquímicos.

PALABRAS CLAVE: Biofertilizante, agroecología, urea, trigo.

INTRODUCCIÓN

Para lograr combatir la demanda alimenticia, e incrementar la producción nacional de los cultivos se ha recurrido al uso indiscriminado de fertilizantes (SAGARPA,2003), y en la medida en que la Agricultura evolucionó hacia una producción industrial, se conformaron paquetes tecnológicos, dentro de los cuales estuvieron los fertilizantes sintéticos solubles, que básicamente incluyeron al nitrógeno (N), fósforo (P) y el potasio (K). Estos fertilizantes son muy ineficientes energéticamente generan desequilibrios ambientales y nutricionales para las plantas y quienes las consumimos además de que el precio de estos productos es elevado, pues en su mayoría derivan del petróleo y suelen ser tóxicos (Miguez F., 2004).

Existe una amplia gama de fertilizantes o abonos de origen orgánico dentro de los cuales se pueden encontrarlos abonos líquidos, es decir la fertilización de las tierras con orina de animales; ya que la orina proporciona el nitrógeno necesario para el desarrollo de la planta (López P. *et. all*, 2004). La utilización de la orina como fertilizante es un método utilizado desde la antigüedad

[7]*Instituto Politécnico Nacional- Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada-Tlaxcala* maribelfloresg@hotmail.com.
[2]Universidad Tecnológica de Huejotzingo
[3]Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

como un recurso valioso, olvidado en la nueva sociedad del consumo y la comodidad donde los residuos son tratados como desperdicios inmundos que hay que eliminar rápidamente pero en diversos estudios se pudo utilizar como fertilizante (Jonsson H., *et. all* 2004).

Básicamente el uso de biofertilizantes promueven la regeneración de la población microbiana; asimismo, estos productos tienen una función protectora del sistema radicular de la planta, para mantener la productividad de los cultivo. Hay que hacer hincapié en que la nutrición biológica de la planta es la forma más eficiente y económica de la alimentación vegetal (Aguirre Medina J.F *et. all*, 2005).

La orina como fertilizante contiene grandes cantidades de nitrógeno en forma de urea y una pequeña cantidad en forma de ácido úrico. También contiene potasio además de otros nutrientes necesarios, que se encuentran en menor cantidad como el magnesio y el calcio (Villavicencio Lorini X., 2009). La composición y contenido de los nutrientes de la orina varían mucho según la especie de animal, el tipo de manejo y el estado de la orina. El uso de la orina se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo (Borrero, 2003).

Dentro de las alternativas para disminuir este impacto ambiental esta la utilización de biofertilizantes para desarrollar una agricultura más sana y sustentable.
Con la obtención de urea orgánica a partir de orina de conejo, permitirá disminuir el impacto ecológico en el medio ambiente, disminuyendo la cantidad de fertilizantes químicos tóxicos utilizados en los cultivos agrícolas además de que se propiciara un mejor manejo de desechos orgánicos de estos animales domésticos en granjas cunícolas así como en las de traspatio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la recolección de orina de conejo se realizó en la zona cunícola de Santa Ana Xalmimilulco, utilizando trampas de recolecta, estas se realizaron con malla no. 3 o tela de mosquitero, marcos de madera de 6 cm. de ancho y 3 m. de largo y una cubierta de polietileno del número 2, así mismo se realizó una perforación a la cubierta de plástico para que los residuos líquidos fueran depositados en recipientes plásticos limpios y graduados, que permanecieron en la parte inferior de la jaula.

Para la cuantificación de la orina se utilizaron conejos de la raza Nueva Zelanda de diferentes edades (intermedios y engorda). Se utilizaron módulos conformados de 7 conejos de 45 días con un peso aproximado de 1500 g. y conejos de engorda de 60 días con un peso de más de 2000 g.

Optimización de la técnica para la extracción de urea a partir de orina de conejo.

Fase de evaporación: se depositó 1000 ml. de orina de conejo en un rota-evaporador marca HAHN VAPOR a una temperatura de 40°C X 60 rpm. X 5 min.
Fase de reacción alcohólica y de separación: Se adicionó 750 ml. de alcohol a la muestra de orina y se agito por 30 min.

a) Fase de filtración: El líquido remanente se filtró con lana de vidrio

b) Fase de evaporación: La muestra filtrada se mantuvo con agitación constante a 200 rpm., en baño María por 9 h., posteriormente se dejó precipitar por 5 min., desechando el remanente líquido.
Fase de reacción frigorífica: A la muestra seca se adiciona lentamente HNO_3 frío. La muestra con el ácido nítrico se refrigera 4 °C.
2 º Fase de filtración: La muestra fría es filtrada con lana de vidrio al vacío.
Fase de reacción y neutralización: a la muestra se le adiciona $CaCO_3$ en pequeñas cantidades hasta que se neutraliza la muestra.
3º Fase de filtración: La muestra hirviendo se filtra con filtro de lana de vidrio al vacío.
Fase evaporación final: La muestra filtrada nuevamente se pone a baño María hasta sequedad.
Extracción de urea: la muestra seca se adiciona 10 ml. de alcohol y se mantiene en baño María hasta conseguir la urea en polvo.

Identificación de urea extraída por cromatografía de capa fina.

Se realizó una prueba por cromatografía fina en papel utilizando en la fase móvil diferentes solventes, los cuales fueron: Acetonitrilo, acetona, alcohol, agua grado HPLC, para determinar la presencia de urea extraída a partir de orina de conejo la cual se comparó con urea ultra pura (sintética) marca Baker.

Recolección de sustrato

La recolección del sustrato se llevó a cabo en Santa Ana Xalmimilulco que se ubica en el municipio Huejotzingo en el estado de Puebla en las coordenadas geográficas latitud 19.211944 y longitud - 98.383056 a una mediana altura de 2220 metros sobre el nivel del mar (msnm).
Se recolectaron 150 Kg. de suelo de la zona, teniendo en consideración que la zona tuviera como mínimo 5 años sin tener actividad agrícola.

El sustrato se esterilizó en autoclave semi industrial de la marca SEV, a 121°C a 15 lb/pulg.^{2} durante 3 h., para asegurar el proceso de esterilización del suelo, se realizó el mismo procedimiento por dos días con las mismas condiciones. Los 150 Kg. de suelo se colocaron en tinas de acero inoxidable para su esterilización.

Evaluación de urea orgánica y urea sintética en cultivo de trigo.

La evaluación de la aplicación de urea como fertilizante orgánico se realizó a partir de las siguientes mediciones en la planta de trigo: Longitud de raíz, longitud de la plántula, numero de hojas y longitud total.

Se realizó un registro por triplicado de las evaluaciones de las respectivas longitudes así como la cantidad hojas. Estas evaluaciones se realizaron cada 10 días para cada tratamiento durante un periodo total de 90 días, se utilizó un análisis estadístico de bloques completos al azar.

Tiempos de aplicación de urea en semillas de trigo.

La aplicación de urea se realizó en las diferentes fases de crecimiento de la plántula, con aplicaciones de concentraciones máximas y mínimas de urea orgánica, así como urea sintética como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1.- Aplicación de urea orgánica y sintética en diferentes fases de crecimiento del cultivo de trigo.

Tratamiento.	Fase de crecimiento.	Urea g/Kg. de sustrato.
Urea orgánica Mín.	Germinación (2 días).	0.088 g.
Urea orgánica Máx.	Germinación (2 días).	0.176 g.
Urea sintética Mín.	Germinación (2 días).	0.088 g.
Urea sintética Máx.	Germinación (2 días).	0.176 g.
Urea orgánica Mín.	Llenado del trigo (60 días)	0.088 g.
Urea orgánica Máx.	Llenado del trigo (60 días)	0.176 g.
Urea sintética Mín.	Llenado del trigo (60 días)	0.088 g.
Urea sintética Máx.	Llenado del trigo (60 días)	0.176 g.

Evaluación de la calidad del grano de trigo.

Para la evaluación de la calidad de grano se cumplieron una serie de pruebas que a continuación se describen.

Técnica del peso de las mil semillas.

Para conocer el rendimiento de grano se utilizó la técnica de las mil semillas.

Se cuenta y se pesa la muestra para lograr obtener el rendimiento del cultivo (ver anexo 1)

Cuantificación de proteína total en grano de trigo.

Para la cuantificación total de proteína se realizó por el método BIURET realizado una lectura en un espectrofotómetro UV, para la obtención de proteínas del grano de trigo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de urea orgánica por cromatografía de capa fina en papel.

Los resultados de la cromatografía de capa fina liquida en papel se observan en la figura 1, en el cual se utilizó una fase móvil de Acetonitrilo al 70 % y acetona al 30 %.

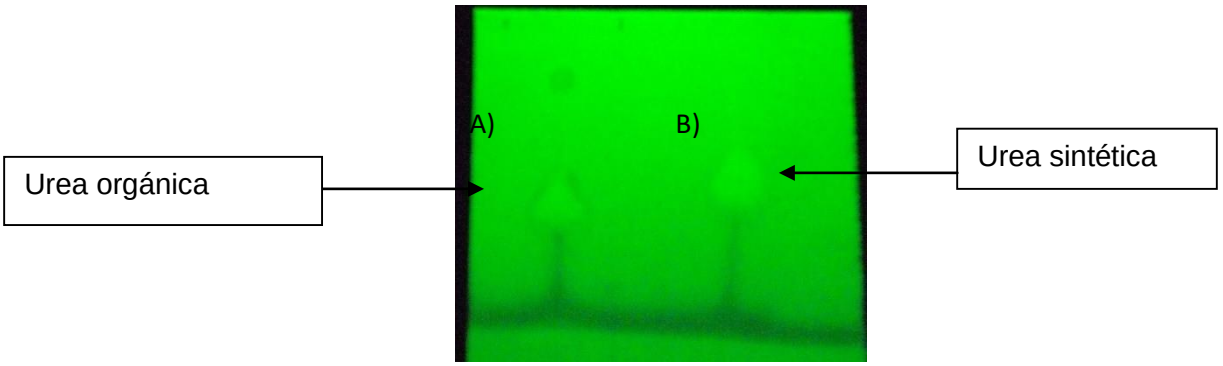


Figura 1. Cromatografía de capa fina en papel en donde se muestra la obtención de **A)** urea orgánica y **B)** urea sintética (Muñoz Juárez 2010).

Análisis del suelo.

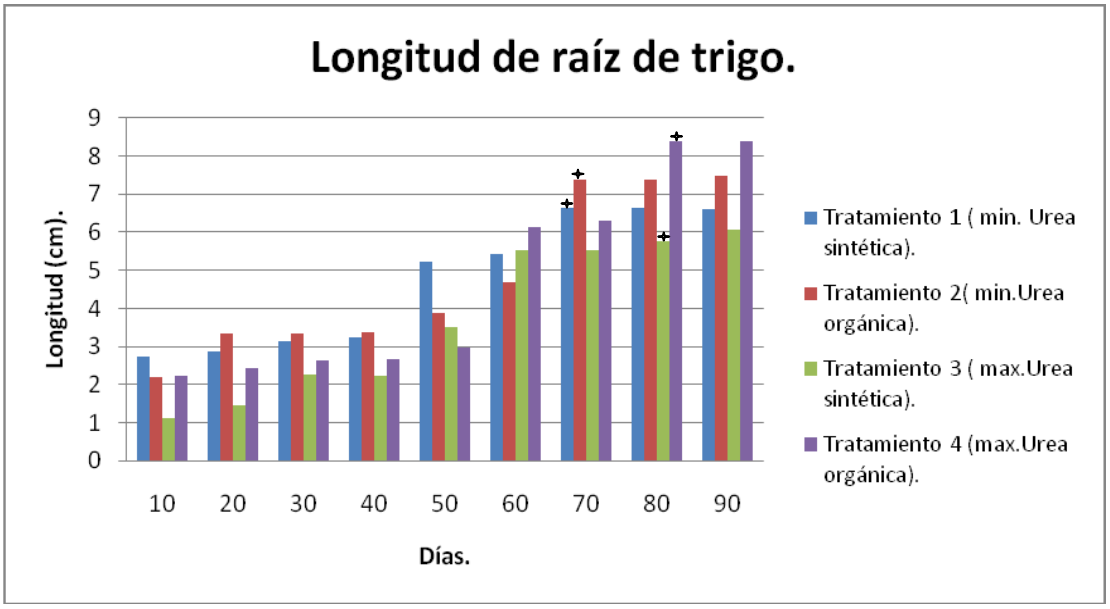
Los resultados obtenidos en el análisis del suelo después de realizar una prueba de Nitrógeno, Fósforo, Potasio en el suelo estéril se observó que la urea orgánica ayuda a que el suelo recupere los nutrientes extraídos por el cultivo de trigo y teniendo un incremento de estos nutriente ya que la urea sintética no ayuda a que el suelo recupere los nutrientes extraídos por el cultivo como lo muestra la tabla 2 ya que la prueba se hizo por colorimetría.

Tabla 2. Análisis del suelo del cultivo de trigo.

	N		K		P	
Tratamientos.	Antes. **(día 0)**	Después. **(día 90)**	Antes. **(día 0)**	Después. **(día 90)**	Antes. **(día 0)**	Después. **(día 90)**
Concentración máx. Urea sintética.	Trace.	Trace.	Medium-High.	Medium.	Low-Medium.	**Medium.**
Concentración mín. Urea sintética.	Trace.	Trace.	Medium-High.	Medium.	Low-Medium.	Low-Medium.
Concentración máx. Urea orgánica.	Trace.	**Trace-Low.**	Medium-High.	**Medium-High.**	Low-Medium.	**Medium-High.**
Concentración mín. Urea orgánica.	Trace.	**Trace-Low.**	Medium-High.	**Medium-High.**	Low-Medium.	**Medium.**

En estudios realizados por Zagal E. en el 2002 determino que para conocer el contenido de nutrientes presentes en el suelo el utilizar isótopos de nitrógeno estables se observan las ventajas que tiene un biofertilizante aplicado en los cultivos comparando con productos químicos logrando que el suelo recuperar sus nutrientes que fueron extraídos por el cultivo, lo cual la urea orgánica logro presenta esta característica que los biofertilizantes tienen ser regeneradores de vida en el suelo.

Los resultados de la evaluación del trigo en la longitud de la plúmula, radícula, longitud total y número de hojas, monitoreados durante 90 días, se observó que los tratamientos con urea orgánica incrementaron la longitud de la raíz del trigo, en comparación a las concentraciones de la urea sintética que mostraron menor longitud de raíz del trigo como se muestra en la gráfica 1.



Gráfica 1. Evaluación de raíz de los tratamiento con urea sintética (J.Beakert) y urea orgánica con la concentración mínima de 0.088 g. y concentración máxima de 0.176 g. Análisis estadístico: ANOVA ≥ 0.05.

Peso de las mil semillas.

Los resultados obtenidos en el peso de las mil semillas, se observó que los tratamientos fertilizados con urea orgánica tienen un mejor peso en el grano de trigo en comparación a los tratamientos fertilizados con urea sintética (tabla 3).

Tabla 3. Peso total, con la técnica de las mil semillas de grano.

TRATAMIENTOS.	Peso total.	Estimación de la obtención del grano por kg/ha
CONCENTRACIÓN MÍN. UREA SINTÉTICA.	37.2	2083.2
CONCENTRACIÓN MÁX. UREA SINTÉTICA.	37.4	2094.4
CONCENTRACIÓN MÍN. UREA ORGÁNICA.	**38.1**	**2590.8**
CONCENTRACIÓN MÁX. UREA ORGÁNICA.	**39.2**	**2587.2**

Determinación de proteínas totales.

Los resultados obtenidos de los tratamientos la urea orgánica tienen un mejor contenido de proteínas totales en comparación a la urea sintética que contiene menor porcentaje de proteínas totales (tabla 4).

Tabla 4. Resultados de proteínas totales a partir del grano de trigo.

Tratamiento.	Proteína (mg)	Factor de disolución	Proteína (mg/ml)
CONCENTRACIÓN MÍN. UREA SINTÉTICA	1.402173913	2	2.804347826
CONCENTRACIÓN MÍN. UREA ORGÁNICA	3.130434783	2	**6.260869565**
CONCENTRACIÓN MÁX. UREA	3.532608696	2	7.065217391
CONCENTRACIÓN MÁX. UREA	5.076086957	2	**10.15217391**

CONCLUSIONES

La extracción de urea a partir de orina de conejo funciona como fertilizante biológico en cultivos de trigo, generando un mejor rendimiento en la calidad y cantidad del grano de trigo, además de que mejora el pH del suelo.

AGRADECIMIENTOS

A Instituto Politécnico Nacional, por brindar las facilidades para este trabajo de investigación y a todo las personas que colaboraron en el mismo.

LITERATURA CITADA

Aguierre Medina J. F., Irizar Garza M. B., Duran Prado A., Crajeda Cabrera O. A., Peña del Rio M. A., Loreto Osti C., Gutierrez Baez A. (2005), Los biofertilizantes microbianos alternativa para la agricultura en México, Centro de investigación regional pacifico sur, Campo experimental el Rosario, INIFAP, num 5 , pp.11-50.

Borrero C.A. (2003), Abonos orgánicos, Beneficio del uso de abonos orgánicos, El rotorno, Guaviare, Colombia, Infoagro, pp. 1 6.

Jonsson H., Richert Stintzing A., Vinneras Bjorn, Salomon E. (2004), Lineamientos para el uso de la orina heces en la producción de cultivos, Instituto Ambiental de Estocolmo, pp. 7-11.

López P., Teutli M.M.M., Fernández A. y Ruiz A.C. (2004), Saneamiento seco: alternativa sin impacto ambiental, Facultad de Ingeniería y Facultad de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, pp. 7-25.

Miguez F., (2004), Estrategias de fertilizaciòn en trigo, Trigo, Cuadernillo de trigo, Agromercado clasico, Nùm. 86, pp. 12-16.

Muñoz Juárez A. (2010), Extracción de urea a partir de la orina de conejo. Tesis de Licenciatura para obtener el grado de Quimico Industrial, Universidad Politecnica de Tlaxcala , pp. 4-30.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (2003), Trigo situación nacional. SAGARPA,Oeidrus Baja California, pp .1-4.

Villavicencio Lorini X. (2009), Sistematización de la experiencia en captación, tratamiento y aplicación de orina humana, como fertilizante, en plantas de maíz, Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente (ACEPESA), pp. 7-12.

Zagal E. (2002), El ciclo del nitrógeno en el suelo, Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Departamento de Suelos, Chile, pp. 103-109.

RENDIIMIENTO DE TOMATE SALADET (*Solanum lycopersicum*) CON LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN YUCATÁN

Azael Oseas Ek-Uc[1]
José Jiménez-Jiménez[1]

RESUMEN

El exceso consumo de fertilizantes minerales y agroquímicos en la agricultura intensiva ha provocado afectaciones en el agroecosistema, que de no tomarse en cuenta conllevarán a la pérdida de la materia orgánica del suelo, así como un desequilibrio de la ecología microbiana del suelo. Los biofertilizantes constituyen un componente vital de los sistemas sostenibles, ya que son un medio económicamente atractivo y aceptable de reducir los insumos externos y de mejorar la cantidad y calidad de los recursos internos. Entre la hortaliza más demandante a nivel nacional se encuentra el tomate y la superficie dedicada a su cultivo ha disminuido gradualmente y no solo por el mal uso de los suelos, sino por otros factores; entre ellos, la incidencia creciente de plagas y enfermedades. Con lo mencionado anteriormente se evaluó el rendimiento del tomate saladette (*Lycopersicum solanum* Jacq.) implementando el uso de bacterias benéficas (*Rhodopseudomonas palustris*, *Bacillus amyloliquefaciens* y *Bacillus subtilis*), para disminuir el uso de sustancias tóxicas, los costos de producción y aumentar los rendimientos de producción. Se realizaron dos periodos de siembra en el cultivo de tomate, el primero fue en Marzo-Junio 2016 y el segundo en Octubre 2016-Enero 2017. Se utilizó un sistema de producción protegida por medio de microtúneles El material de tomate que se utilizó fue saladert determinado Híbrido Maya. La superficie sembrada fue 1400 m^2. Se utilizó el mismo manejo y sistema de producción en los dos periodos se siembra, fue en el periodo Octubre 2016-Enero 2017 donde se aplicaron los microorganismos. La aplicación de los microoganismos al suelo en el periodo Octubre 2016-Enero 2017, fueron los que obtuvieron los mejores resultados en altura de la planta, peso del fruto y rendimiento.

PALABRAS CLAVE: Bacterias, microtúnel, biofertilizantes,

INTRODUCCIÓN

El alto consumo de fertilizantes minerales y agroquímicos en la agricultura intensiva ha provocado afectaciones en el agroecosistema, que de no tomarse en cuenta conllevarán a la pérdida de la materia orgánica del suelo, así como un desequilibrio de la ecología microbiana del suelo. En la búsqueda de alternativas que permitan disminuir las aplicaciones de fertilizantes minerales, surgen en el mundo un sinnúmero de variantes, que permiten una nutrición ecológicamente sostenible con tendencia a proteger el medio ambiente sin afectar la producción, de manera que se pueda satisfacer la demanda de alimentos cada día más creciente en el mundo.

En este sentido, los biofertilizantes constituyen un componente vital de los sistemas sostenibles, ya que son un medio económicamente atractivo y aceptable de reducir los insumos externos y de mejorar la cantidad y calidad de los recursos internos (Mejía, 1995)

[1]*Universidad Tecnológica del Mayab, Carretera Federal-Santa Rosa, km 5, Peto, Yucatán. azoekazoek@gmail.com*

Entre la hortaliza más demandante a nivel nacional se encuentra el tomate y la superficie dedicada a su cultivo ha disminuido gradualmente y no solo por el mal uso de los suelos, sino por otros factores; entre ellos, la incidencia creciente de plagas y enfermedades. Las plagas más comunes son: la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), pulgones o áfidos (*Mizus percicae*), trips (*Frankiniella occidentalis*), y el minador de la hoja (*Lyriomisa sativae*) (SAGARPA, 2010). Las enfermedades más comunes son: la podredumbre gris (*Botritys cinerea*), tizón temprano (*Alternaria solani*), cenicilla polvorienta (*Oidiopsis taurica*) y el tizón tardío (*Phytopthora infestans*) (Félix, 1993).

El tomate no es una de las principales hortalizas cultivadas en el estado de Yucatán, porque los productores lo consideran complicado para su manejo agrícola (Ek, *et al.,* 2015). En el 2015 se sembró un total de 173.66 ha en Yucatán de las cuales se cosecharon 163.5 ha con una producción de 2530.48 toneladas (INEGI, 2015). En la actualidad se ha logrado un rendimiento de 45.6 ton/ha^{-1} con un sistema de producción de manejo integrado, sin embargo, en el sur del estado se ha implementado nuevas técnicas para el desarrollo de una agricultura moderna y competitiva, para buscar una nutrición donde se mezcle lo tradicional con nutrientes a base de microorganismos biológicos, que además de ayudar en la nutrición de las plantas recupera los problemas del uso excesivo de los productos organisintéticos usados en la agricultura.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el rendimiento del tomate saladette (*Lycopersicum solanum* Jacq.) implementando el uso de bacterias benéficas (*Rhodopseudomonas palustris*, *Bacillus amyloliquefaciens* y *Bacillus subtilis*), para disminuir el uso de sustancias tóxicas, los costos de producción y aumentar los rendimientos de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Tecnológica del Mayab, ubicada en carretera federal Peto- Santa Rosa km 5 Peto, Yucatán. La Universidad Tecnológica del Mayab se encuentra en el municipio , de Peto, ubicada a 180 km de la ciudad de Mérida, capital del estado, al sur de Yucatán; comprendido entre los paralelos 19° 47’ y 20° 19’ de latitud norte y los meridianos 88° 35’ y 88° 59’ de longitud oeste; posee una altura promedio de 35 msnm. Limita al norte con Yaxcabá – Tahdziú; al sur con el estado de Quintana Roo; al este con Chikindzonot y al oeste con Tzucacab.

La superficie es plana, clasificada como llanura de barrera con piso rocoso o cementado, complejo. No existen corrientes superficiales de agua. Respecto al clima, la región está clasificada como cálida sub-húmeda, con lluvias en verano. Tiene una temperatura media anual es de 26.4º C. y su precipitación pluvial media anual de 82.9 milímetros. Los vientos dominantes provienen en dirección sureste-noreste. Estos son permeables y altos en materiales consolidados, sub-explotados. La composición de suelo corresponde al tipo luvisol.

Se realizaron dos periodos de siembra en el cultivo de tomate, el primero fue en Marzo-Junio 2016 y el segundo en Octubre 2016-Enero 2017.

El material de tomate que se utilizó fue saladert determinado Híbrido Maya, este material se ha adaptado de manera favorable en la zona sur del estado, por resistir al clima, plagas y enfermedades. Se utilizó un sistema producción protegida por medio de microtúneles, para construir el sistema se utilizó poliducto de ½ pulgada, con 1.8 m de largo para los arcos, la distancia entre cama de siembra fue de 1.5 m. La distancia entre cada arco fue 2.5 m, se utilizó rafia tomatera para el soporte de las mallas de los micrótúneles. La superficie sembrada fue 1400 m^2 la distancia de siembra fue de 40 cm y en total se sembró 2000 plántulas. Se utilizó el mismo

manejo y sistema de producción en los dos periodos se siembra, pero en el periodo Octubre 2016-Enero 2017 fue donde se aplicaron los microorganismos.
En el periodo Marzo-Junio 2016, el manejo agronómico fue de manera convencional donde se utilizó una fertilización balanceado aplicado por medio de fertirriego con un inyector de Venturi, el tratamiento de fertilización utilizado fue 100-175-100 kg/ha^{-1} de N, P y K, dicho tratamiento fue ajustado tomando en cuenta el análisis de suelo.

En el periodo Octubre 2016-Enero 2017 el manejo agronómico fue de manera integrada donde se utilizaron productos a base de materiales orgánicos para el control de plagas y enfermedades y microorganismos para mejorar los rendimientos del cultivo y cuidado de los suelos. Después de los 45 días después de la siembra se descubrieron las plantas quitando completamente las mallas que lo protegían. Los tratamientos se aplicaron según la etapa fenológica del cultivo una por semana (Cuadro1).

Aplicación	Dosis	Especificación
Primera aplicación	2.35 Litros de Quantum Light + 2.35 Litros de Quantum VSC	Al trasplante a nivel radicular
Segunda aplicación	1.15 Litros de Quantum Light + 1.15 Litros de Quantum VSC	Antes de la etapa de floración a nivel radicular
Tercera aplicación	1.15 Litros de Quantum Light + 1.15 Litros de Quantum VSC	Durante la etapa de fruto a nivel radicular
Aplicaciones de mantenimiento	1.15 Litros de Quantum Light + 1.15 Litros de Quantum VSC	Cada 15 días a nivel radicular, repitiendo a lo largo de la etapa de cosecha

Cuadro1. Productos con microoganismos utilizados para el cultivo de tomate saladet.

El producto utilizado es un consorcio microbiano de amplio alcance que tiene como base la tecnología de Quantum, adicionando a ésta microorganismos formadores de esporas cuidadosamente seleccionados por su alta eficiencia para descomponer elementos orgánicos acumulados normalmente en el suelo. El producto utilizado posee las siguientes especificaciones: 0.25% *Rhodopseudomonas palustris* 2.5E+6 UFC/ML, 0.75% *Bacillus amyloliquefaciens* 1.0E+8 UFC/ML, 0.25% *Bacillus subtilis* 3.3E+7 UFC/ML, gravedad Específica: 1.4, tamaño de Partícula: 1100% a través de 100 de malla, pH: 6.5-8.0, apariencia: Liquido negro/marron oscuro, no contiene organismos genéticamente modificados, ni bacterias patógenas, no contiene productos químicos ni hormonas, no tóxico para humanos, animales ni plantas, 100% Natural y Biodegradable

Las variables que se midieron fueron: altura de la planta, número de frutos por planta y peso del fruto y el rendimiento en las dos etapas de siembra Marzo-Junio 2016 y Octubre 2016-Enero 2017. Se realizaron muestreos para comprobar la efectividad del producto orgánicos en el cultivo cultivo. El testigo fue una línea de siembra sin cubrir en ambos casos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, se realizó el análisis de varianza y la comparación múltiple de medias por el método de Tukey (P≤0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron dos periodos de siembra en el cultivo de tomate, el primero fue en Marzo-Junio 2016 y Octubre 2016-Enero 2017. En ambos casos el manejo agronómico del cultivo fue el mismo, a excepción del segundo periodo que fue donde se implementaron los microorganismos al suelo, con referente a la atura de la planta si hubo diferencia significativa en las diferentes etapas de siembra (Figura 1).

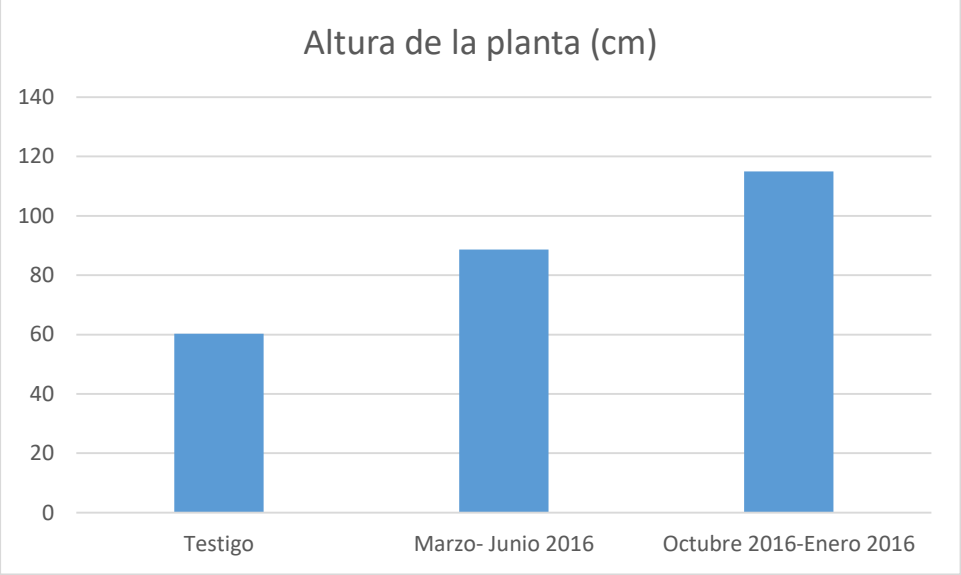


Figura 1. Altura promedio de la planta de tomate saladet en diferentes fechas de siembra (Tukey P≤0.05).

El periodo Octubre 2016- Enero 2017 fue el que obtuvo mayor altura con un promedio de 118.5 m de altura. Este resultado fue debido al manejo al uso de los microorganismos en el suelo.

Con este resultado se demuestra que las plantas inoculadas con algún microorganismo que estimule su crecimiento y desarrollo, presentan una mayor capacidad para absorber más eficientemente el agua y los nutrientes del suelo a través del estímulo provocado en el sistema radical, que se evidencia en el estado nutricional de las plantas.

En el peso del fruto también hubo diferencia significativa entre periodos de siembra. En Octubre 2016- Enero 2017 fue donde se alcanzó un peso de 58.2 gr, sin embargo el periodo Marzo-Junio 2016 tuvo un promedio de 55.3 gr, este promedio es casi igual al mejor tratamiento, esto quiere decir que también para este ciclo se logró un buen peso de fruto (Figura 2).

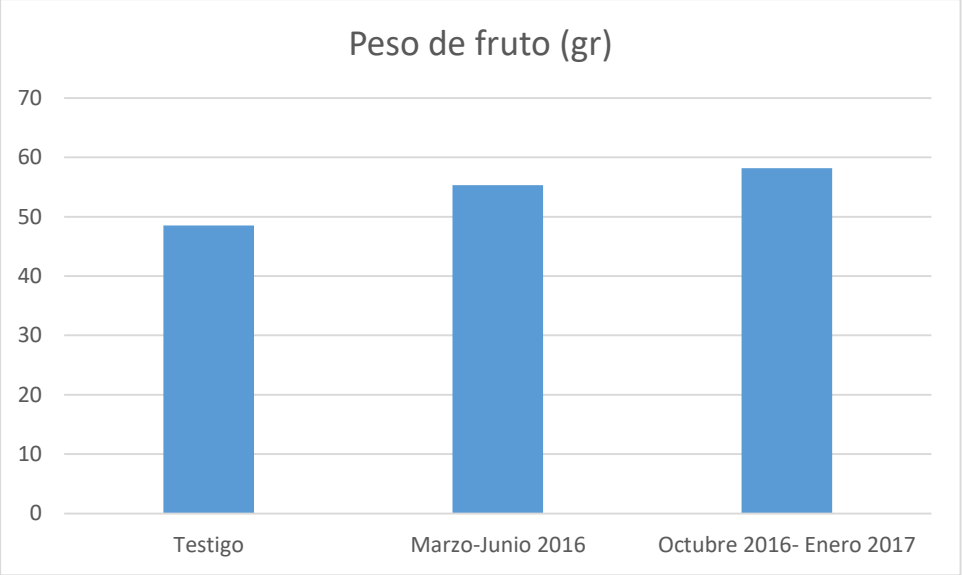


Figura 2. Peso promedio del fruto en diferentes fechas de siembra (Tukey P≤0.05).

Con respecto a los rendimientos, en el periodo octubre 2016-enero2017 el rendimiento fue de 5.5 ton por la superficie sembrada (Figura 3), se incrementó los rendimientos de producción, esto se debió al uso de los microorganismos y también se disminuyó el uso de los fertilizantes sintéticos y los costos de producción en el cultivo.

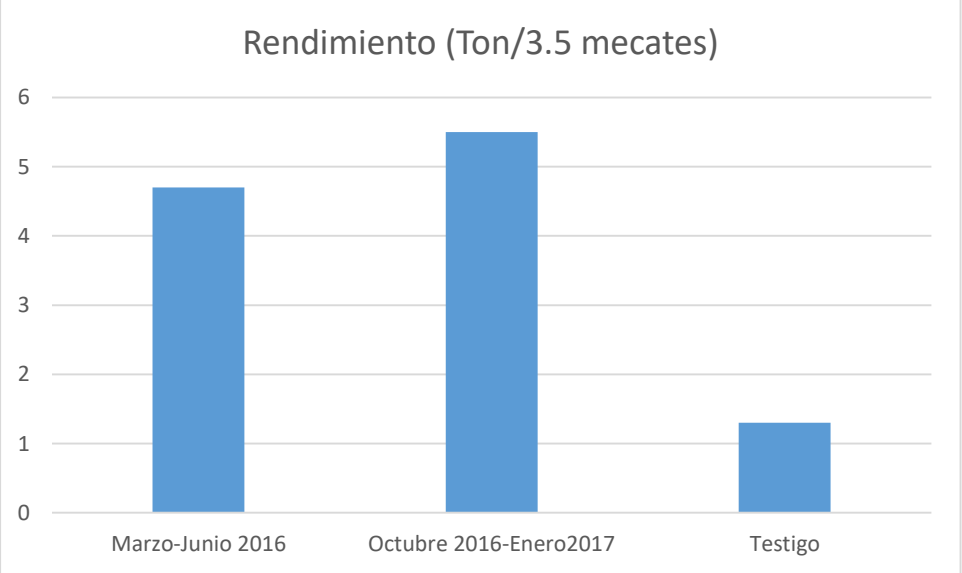


Figura 3. Rendimiento promedio en diferentes fechas de siembra (Tukey P≤0.05).

Hernández (2005), realizaron una investigación con microoganismos donde tuvieron un efecto positivo sobre el crecimiento de las plántulas, así como en el estado nutricional de las plantas, con un rendimiento agrícola superior a un 11% con respecto a las plantas testigo. Se obtuvo un alto nivel poblacional en la rizosfera de las plantas inoculadas. El mayor rendimiento que se obtuvo fue de 35.12 ton/ha^{-1}, estos resultados fueron menores a los obtuvidos en esta investigación, en el periodo octubre 2016-enero2017 se obtuvo un rendimiento de 39.2 ton/ha^{-1}, en consideración con la superficie sembrada en esta investigación.

El uso de los mircrooganismos estimula positivamente el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo del tomate a partir de una alta colonización. Este resultado apoya el criterio de selección de esta especie como una alternativa eficiente para la producción del cultivo del tomate.

CONCLUSIONES

Usar microorganismos en el suelo favorece la nutrición y desarrollo de las plantas, también ofrece nuevas alternativas para incrementar el rendimiento y mejorar la eficiencia del uso de los fertilizantes minerales. La aplicación de bacterias del género *Rhodopseudomonas palustris*, *Bacillus amyloliquefaciens* y *Bacillus subtilis* incrementan el rendimiento del tomate saladette (*Solanum licopersicum Jacq*) y ayuda a disminuir los costos de producción cuando se emplea dentro den una fertilización convencional.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Tecnológica del Mayab, en especial a la carrera de Agricultura Sustentable y Protegida de Peto, Yucatán.

LITERATURA CITADA

Ek, U. A. O; Jiménez, C. J. J. A; Chi, G. M. M; Castillo, L. E. (2015). Uso de microtúneles para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en el sur de Yucatán, México. Memorias del segundo congreso internacional de agricultura Urbana, suburbana y Familiar, La Habana Cuba. Agrotecnia de Cuba. Vol. 39, No. 3., Pag. 71-73.

Félix, G.R. 1993. Control de Tizón tardío Phytophtora infestans en tomate industrial considerando la influencia de algunos factores ambientales para el uso de fungicidas. Memorias XX Congreso Nacional de Fitopatología. Sociedad Mexicana de Fitopatología. Resumen 31 pp.

Hernández, A. 2003. Microorganismos benéficos como biofertilizantes ficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum,* Mill). Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Rev. Colomb. Biotecnol. Vol. VII No. 2 Diciembre 2005 47-54.

Mejía, G. 1995. Agricultura para la vida: movimientos alternativos frente a la agricultura química. Cali, Colombia: Feriva, 252
.
SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), 2010. Monografía de cultivos “Jitomate”, Subsecretaria de Fomento a los agronegocios. 10 p. Disponible en línea: http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias /Jitomate.pdf (consulta abril 18, 2013)

TÉCNICAS DE DETECCIÓN PARA *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* EN SEMILLA DE IMPORTACIÓN DE TOMATE Y CHILE

Joaquin Ureta-Tellez[1]
Edgar Omar Rueda-Puente[2]
Luís Guillermo Hernández-Montiel[3]
Ramón Jaime Holguín-Peña[3]
José Jesús Juvera-Bracamontes[2]
Irma Gloria Romo-López[2]

RESUMEN

Las inspectorías fitosanitarias juegan un rol importante para diagnosticar enfermedades en material vegetativo de importación. Sin embargo, se han detectado deficiencias en el diagnóstico. Por lo anterior, resultó de gran interés detectar la presencia de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis (Cmm*) en semilla de importación de tomate y chile en la zona agrícola de Culiacán, Sinaloa, y evaluar el crecimiento y densidad celular de *Cmm* en diferentes medios selectivos estáticos, bajo iluminación continua y fotoperiodo. Los resultados indican que de 35 variedades de semilla de tomate y 18 de chile, cuatro de tomate y ocho de chile se les detectó *Cmm* por medio de la técnica de inmunocromatografía de flujo lateral. Asimismo, mediante la técnica de ELISA, los resultados mostraron similitud con los cuatro materiales vegetativos de tomate y ocho de chile. Acorde al crecimiento y densidad celular de *Cmm*, el medio óptimo fue el YDC de forma significativa con un pH estable y condición de luz continua. Se recomienda que los materiales positivos a *Cmm*, se restrinjan del mercado. Se confirma que con el uso de las técnicas serológicas de inmunocromatografía y ELISA, el riesgo de generar errores en la emisión de un diagnóstico, son disminuidos al utilizar ambas técnicas.

Palabras Clave Adicionales: cancro bacteriano, identificación.

INTRODUCCIÓN

En México la horticultura es una de las actividades agrícolas de mayor importancia, tanto en el plano social, como en el económico, por la captación de divisas y la generación de empleos. En México, se siembran alrededor de 512,000 hectáreas (ha) de hortalizas, lo que equivale a un 3.5 % de la superficie agrícola nacional y se obtiene una producción de ocho millones de toneladas (ton), lo que equivale a un 9.4 % de la producción del sector (SIAP, 2008). Debido a la diversidad de microclimas y tipos de suelo que se tienen en nuestro país, se obtienen favorables rendimientos en las 49 especies hortícolas que se cultivan, ya que es posible obtener estos productos durante todo el año. Entre los principales cultivos que figuran son la papa, tomate, cebolla y chile, productos de mayor consumo a nivel nacional, repercutiendo en que su producción nacional sea dirigida en un 43 % a exportación, mientras que el 57 % para consumo nacional. Los principales estados productores de hortalizas en la República Mexicana son Sinaloa, Guanajuato, Sonora, Querétaro, Estado de México, Baja California, Jalisco y Morelos. El estado de Sinaloa genera un 57 % de la producción establecidas en 80,000 ha y dirigiendo un 89 % al mercado de exportación (CAADES, 2007), por lo por que forzosamente tiene que producir con excelentes estándares de calidad.

El tomate y chile son de las especies hortícolas más cultivadas en México, y en el Estado de Sinaloa se cultivan principalmente tomate bola y saladette en una superficie de 30,000 ha. Entre los chile bell, jalapeño, serrano, anaheim, caribe y pasilla, los dos primeros han sido desde

1987, los más importantes por su superficie sembrada, ya que en el ciclo agrícola 2003-2004 el primero ocupó 2,435 ha y el segundo 288 (Velázquez *et al*., 2008). No obstante lo anterior, entre los factores limitantes para la producción de estas hortalizas, están las enfermedades causadas por hongos, bacterias, fitoplasmas, virus y nematodos,

1.-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Valle de Culiacan, **2.**-Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería
3.- Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, CIBNOR. S.C.
Correspondencia: erueda04@santana.uson.mx

las cuales provocan grandes pérdidas económicas. Los problemas fitosanitarios se han acrecentado, debido en parte a la falta de un diagnóstico certero y oportuno, razón por la cual los productores no han podido manejar apropiadamente el impacto de las enfermedades (Messiaen, 2005).

Tradicionalmente la observación de síntomas por el técnico de campo o el productor, es la estrategia para diagnosticar y tratar las enfermedades, lo cual no es lo más apropiado, debido a que diferentes patógenos pueden provocar enfermedades con sintomatología similar, o bien, esta puede deberse a la conjunción de un patógeno con algún factor abiótico, como toxicidad de agroquímicos o deficiencia de ciertos minerales del suelo, entre otros. En el contexto de esta problemática del manejo de enfermedades, se requiere de un diagnóstico preciso, para lo cual es fundamental el auxilio de técnicas bioquímicas, microbiológicas y moleculares. Considerando lo previamente descrito, los cultivos de tomate (*Lycopersicum esculentum*) y el chile (*Capsicum annuum*), son representativos del noroeste de México. En los estados de Sonora y Baja California, México, el tomate y chile son hortalizas que han sido afectadas en los últimos quince años por una enfermedad esporádica, denominada como cancro bacteriano. La Dirección General de Sanidad Vegetal, organismo regulador de la fitosanidad agrícola de la República Mexicana, tiene registrada como de importancia cuarentenaria al agente causal del cancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis (Cmm)*, debido a los efectos negativos que ha provocado en regiones agrícolas de Estados Unidos de América, al diseminarse a través de semilla, por su alta capacidad de infección y diseminación por tejidos vasculares a través de heridas, estomas y tricomas, y generando pérdidas hasta de un 85 % del cultivo bajo condiciones favorables. Asimismo, la capacidad de replicación que tiene *Cmm* ha provocado resistencia genética debido a la baja eficiencia del control integrado aplicado.

En la República Mexicana, específicamente en Baja California, se detectó e identificó el cancro bacteriano *Cmm,* en forma alarmante de 1994 a 1996. Posteriormente en el ciclo agrícola 2006-2007, se logró identificar ya diseminado en áreas agrícolas de la península de Baja California, y ocasionando pérdidas en diferentes híbridos comerciales de tomate injertados en el patrón conocido como Multifort, como un problema fitosanitario en el cultivo de tomate y chile en campo abierto, ocasionando daños del 1 al 40 % de incidencia. Posteriormente, en las zonas agrícolas del estado de Sonora, fue detectada en 2008 y 2009. Lo anterior provocó que en los ciclos agrícolas de 2006-2007 y 2008-2009, en el estado de Sinaloa, existiera un estado de alarma, para evitar el ingreso del cancro bacteriano. El estado de Sinaloa, es un área representativa a nivel nacional en la producción de hortalizas. En el año agrícola 2006, la producción nacional de tomate fue de 994,737.85 ton., donde el estado de Sinaloa representó un 28 %; la producción de chile fue de 376,325.56 ton. representando un 45 % de la producción nacional. El mismo estado presenta 1,705 ha dirigidas al cultivo de tomate y chile: 15 % a invernadero, 75 % a casa sombra y 10 % a cielo abierto (SIAP, 2008). Lo anterior, repercute para que un 22 % de semilla con procedencia extranjera, se dirija a este estado.

Las inspectorías fitosanitarias juegan un papel importante para diagnosticar enfermedades de importancia cuarentenaria en material de importación. Sin embargo, se han detectado ciertas deficiencias en la identificación de microorganismos cuarentenarios, debido a principalmente a los grandes volúmenes de material vegetativo que ingresa a la República Mexicana (Rueda, 2008; Rueda *et al*., 2009). Asimismo, los productores agrícolas del estado de Sinaloa, detectaron síntomas similares a la del cancro bacteriano, lo que generó controversia entre los productores acerca de la presencia o ausencia de la enfermedad. Por lo anterior, resultó de gran interés, desarrollar la presente investigación con los siguientes objetivos: 1.- Detectar la presencia de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* en semilla de tomate y chile, en la zona agrícola de Culiacán, Sinaloa, y 2.- evaluar el crecimiento y densidad celular de *Clavibacter michiganensis* subsp *michiganenesis (Cmm*), en diferentes medios de cultivos selectivos estáticos, bajo iluminación continua y fotoperiodo 12 h luz: 12 h oscuridad *in vitro*. La hipótesis que se plantea, es que la bacteria *Cmm* está presente en semilla de tomate y chile que es dirigida al estado de Sinaloa. Asimismo, con el fotoperiodo 12 h luz: 12 h oscuridad se logra un mayor crecimiento y densidad celular de *Cmm* en cultivos estáticos crecidos bajo condiciones *in vitro*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el municipio de Culiacán del estado de Sinaloa, México; el área de estudio se ubica entre las coordenadas geográficas extremas siguientes: al norte 25º 10' y al sur 24º 00' de Latitud Norte del Ecuador y al oeste en el meridiano 107º 43' y este en el meridiano 106º 56' de Longitud Oeste.

La investigación se realizó en dos etapas. La primera consistió en la obtención de materiales de semillas de tomate y chile utilizadas en las zonas agrícolas productoras del estado, y su detección de *Cmm* en semillas colectadas por medio de las técnicas: 1. Inmunocromatografía y 2. ELISA, y la segunda etapa consistió en la evaluación del efecto de diferentes medios de cultivos, iluminación continua y fotoperiodo 12 h luz: 12 h oscuridad, en el crecimiento y densidad celular de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganenesis (Cmm*), en cultivos estáticos crecidos bajo condiciones *in vitro*.

Primera etapa. Obtención de semilla y detección de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* por la técnica de Inmunocromatografía y ELISA (Ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas)

La obtención de materiales de semilla de tomate y chile, se logró con la colaboración de empresas y productores agrícolas de la región, estos facilitaron una cantidad de 100 a 150 semillas para el análisis del patógeno *Clavibacter michiganensis* subsp*. michiganensis* acordando con las empresas y productores cooperantes proporcionar los resultados obtenidos de esta investigación. Las semillas, al momento de la donación fueron etiquetadas y trasportadas en una hielera a 4 °C ±2, hacia el laboratorio de Biotecnología del INIFAP-Campo Experimental Valle de Culiacán, el cual está ubicado a un costado de la carretera Culiacán-Eldorado km. 16.5 en Culiacán, Sinaloa. Posteriormente cada una de las muestras fue almacenada en refrigeración a 4 °C ±2, para su posterior diagnóstico fitosanitario (Rueda *et al*., 2006, 2009).

Para el proceso de identificación de *Cmm* se aplicó la técnica inmunocromatografica por medio de inmunostrips o inmunotiras, siguiendo el protocolo del Kit comercial para la identificación de *Cmm* de AGDIA (compañía americana líder en el diagnóstico de patógenos de plantas) (Rueda *et al*., 2006).

El procedimiento de detección de *Cmm* por medio de la técnica de ELISA, fue de acuerdo con Borboa *et al*. (2009).

Segunda etapa. Evaluación de tratamientos en el crecimiento y densidad celular de *Cmm*

La bacteria *Cmm* fue cultivada en tubos de ensaye con tapón de rosca en el medio de cultivo PDA para una primera acondicionamiento a los diferentes medios durante 24 h. Posteriormente se cultivaron en frascos de 125 mL con los tres diferentes medios de cultivo por evaluar (YDC, NBY Y LPGA) durante siete días. El medio NBY consistió en 15 g de agar, 8 g de caldo nutritivo, 2 g de extracto de levadura, 2 g de fosfato monoácido de potasio (K_2HPO_4), 0.5g de fosfato diácido de potasio (KH_2PO_4), 2.5 g de glucosa y 1 L de agua; El medio extracto de levadura-dextrosa (YDC), fue preparado con 10 g de extracto de levadura, 20 g de dextrosa, 20 g de carbonato de calcio (polvo fino), 15 g de agar y 1 L de agua; mientras que el medio LPGA con levadura – peptona - glucosa y agar acorde a (Rodríguez, 2001). Cada uno de los medios fueron expuestos bajo dos condiciones: a) a un fotoperiodo 12 h luz (3000 luxes): 12 h oscuridad y se evaluaron durante siete días, cada uno de los cultivos inició con un inoculo de 50,000 ufc/mL (unidades formadoras de colonias /mililitro), y la condición; b) luz continua (3000 luxes) y se evaluaron durante siete días, cada uno de los cultivos inició con un inoculo de 50,000 ufc/mL. Los cultivos fueron mantenidos bajo condiciones de temperatura controlada a 22 ºC. cuatro repeticiones fueron generadas por cada tratamiento.

Variables monitoreadas cada 12 h. Las variables monitoreadas fueron las siguientes: 1. Temperatura. Fue medida con un termómetro de mercurio convencional (-10 a 120 °C). 2. pH. Fue medido con un potenciómetro portátil marca Easton pH tester 1, previamente calibrado con amortiguadores de 7.0 y 10.0. 3. Iluminación. Fue medida con un fotómetro marca Fisher Scientific. 4. Cuantificación de la densidad celular. Se realizó mediante la técnica de conteo directo con un hematocitómetro de 0.1 mm de profundidad en un microscopio compuesto a 10X y muestras fijadas con lugol al 1 % (Gitaitsis *et al*., 1987). Los datos de las concentraciones celulares fueron transformados para obtener el logaritmo base dos. Las tasas de crecimiento (número de divisiones por día) y el tiempo de duplicación se calcularon con la formula $m= (Log_2B_n-Log_2B_o)/ (t_n-t_o)$. La tasa de crecimiento acumulada (M) fue obtenido de todas las tasas registradas en el experimento (Em) y la tasa máxima fue el valor de M más alto obtenido durante el desarrollo de los cultivos.

Diseño experimental y análisis estadístico. En el presente estudio se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un análisis de varianza (ANOVA) de dos vías. Se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan con un nivel de significancia de $P<0.05$ para examinar las diferencias entre tratamientos. El programa estadístico utilizado para el análisis de los datos fue el SAS (SAS, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primera etapa. Acorde a la obtención de material vegetativo de semilla de tomate y chile, la región agrícola de Culiacán, Sinaloa, se contó con el apoyo de 6 entidades federativas cooperantes que pertenecen al Centro de Apoyo al Desarrollo Rural ubicado en Culiacán, Sinaloa, donde los productores cooperantes proporcionaron variedades e híbridos para la detección de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (*Cmm*). Estas entidades federativas fueron Culiacán altos, El Tamarindo, Navolato, Culiacán, Eldorado y Badiraguato. Cabe indicar que existieron un total de 32 empresas dedicadas a la venta de agro-insumos de la región que donaron semilla de ambos cultivos en estudio. Por su parte, el número de productores donantes sumaron un total de 225, lo que representa un 79% del total de productores de alta y baja escala de la región del Distrito de Desarrollo Rural “Culiacán” según Osuna (2009). Es importante hacer notar que de los diferentes materiales vegetativos colectados, 35 variedades de tomate fueron proporcionadas por los productores de la región de Culiacán, mientras que para chile fueron 18.

Detección de *Cmm* por la técnica de Inmunocromatografía. Acorde al método descrito de detección por la técnica inmunocromatográfica, para la detección de *Cmm* en la región agrícola de Culiacán, Sinaloa, los resultados en semilla de tomate se muestran en el Cuadro 2, mientras que para la semilla de chile, se indican en el Cuadro 3. Se puede observar que de los 35 diferentes materiales de tomate, solamente cuatro de ellos mostraron positiva la presencia de *Cmm*, las cuales corresponden a los materiales E-9, Saladette Determinado, Fiero H_4B y Peto seed; lo que representa un 12% del total de semillas colectadas y un 93% de todas las variedades que se manejan en el estado de Sinaloa. Cabe indicar que el 7% restante de material que no fue analizado para detectar *Cmm*, fue debido a que el 5% de productores que las producen, no proporcionó material vegetativo debido al alto costo económico que representa adquirir una libra de semilla de tomate ($100,000.00). Por su parte, el diagnóstico fitopatológico desarrollado para semilla de chile, los resultados arrojan que de los 18 materiales analizados, el 48% resultó ser positiva a la presencia de *Cmm*. Dichos materiales corresponden a Nunhems Norteño, Lugo, 2/Celdo, BN 942326, Prueba, 3/Celda 10, Arco Seed Anaheim e Impatient F1. De igual manera, los análisis en semilla demuestra, que *Capsicum annuum* y que es dirigida al área agrícola de Culiacán, Sinaloa, es portadora de la enfermedad bacteriana conocida como “ojo de pájaro” (Borboa, 2009).

Es importante hacer notar que al desarrollar la prueba Inmunocromatográfica, hubo variabilidad de respuesta, lo que significa que aquellas muestras positivas a la presencia de *Cmm*, ofrecieron un revelado en distintos tiempos. Lo anterior, puede deberse a la concentración de bacterias presentes en una variedad, lo cual se ve reflejado en un resultado rápido o lento, según AGDIA (2016). Asimismo, con fines de corroborar la identificación inmunocromatográfica de cada una de las pruebas positivas a *Cmm*, a las maceraciones de semilla (soluciones) de tomate y chile, se les desarrollaron varias pruebas adicionales, entre las que figuran: siembras en medios de cultivo selectivo denominado YDC originando al cabo de 28 h, colonias bacterianas compuestas con células tipo bacilos en forma de bastones ligeramente curvados que llegan a formar agregados en forma de “V”, midiendo en general entre 0.4 a 0.6 µm y 0.8 a 1.2 µm. De igual forma se realizó la prueba de formación de endosporas, la cual fue negativa. Las células bajo observación microscópica no mostraron movilidad. Cuando se desarrollaron aquellas colonias sobre medio YDC, se generaron colonias circulares o convexas de color amarillo, resultados que concuerdan con los de Davis *et al*. (1996) y Rodríguez (2001ab). Cabe indicar que la reacción de respuesta de la prueba inmunocromatográfica y algunas pruebas fisiológicas de los aislados bacterianos procedentes de la semilla de tomate Peto, i.e movilidad en las células bacterianas, las colonias fueron amarillentas a cremas, provocó discrepancia para indicarla como negativa a *Cmm*. Sin embargo, al entrar en el rango de exposición para el revelado en la prueba de inmunocromatografía, se consideró como positiva.

La técnica de tinción Gram, prueba ampliamente utilizada ya que no solo permite determinar las formas de las células (Cocos, Bacilos y Espirilos), sino también la agrupación de las bacterias, fue realizada en este estudio, obteniendo como resultado una tinción de Gram negativa, resultado que concuerda con Rodríguez (2001ab). De igual forma, se aplicaron pruebas fisiológicas como la de catalasa con resultados positivos, la cual ayuda a diferenciar bacterias aeróbicas o anaeróbicas; prueba de oxidasa con un resultado negativo, y que ayuda a diferenciar a las bacterias entéricas o no entéricas; prueba de ureasa con un resultado negativo, prueba de hidrólisis de esculina, resultó positiva; resultados de pruebas que concuerdan con los citados por Schaad *et al.* (2001).

Detección de *Cmm* por la técnica de ELISA. Respecto a los análisis generados en laboratorio para detectar *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis,* mediante la técnica ELISA, los revelados enzimáticos obtenidos en semilla de tomate fueron evidentes. Los resultados arrojados

por el lector ELISA, de los análisis de semilla de tomate y chile se muestran en los Cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Detección de *Cmm* por Inmunocromatografía en semilla de tomate, utilizadas en Culiacán, Sinaloa.

Semilla de Tomate	**Prueba por inmunocromatografía para *Cmm***	**Prueba por ELISA para *Cmm***
1. WS-Regidor determinado saladette	–	–
2. WS-Don Vicente	–	–
3. WS-Grandella	–	–
4. WS-Grandello	–	–
5. WS-Budapest	–	–
6. WS-28	–	–
7. WS-38	–	–
8. WS-49	–	–
9. WS-2478 indeterminado Roma	–	–
10. WS-2483 indeterminado Roma	–	–
11. WS-2482 indeterminado Roma	–	–
12. WS-1730 determinado Roma	–	–
13. WS-830600987 indeterminado Bola	–	–
14. WS-830402457 indeterminado Bola	–	–
15. WS-830606311 indeterminado Roma	–	–
16. WS-830711607 indeterminado Roma	–	–
17. WS-830606001 indeterminado Roma	–	–
18. WS-830708161 determinado Roma	–	–

Cmm = *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*
\+ = *Cmm* Presente
– = *Cmm* Ausente
WS = Western Seed

Continuación. Cuadro 1. Detección de *Cmm* por Inmunocromatografía en semilla de tomate, utilizadas en Culiacán, Sinaloa.

Cuadro 2. Detección de *Cmm* por Inmunocromatografía en semilla de chile, utilizadas en Culiacán, Sinaloa.

Semilla de Chile	**Prueba por Inmunocromatografía para *Cmm***	**Prueba por ELISA para *Cmm***
1. Nunhems Norteño	+	+
2. Hibrido Mili	–	–
3. Chiltepin	–	–
4. Habanero	–	–
5. Bell	–	–
6. Fresnillo	–	–
7. Chile ancho San Martin	–	–
8. Chile Habanero	–	–
9. Chile Cascabel	–	–
10. Santa Fe grande	–	–
11. Jalapeño M	–	–
12. Lugo	+	+

13. 2/Celdo	+	+
14. BN 942326	+	+
15. Prueba	+	+
16. 3/Celda 10	+	+
17. Arco Seed Anaheim	+	+
18. Impatient F1	+	+

Cmm = Clavibacter michiganensis subsp *michiganensis*
+ = *Cmm* Presente

Semilla de tomate	**Prueba por Inmunocromatografía para *Cmm***	**Prueba por ELISA para *Cmm***
19. WS-830708420 determinado Bola	–	–
20. WS-830602119 determinado Grape	–	–
21. WS-Castella Bola Racimo	–	–
22. WS-Speedella Bola Racimo	–	–
23. WS-Rootstock Monstro	–	–
24. WS-Rootstock 810700030	–	–
25. WS-Recova determinado Roma	–	–
26.WS- Regidor determinado Roma	–	–
27. E-9	+	+
28. Rio Fuego 107	–	–
29. C-8	–	–
30. Rio Fuego 102	–	–
31. Saladette Determinado	+	+
32. Fiero H_4B	+	+
33. HYPPEL	–	–
34. Peto Seed	+	+
35. Cerro Gordo bola grande	–	–

Cmm = Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis*
+ = *Cmm* Presente
– = *Cmm* Ausente
WS = Western Seed

– = *Cmm* Ausente

Los resultados al detectar *Cmm* en semilla, corrobora la capacidad que tiene el cancro bacteriano para poder diseminarse por semilla según Thyr *et al.* (2003). Estos resultados muestran, la importancia que juega el diagnóstico fitopatológico por parte de las autoridades sanitarias, donde las inspectorías debieran reforzar las medidas de diagnóstico, ya que las condiciones ambientales que se manifiestan en la zona hortícola de Culiacán, son un factor primordial en la expresión de una epifitia puesto que el estado presenta 1,705 hectáreas dirigidas al cultivo de tomate y chile, bajo condiciones de invernadero, casa sombra y a cielo abierto (SIAP, 2008).

Segunda etapa. Evaluación de tratamientos en el crecimiento y densidad celular de *Cmm*. Una vez que la bacteria *Cmm* fue cultivada en los medios de cultivo YDC, NBY y LPGA, y expuestos bajo dos condiciones: a) a un fotoperiodo 12 h luz (3000 luxes): 12 h oscuridad para evaluar variables de temperatura, pH y cuantificación de la densidad celular durante siete días, los resultados indican que en esta fase de estudio, la variable temperatura se mantuvo en 22 °C ±1.5 en los diferentes tratamientos evaluados. El pH varió de 6.92 ± 0.36 a 7.19 ± 0.34 en los cultivos con fotoperiodo y de 6.98 ± 0.29 a 7.22 ± .035 en los cultivos con la luz continua. No

obstante ello, la variación observada en el presente estudio, según resultados obtenidos por Mansour y Salama (2004), no es significativa entre las dos condiciones de iluminación, lo anterior a que por arriba de una unidad, las tasas de mortalidad bacteriana son considerables (Mansour y Salama, 2004); aspecto que no sucedió en el presente estudio. Por su parte la variable crecimiento celular bacteriano en los medios de cultivo, inició por la fase de adaptación en donde la mayoría de las células inoculadas fueron viables. Sin embargo, se observó que la fisión binaria fue lenta, ya que no están en condiciones de dividirse inmediatamente (Mansour y Salama, 2004); posteriormente se observó un continuo crecimiento exponencial de las células, lo cual es indicativo de la división celular según Thessen *et al*. (2005). En este sentido la tasa de división celular fue constante, durante un periodo de cuatro días y registrándose una tasa de crecimiento máximo en el quinto día de cultivo. Posteriormente el tiempo requerido para la duplicación celular disminuyó, reduciéndose la tasa de crecimiento, lo cual es un signo de entrada a la fase de lento crecimiento; esta fase se presentó entre el día seis y siete que fue el último día de cultivo (Figura 1).

CONCLUSIONES

Para la presente investigación se concluye que la bacteria *Cmm* está presente en semilla de tomate y chile del estado de Sinaloa. Asimismo, con las técnicas serológicas de inmunocromatografía y ELISA, se demuestra la eficacia de un diagnóstico fitopatológico en tiempo y forma en la identificación de esta bacteria. No obstante ello, se recomienda que la fusión de técnicas de diagnóstico, deben ser consideradas en la emisión de un resultado. Acorde a la evaluación de diferentes medios de cultivo, en el crecimiento y densidad celular de *Cmm*, con fines de aislamiento, detección y crecimiento exponencial de la bacteria, las condiciones de luz continua utilizando el medio de cultivo YDC, favorecen significativamente a *Cmm***.** Finalmente, el resultado obtenido en la detección de *Cmm* en material vegetativo (semilla) de tomate y chile, se recomienda darlo a conocer a la Dirección General de Sanidad Vegetal, con la finalidad de que los materiales (variedades-híbridos) positivos a *Cmm* en esta investigación, se restrinjan del mercado, ya que con esto se reduciría de forma significativa un posible brote o su diseminación de *Cmm* en las zonas agroproductoras del estado de Sinaloa, así como de otros estados donde se pudiera estar sembrando los mismos materiales.

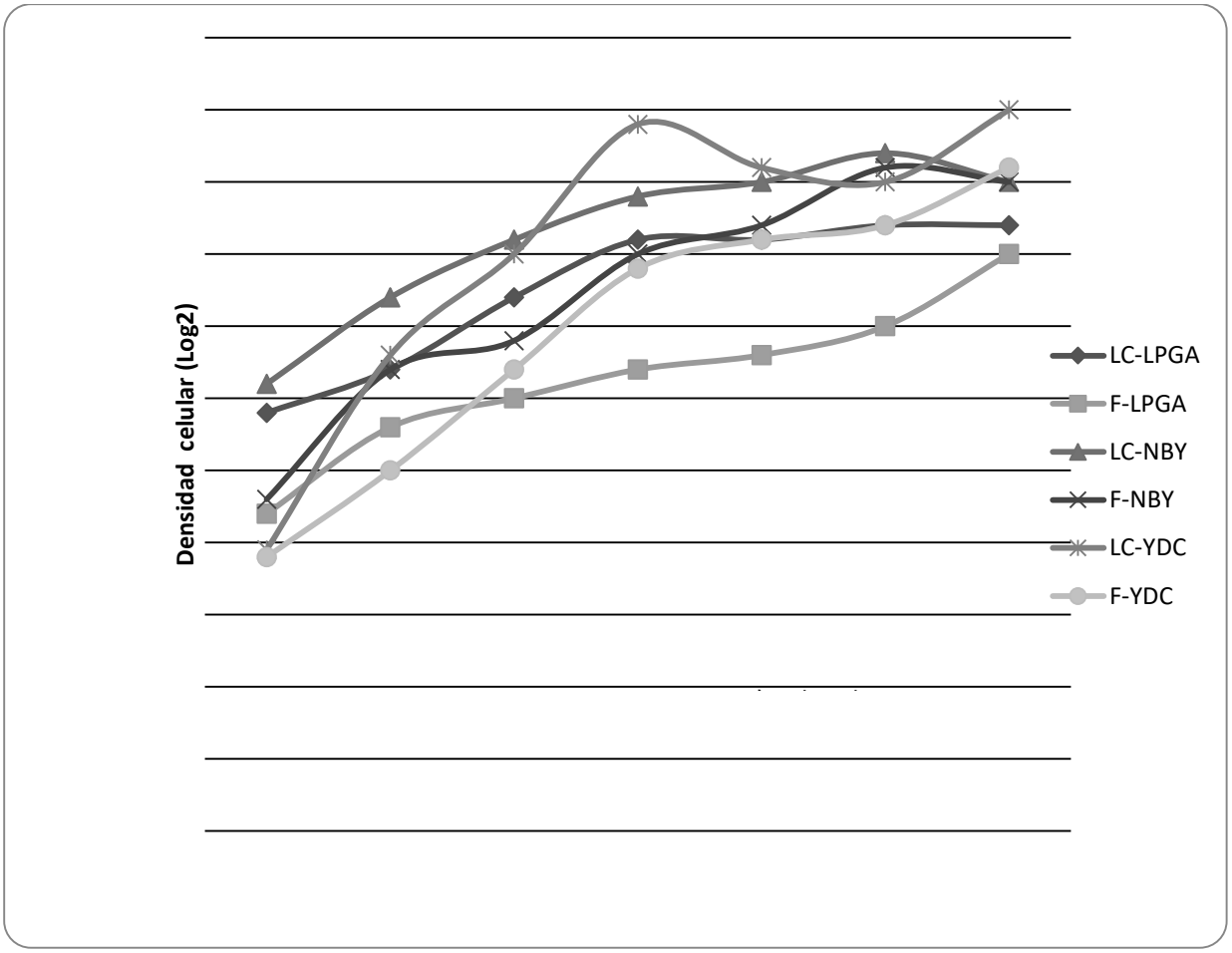


Figura 1. Curvas de crecimiento celular de *Clavibacter michiganensis* subsp *michiganensis* (*Cmm*) en diferentes medios de cultivo (YDC, LPGA y NBY) con luz continua (Lc) y fotoperiodo (F).

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio figura como parte del proyecto institucional de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud- Departamento de Agricultura y Ganadería, de la Universidad de Sonora denominado: Análisis Fitopatológicos en Cultivos Agrícolas con clave: CD-DCACA-0904-15. Se agradece al CONACYT y SAGARPA quien a través del proyecto clave 12067 (Detección de enfermedades bacterianas de importancia cuarentenaria en la zona agroproductoras del noroeste de México). El presente trabajo se ofrece en memoria al Dr. Alfredo Campaña Torres (QEPD^{t}), quien a través de sus finas y atinadas observaciones, se vertieron muchos de sus conocimientos en un servidor.

LITERATURA CITADA

SIAP. 2008. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Por Estado y Cultivo. Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera.
DATABESE. http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comdeagr.html 13 noviembre, 2009.
CAADES. 2007. Cierre de ciclo de hortalizas. Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa. 3:10-13.

Velázquez, A. T. J., R. L. Partida, V. B. Acosta y T. F. Ayala. 2008. Producción de plantas de tomate y chile aplicando paclobutrazol al follaje. Universidad y Ciencia. 24:21-28.
Borboa, F. J. 2009. Detección e incidencia de *Clavibacter michiganensis* subespecie *michiganensis* en *Lycopersicon esculentum* Mill. en el estado de sonora, México y evaluación del efecto bactericida de aceites esenciales. Tesis de Posgrado. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, Baja California, México. 80 p.
Gitaitsis, R. D., M. J. Sasser, R. W. Beaver, T. B. McInnes, and R. E. Stall. 1987. *Pectolytic Xanthomonads* in mixed infections with *Pseudomonas syringae* pv. *syringae, P. syringae* pv. *tomato*, and *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in tomato and pepper transplants. Phytopathology. 77:6ll-615.
SAS Institute. 2001. SAS/STAT user's guide. Version 6.12 SAS, Institute, Cary, N.C. U.S.A.
Osuna, G. y F. Rodríguez. 2009. Distrito de Desarrollo Rural Culiacán. ddr004@sin.sagarpa.gob.mx. carret. a Navolato km. 7.5 Bachigualato, Culiacán, Sinaloa. CP. 80140. SAGARPA-Culiacán.
Borboa, F. J., P. E. O. Rueda, F. E. Acedo, M. J. F. Ponce, V. M. Cruz y O. A. M. Garcia. 2009. Detección de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* en tomate en el estado de Sonora, México. Revista Fitotecnia Mexicana. Bravo, M y A. P. Aldunate. 1993. Monografías Hortícolas. CORFO. PUCCH. Santiago. p.136.
Davis, M. J. 1996. Taxonomy of plant-pathogenic coryneform bacteria. Annual Review of Phytopathology, v. 24, p. 115-140.
Rueda, P. E. 2008. Cuando las enfermedades traspasan las fronteras: México un caso. Congreso Mundial de Trichoderma y Fitopatología. Costa Rica 19 mayo de 2008.
Rueda, P. E., Medina D., M. Alvarado, O. García, H. Tarazón, P. Holguín, A. Murillo y H. García. 2009. Detección y caracterización de *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* en papa en el estado de Sonora, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 10(2):13-20.
Rodríguez, M. M. L. 2001a. Manual para la Identificación de Bacterias Fitopatogenas. 2da Ed. Universidad Autónoma de Chapingo. Pp. 80-96.
Rodríguez, R. R., R. J. Tabares y S. J. A. Medina. 2001b. Cultivo moderno del tomate. Segunda Reimpresión. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp. 15-19.
Schaad, N. W., J. B. Jones, and W. Chun. 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic bacteria. Ed. APS Press. U.S.A. pp: 1-15.
Thyr, B. D., M. J. Samuel y P.G. Brown. 2003. New solanaceous host records for *Corynebacterium michiganense*. Plant Disease Reporter. 59:595-598.
Mansour, M. M. F. and K.H. Salama. 2004. Cellular basis of salinity y tolerance in plants. Environ. Exp. Bot. 52:113-122.
Messiaen, C. M. 2005. Enfermedades de las hortalizas. Mundi prensa. Primera ed. México. p. 575.
Thessen, A., Q. Dortchm y M. Parson. 2005. Effect of salinity of Pseudo-nitzschia species growth and distribution. Journal of Phycology. 41:21-29.

MANEJO DE LA ROYA (*HEMILEIA VASTATRIX* BERK & BROOME) DEL CAFETO CON EL BIOCAFÉCASHI, MONTECRISTO DE GUERRERO, CHIAPAS

Antonio Gutiérrez-Martínez,
Carlos Ernesto Aguilar Jiménez,
José Galdámez Galdámez,
Franklin B. Martínez Aguilar

Carretera Ocozocoautla- Villaflores, km 84.5. Apartado Postal 78, C.P. 30470, Villa Flores, Chiapas, México
Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V Villa Flores
E-mail: antoniogutmart58@gmail.com

RESUMEN

En este experimento se utilizó un diseño de bloques completos al azar, constituido por 5 tratamientos con tres repeticiones, con un total de 15 unidades experimentales, cada planta de café de la variedad bourbon represento una unidad experimental; con 5 m de separación entre plantas. Donde se evaluaron en campo variables como: porcentaje de infestación de la roya anaranjada/planta de cafeto, peso promedio de grano de café pergamino seco/planta de cafeto, rendimiento por hectárea de café pergamino, peso promedio de cerezo seco/planta de cafeto, y rendimiento por hectárea de café cerezo.

Los resultados indican que el porcentaje de infestación de la roya anaranjada/planta de cafeto, indicó diferencia estadística significativa ($P<0.05$), registrando el tratamiento 5.0 L del biofertilizante biocafécashi con menor porcentaje de infestación de 13.39 %. Así también, el promedio de grano de café pergamino seco presento diferencia estadística significativa ($P<0.05$), el cual alcanzó mayor peso de grano (0.575 g) con el tratamiento 2.5 L. También, el peso del fruto cerezo seco/planta de cafeto indicó diferencia estadística significativa ($P<0.05$), teniendo mayor peso de cerezo seco el tratamiento 5.0 L con 0.389 g de fruto de cerezo seco.

El tratamiento 1.25 L del biofertilizante biocafécashi, registró el mayor rendimiento con 10.78 q/ha^{-1}, seguidos de los tratamientos 3.75 L y 5.0 L con una producción de 7.14 q/ha^{-1} y 7.63 q/ha^{-1}, respectivamente, comparado con el testigo que produjo 4.10 q/ha^{-1}.

Palabras clave: Manejo, café, biocafécashi, roya, rendimiento

INTRODUCCIÓN

La producción de café orgánico en Chiapas, es de 15 quintales por hectárea en promedio (Palomares *et al*., 2012). Lo que es relativamente bajo si lo comparamos con otros países, donde los rendimientos son mucho más elevados, en donde obtienen hasta 50 quintales por hectárea bajo el sistema de producción orgánico (Norman, 2008). La problemática de la cafeticultura es muy compleja, que va desde la baja en los rendimientos por la falta de manejo, baja fertilidad, renovación de las plantaciones y en los últimos años se presenta la roya anaranjada del cafeto, que ha afectado en forma general a los cafetales, causante de defoliaciones, granos inmaduros y en casos más drásticos, la muerte de las plantas de cafeto.

La calidad del producto final, se ve muy afectada, debido a que al tratar de recuperar la mayor cantidad de café posible en cosecha, se mezclan granos maduros con pintones o verdes que dañan las propiedades sensoriales, y resulta un café de baja calidad en taza. Si se considera, que las parcelas tienen una densidad de plantación baja debido a un manejo inadecuado y de la

sombra, la presencia de la roya y los precios bajos del mercado local, dañan los ingresos económicos de los pequeños y medianos cafeticultores. Por ello, es necesario la implementación de medidas de mejora productiva en los cafetales, introduciendo así medidas preventivas, culturales y agronómicas para contrarrestar este problema (Cervantes, 2010). De acuerdo a esto se plantea el siguiente objetivo: evaluar los tratamientos 1.25, 2.5, 3.75, 5 L y 0 L, del biofertilizante biocafécashi para el manejo de la roya anaranjada del cafeto en el rancho "El Cedro" de la comunidad Emiliano Zapata, Montecristo de Guerrero, Chiapas, México.

Desde el año de 1986 se ha venido impulsando con buenos resultados la producción de café bajo el sistema orgánico (Escamilla *et al*., 2005). Este sistema representa un rescate de varios elementos de la tecnología agrícola tradicional que permite que con los insumos disponibles de la propia parcela y realizando prácticas de conservación de suelos y aguas, se lleve a cabo el cultivo sin usar insumos químicos (CENICAFÉ[8], 2009a). El resultado es que los productores obtienen rendimientos de 15 quintales por hectárea en promedio, además de mantener la biodiversidad y los recursos naturales (Palomares *et al*., 2012).

Importancia de los abonos orgánicos

La producción y uso de los abonos orgánicos se plantea como una alternativa económica para los pequeños y medianos productores; sin embargo, se debe estandarizar la producción para que la calidad de los mismos se mantenga en el tiempo. Las ventajas de los abonos orgánicos van más allá de la parte económica, permiten el aporte de nutrientes, incrementa la retención de humedad y mejora la actividad biológica, con lo cual, se incrementa la fertilidad del suelo y por ende su productividad (Ormeño y Ovalle, 2007). Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes, así el suelo, con la descomposición de estos abonos, se ve enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas (SAGARPA, 2013).

Existen varios tipos de abonos orgánicos, los cuales, se pueden aplicar de forma edáfica o foliar cada uno tiene diferentes métodos e ingredientes para su preparación, de los edáficos encontramos los más comunes, tales como el vermiabono, el Bocashi y la composta y en los foliares encontramos el ácido húmico y el biocafécashi (Gutiérrez-Martínez y Utrilla-Corzo, 2012). Un gran número de materiales orgánicos puede ser utilizado como abono y suministros de nutrientes a las plantas. Algunos de ellos pueden ser considerados fuentes orgánicas de la misma granja. De esta forma muchos productos de desechos o subproductos de la granja se pueden utilizar como abonos, reciclando los nutrientes, esto sin lugar a dudas, es muy importante tanto desde el punto de vista económico como ecológico (Salgado *et al*., 2006).

Tiene ventajas como mayor efecto residual, aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo a través de su efecto sobre la estructura (granulación y estabilidad de agregados), porosidad y densidad aparente; reducción de la erosión del suelo; incrementa la capacidad del intercambio catiónico del suelo, protegiendo los nutrientes de la lixiviación, mayor liberación de CO_2, lo que propicia la solubilización de nutrientes, abastecimiento de carbono orgánico como fuente de energía a la flora microbiana y heterótrofa (Paredes *et al*., 2007).

[8] Centro Nacional de Investigación del Café

Biofertilizantes para la nutrición de las plantas de cafeto

El término biofertilizante puede definirse como preparados que contienen células vivas o latentes de cepas microbianas eficientes, fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo, potenciadoras de diversos nutrientes o productoras de sustancias activas. Tienen como objetivo incrementar el número de microorganismos y acelerar los procesos microbianos de tal forma que aumenten las cantidades de nutrientes que pueden ser asimilados por las plantas (Suárez, 2016).

También se pueden preparar caldos minerales enriquecidos con harina de rocas a base de estiércol, melaza, suero de leche, agua y distintas rocas como los granitos y basaltos, además de harina de hueso; este biofermento se puede usar para nutrir, prevenir y estimular la protección de plantas contra patógenos y enfermedades (Félix *et al*., 2008). Los biofertilizantes son súper abonos líquidos con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, preparados a base de estiércol fresco, disuelta en agua y enriquecida con leche, melaza, y ceniza, que se ponen a fermentar por varios días en tambos de plástico, bajo un sistema anaeróbico y muchas veces enriquecida con minerales como sulfatos de magnesio, zinc, cobre, entre otros (Restrepo, 2007).

Los biofertilizantes están constituidos por microorganismos vivos; los cuales, cuando se aplican a semillas, superficies de plantas o suelos, colonizan la rizoosfera o el interior de la planta, y promueven el crecimiento al incrementar el suministro o la disponibilidad de nutrientes primarios a la planta hospedera, no contaminan los productos vegetales, ni el suelo; por el contrario, son regeneradores de éste, además algunos inducen el desarrollo de mecanismos de defensa de las plantas y generan ambientes adversos a patógenos (Adriano *et al*., 2011). Estos sirven para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecen la fertilidad, principalmente en el interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa a través de los ácidos orgánicos, carbohidratos, aminoácidos y azúcares, presentes en la complejidad de relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo (Restrepo, 2007).

Los biofertilizantes son insumos formulados con uno o varios microorganismos, los cuales, de una forma u otra, proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes cuando se aplican a los cultivos (Acuña, 2015). El uso de biofertilizantes en la agricultura tiene dos ventajas principales, una ecológica y otra económica, ya que, son más baratos producir que los fertilizantes químicos y por tanto, se reducen los costos de producción. Además, de que el uso de los biofertilizantes permite aumentar el rendimiento (Martínez *et al.*, 2015).

Los biofertilizantes ayudan al proceso de nutrición biológica de las plantas, permitiendo así un buen aprovechamiento del nitrógeno atmosférico, desarrollando un sistema radicular, ayudando a una mayor solubilidad y conductividad de nutrientes (González y Sarmiento, 2012). Los biofertilizantes se pueden aplicar al momento de la siembra o en las semanas posteriores a la siembra. Para un máximo beneficio se recomienda aplicar antes de que se cumplan cuatro semanas después de la emergencia de las plantas.

La roya anaranjada del cafeto es la enfermedad más devastadora de este cultivo (Mejía, 2015). *Hemileia vastatrix* es originaria de África del Este, centro de diversidad de *C. arábica*; sin embargo, el primer reporte formal de este patógeno fue hecho a partir de especímenes provenientes de una epidemia de roya en Ceilán (Sri-Lanka) que a cabo con la producción de café de esta Isla entre 1869-1890 (Boadella, 2011).

La roya anaranjada es sin duda, la enfermedad más seria en el cultivo del cafeto. Esta enfermedad está ligada al desarrollo fisiológico del cultivo, al nivel de producción de la planta y a

la distribución y cantidad de la lluvia. Un control inadecuado e inoportuno de la enfermedad compromete seriamente la cantidad y calidad de la cosecha y en conjunto afecta la producción del país (Rivillas *et al.,* 2011). La fluctuación sobre la incidencia y severidad de la roya ha sido estudiada por varios autores, por lo que, indican que la curva epidemiológica de la enfermedad se inicia cuando caen las primeras lluvias y el máximo de infección se alcanza después de la estación lluviosa. A este le sigue una caída abrupta del nivel de infección. El ataque de la roya del cafeto se inicia con la liberación de sus uredósporas-esporas, la estructura reproductiva más importante de este hongo, que puede persistir año tras año en este estado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

Esta investigación se realizó en el rancho "El Cedro" propiedad de la Sra. María Leticia Velasco López, localizado a un kilómetro de la colonia Emiliano Zapata que se encuentra a 15 km de la cabecera municipal de Montecristo de Guerrero, Chiapas, México. A una altitud de 1517 msnm, teniendo las siguientes coordenadas latitud N 15° 63´ 94" y longitud W 92° 72´ 88" (Figura 1).



Figura 2. Ubicación del área de estudio, rancho "El Cedro", Emiliano Zapata, Montecristo de Guerrero, Chiapas, México.

Descripción del área de estudio

La investigación se realizó en una superficie de 0.5 ha^{-1} de café de la variedad bourbon, en el rancho "El Cedro", el cual cuenta con 4 ha, de las cuales, un área de 2.5 ha, se encuentra con plantación bajo el sistema de producción orgánica, que ha sido trabajada bajo este sistema durante 22 años.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, constituido por cinco tratamientos con tres repeticiones, lo que hace un total de 15 unidades experimentales, cada planta representa una unidad experimental; con cinco metros de separación entre plantas (Figura 2).



Figura 2. Diseño de bloques completos al azar en el rancho “El Cedro”, Emiliano Zapata, Montecristo de Guerrero, Chiapas, México.
Simbología: T1=1.25 L, T2=2.5 L, T3= 3.75 L,T4=5L,T5= 0,biocafécashi/100 de agua.

Criterios para selección del área experimental

Para seleccionar las plantas a tratar se consideraron las siguientes características:
Se buscaron 15 plantas que tuvieran las mismas condiciones de manejo que a continuación se mencionan:

Variedad de café bourbon.
La misma edad (6 años).
Que todas tuvieran 4 ejes principales o bandolas.
Que estuvieran entre los 2.30 m – 2.60 m de diámetro de sombra.
Que estuvieran entre los 1.80 m – 2.00 m de altura.

Los ingredientes básicos necesarios para preparar el biofertilizante fueron:

Estiércol fresco de ganado bovino: 50 kg.
Leche: 22 L.
Melaza: 22 L.
Ceniza de leña: 6 kg.
Agua sin tratar: 90 L.
Roca fosfórica: 3.4 kg.
Sulfato de potasio: 800 g.
Bórax: 720 g.
Vitamina e: 14 g.
Vitamina c: 14 g.
Sulfato de manganeso: 230 g.
Sulfato de magnesio: 360 g.
Molibdato de sodio: 40 g.
Sulfato ferroso: 25 g.

La adición de algunas sales minerales (zinc, magnesio, cobre, hierro, cobalto, molibdeno, etc.), para enriquecer los biofertilizantes, es opcional y se realiza de acuerdo con las necesidades y recomendaciones para cada cultivo en cada etapa de su desarrollo. Las sales minerales o sulfatos pueden ser sustituidos por ceniza de leña o por harina de rocas molidas, con excelentes resultados (Gutiérrez-Martínez y Utrilla-Corzo, 2012). De acuerdo a Gutiérrez-Martínez y Utrilla-Corzo (2012), mencionan que el proceso de elaboración del biofertilizante biocafécashi está conformado por once fases.

Aplicación del biofertilizante biocafécashi

Las aplicaciones del biofertilizante biocafécashi, se realizaron los días sábados con una frecuencia de aplicación de 14 días; con una aspersora de mochila de 20 L, se aplicó el biofertilizante biocafécashi en las plantas de café de arriba hacia abajo logrando mojar el haz y el envés de las hojas hasta lograr asperjar toda la planta.

Variables evaluadas

Porcentaje de infestación de la roya anaranjada/planta de cafeto,
Peso promedio de grano de café pergamino seco/planta de cafeto,
Rendimiento por hectárea de café pergamino,
Peso promedio de cerezo seco/planta de cafeto,
Rendimiento por hectárea de café cerezo,

Muestreos

Durante el transcurso del proyecto, se llevaron a cabo los muestreos en la planta del cafeto cada 15 días, con el propósito de evaluar las variables, posterior a la cosecha se evaluaron las variables de rendimiento.

El porcentaje de infestación de la roya, se obtuvo contando la cantidad de hojas infestadas dividiéndose por el número de total de hojas por planta del cafeto multiplicándose por 100.

$$\frac{\text{No. de hojas infestadas}}{\text{No. de hojas totales}} \textbf{ X100}$$

Cosecha

El método de cosecha depende de una mezcla de exigencias del beneficiado, consideraciones económicas y disponibilidad de mano de obra (Temis *et al*., 2011). La cosecha inicio cuando los frutos de café estaban bien maduros, cortándose conforme iban madurando para evitar pérdidas por caídas de frutos, realizándose un total de 7 cosechas, los frutos cosechados fueron guardados en bolsas de papel estraza, cada bolsa de papel se le anoto el tratamiento, repetición y fecha de recolecta.

Análisis estadístico

Concluido con el trabajo de campo, la información recabada se organizó en una base de datos; posteriormente se realizó el análisis de varianza y así como también, la comparación de medias por la prueba de rango múltiple de Duncan, para lo cual, se usó el paquete estadístico (SAS[9], 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de infestación de la roya anaranjada/planta de cafeto

De acuerdo al análisis de varianza el porcentaje de infestación de la roya anaranjada del cafeto indicó diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$), registrando el tratamiento 5.0 L del biofertilizante biocafécashi tuvo menor porcentaje de infestación de roya (13.39 %), lo que significa que el biofertilizante biocafécashi si nutrió a la planta del cafeto en las fases de llenado y madurez del fruto, lo que provocó que fueran menos atacadas, con respecto a los tratamientos 1.25, 2.5 y 3.75 L; mientras, el tratamiento 0.0 L, registró la mayor infestación (24.40 %) de la roya anaranjada del cafeto, porque no se aplicó el biofertilizante biocafécashi, ya que fue el testigo (Figura 1). Estos resultados concuerdan con las observaciones realizadas en campo por Gutiérrez-Martínez y Utrilla-Corzo (2012), en donde encontraron que las aplicaciones tempranas del biofertilizante biocafécashi foliar a las plantas del cafeto redujeron hasta un 90 % las infestaciones por este hongo. Según Arcila (2003), las aplicaciones tempranas de foliares evitan la proliferación de la roya.

[9] Statistical Analysis System

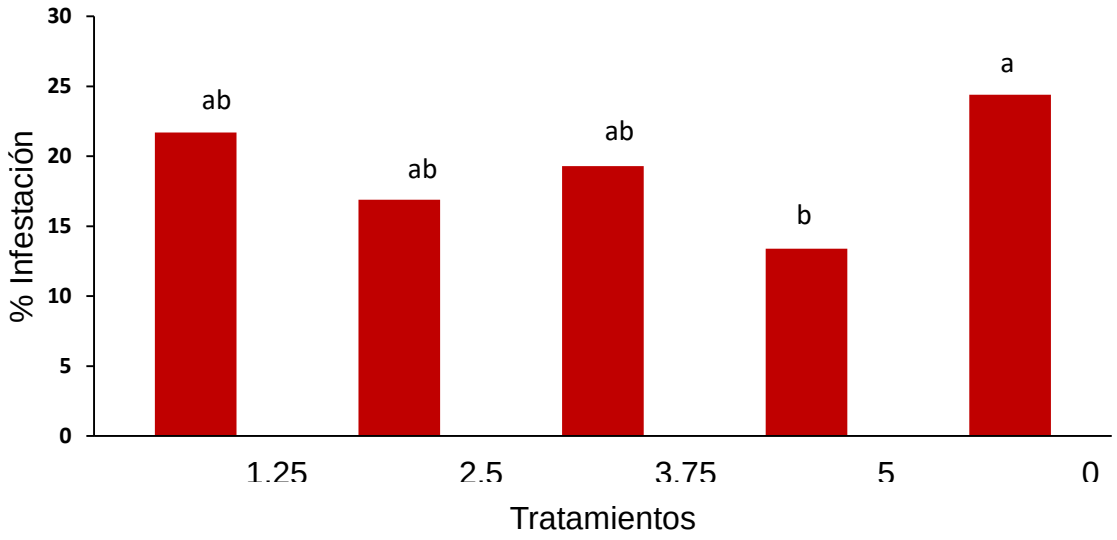


Figura 1. Porcentaje de infestación de la roya anaranjada por planta de cafeto variedad bourbon, rancho “El Cedro” Emiliano Zapata, Montecristo de Guerrero.

Peso promedio de grano de café pergamino seco/planta de cafeto

De acuerdo al análisis de varianza el peso promedio de grano de café pergamino seco indicó diferencia estadística significativa *(P≤0.05*), con mayor peso el tratamiento 2, lo que indica que tuvo más peso de grano seco de 0.575 g, seguido de los tratamientos 1.25, 3.75, 0.0 y 5.0 L (Figura 2).CENICAFÉ (2009b) y Ramírez *et al.* (2002), indican que la aplicación de los foliares orgánicos pueden aumentar el tamaño del fruto y, por lo tanto, incrementa el peso.

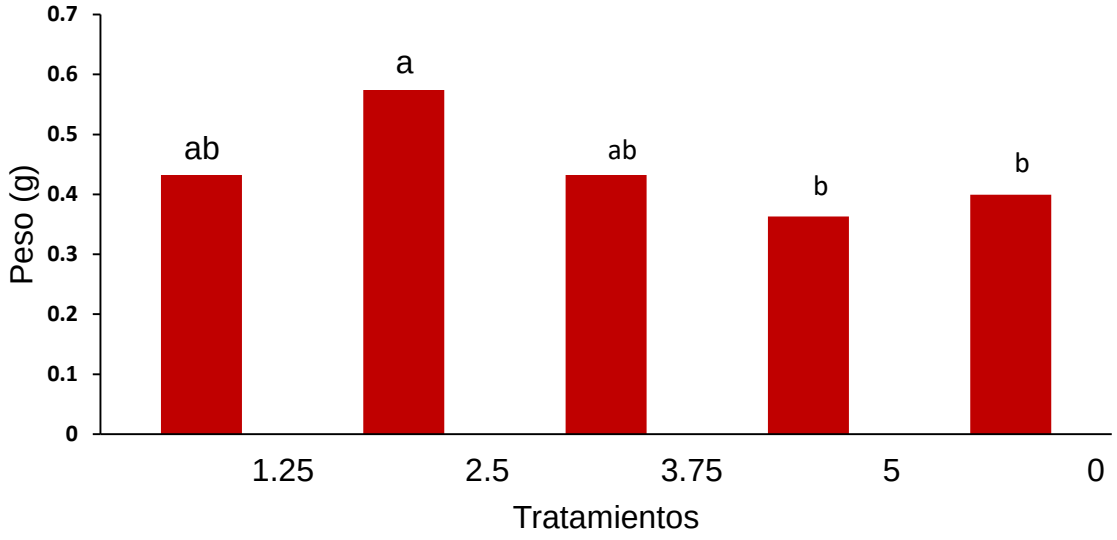


Figura 2. Peso promedio de grano de café pergamino seco por planta de cafeto variedad bourbon, rancho “El Cedro”, Emiliano Zapata, Montecristo de Guerrero.

Peso total de café pergamino seco/planta de cafeto

De acuerdo al análisis de varianza el peso total de café pergamino seco no indicó diferencia estadística significativa; mientras, el tratamiento 1.25 L registró mayor rendimiento por planta, si este se convierte a ha^{-1}se obtienen 10.78 quintales/ha^{-1}, por otra parte, le siguen en importancia los tratamientos 5.0, 3.75, 2.5 y 0.0 L (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento por hectárea de café pergamino con el uso del biofertilizante biocafécashi.

Dosis del biofertilizante biocafécashi /100 L agua	Peso de café pergamino (g) /planta	Kg de café pergamino/ha^{-1}	Quintales de pergamino/ha^{-1}
1.250 L	206.66	620	10.78
2.500 L	81.97	245.91	4.27
3.750 L	136.94	410.82	7.14
5.00 L	146.33	439	7.63
0.00 L	78.59	235.77	4.10

Estos resultados obtenidos son similares a lo registrado por Madrigal (2014), en donde encontró que al aplicar una dosis 1.25 L del biofertilizante biocafécashi obtuvo 9.5 q/ha^{-1}.

Peso promedio de cerezos secos/planta de cafeto

De acuerdo al análisis de varianza el peso de cerezo seco indicó diferencia estadística significativa (*P<0.05*). Teniendo mayor peso de cerezo seco el tratamiento 5.0 L con 0.389 g, siguiendo los tratamientos 0.0, 3.75, 1.25 y 2.5 L (Figura 3).

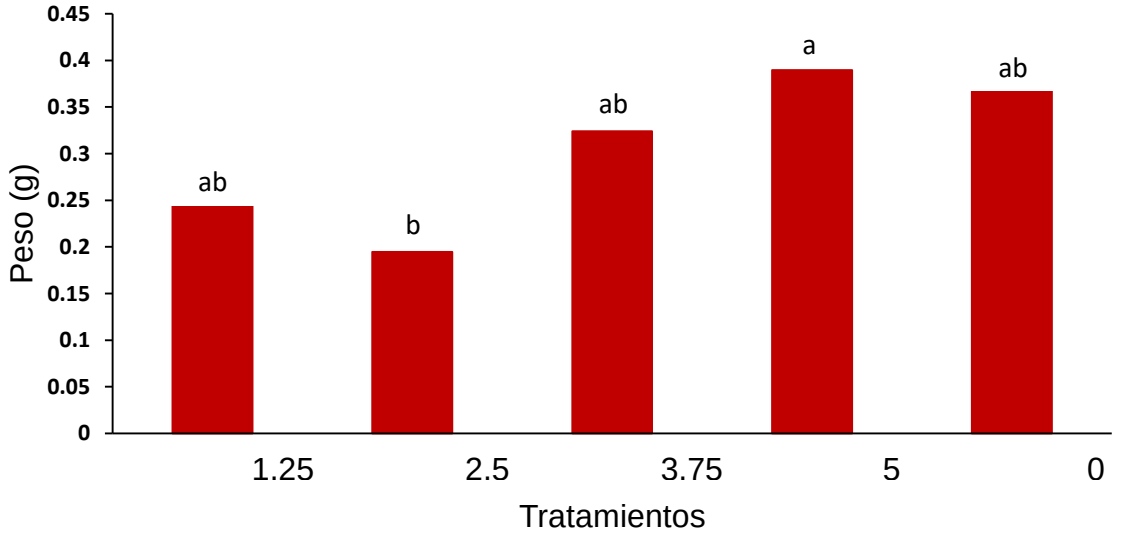


Figura 3. Peso promedio de cerezos secos por planta de cafeto variedad bourbon, rancho “El Cedro”, Emiliano Zapata, Montecristo de Guerrero.

Peso total de cerezos secos/planta de cafeto

De acuerdo al análisis de varianza el peso total de cerezo seco no indicó diferencia estadística significativa, siendo numéricamente mayor el tratamiento 3.75 L con peso total de 30.70 g, por lo tanto, mayor producción por ha^{-1} (Cuadro 2), siguiendo los tratamientos 1.25, 5.0, 2.5 y 0.0 L.

Cuadro 2. Rendimiento por hectárea de café cerezo con el uso del biofertilizante biocafécashi.

Dosis del biofertilizante biocafécashi (L/100 L agua)	Peso de café cerezo (g)/planta	kg de café cerezo/ ha^{-1}
1.25	23.01	69.0
2.5	8.33	24.9
3.75	30.70	92.1
5	12.52	37.6
0	3.71	11.1

CONCLUSIONES

El biofertilizante biocafécashi es una alternativa para controlar la infestación de la roya anaranjada del cafeto, ya que el tratamiento 5.0 L del biofertilizante biocafécashi tuvo menor porcentaje de infestación de roya (13.39 %), por lo cual, no se rechaza la hipótesis.

El tratamiento de 1.250 L del biofertilizante biocafécashi, registró el mayor rendimiento con 10.78 q/ha^{-1}, seguidos de las dosis 3.75 L y 5.0 L con una producción de 7.14 q/ha^{-1}y 7.63 q/ha^{-1}, respectivamente, ya que, el testigo produjo 4.10 q/ha^{-1}.

LITERATURA CITADA

Acuña, N.O. 2015. El uso del biofertilizante en la agricultura. Biofertilizante.pp.2-39.
Adriano, A. S., R. J. Gálvez, R. F. Hernández, M. G. Figueroa y C. R. Monreal. 2011. Biofertilización de café orgánico en etapa de vivero, Chiapas, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas (2)3.10.
Arcila P. J. 2003. Sistemas de producción de café en Colombia. Ciclo de vida y fases fenológicas del cafeto. Crecimiento y desarrollo de la planta del café. Capítulo 2. 40 p.
Boadella, A. G. 2011. Roya del cafeto. Perjuicios y beneficios para la cafeticultura. Historia de la roya del cafeto. p. 5. http://www.cafeciba.com.sv/PDF/LaRoyadelCafeto.pdf. Consultado: 26/11/2016.
Centro Nacional de Investigación del Café (CENICAFÉ). 2009a. Recolección del café. Cartilla 19. Cosecha de café. 22 p.
Centro Nacional de Investigación del Café (CENICAFÉ). 2009b. Descripción del proceso productivo y del beneficio del café. Guía tecnológica del cultivo. Guía ambiental para el sector cafetero.pp.12-30.
Cervantes, O. A. 2010. Medición y análisis de la eficiencia productiva en fincas cafetaleras de la zona centro del estado de Veracruz. Revista Técnica. 107 p.
Escamilla, E. P., R. O, Ruiz., P. G. Díaz, C. S. Landeros, D. E. Platas, A. C. Zamarripa y V. A. González. 2005. El agroecosistema café orgánico en México. Foro No. 76. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Costa rica. 12 p.

Félix, H. J., T. R. Sañudo, M. G. Rojo, R. A. Ruíz y P. V. Olalde. 2008. Importancia de los abonos orgánicos.12 p.
González, E. E, y P. G. Sarmiento. 2012. Biofertilizantes. Función de los biofertilizantes. pp. 3-22.
Gutiérrez-Martínez. A. y M. Utrilla-Corzo. 2012. Manual básico para la elaboración del biofertilizantes foliar para llenado del fruto de café (biocafécashi). Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V. Villaflores, Chiapas. 9 p.
Madrigal, A. A. S. 2014. Evaluación del biofertilizante biocafécashi en el café en la comunidad Capitán Luis A. Vida, Siltepec, Chiapas, México. Tesis profesional. UNACH. Facultad de ciencias agronómicas Campus V. Villaflores Chiapas. 97 p.
Martínez, R. E., G. M. López, O. E, Ormeño y A. C. Moles. 2015. Manual teórico práctico.pdf. Los biofertilizantes y su uso en la agricultura. Los biofertilizantes. pp. 21-50
Mejía, L. G. 2015.Manejo agroecológico de la roya del café. Microbiomas y control biológico como alternativa de la roya anaranjada del cafeto. Memorias del Seminario Científico Internacional.pp. 60-96.
Norman, M.S. 2008. Agrocadena de café. Ministerio de agricultura y ganadería. Dirección regional del Hueta norte. Taxonomía.49 p.
Ormeño, D. M. y A. G. Ovalle. 2007. Preparación y aplicación de abonos orgánicos. Ciencia y producción vegetal. Centro de investigaciones agrícolas del estado de Mérida. Revista Científica. 27 p.
Palomares, J. E., J. T. González y S. S. Mireles. 2012. Café orgánico en México. El café en México. Investigación. Producción, comercialización y consumo en México.61 p. https://investigacion-2257-2012-2.wikispaces.com/file/view/cafe+organico+terminado.pdf.Consultado: 04/01/2017.
Paredes, M.R., H.J. Pons. y V.F. Gámez. 2007. Preparación de abonos orgánicos a partir de estiércol. Abonos orgánicos. Folleto para Productores No 1. 6 p.
Ramírez, F., F. Bertsch y L. Mora. 2002. Consumo de nutrientes de los frutos y bandolas de café caturra durante un ciclo de desarrollo y maduración en Turrialba, Costa rica. Agronomía Costarricense 26(1): 33-42.
Restrepo, R. J. 2007. Manual práctico: El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible, Managua (Nicaragua).66 p.
Rivillas, C. N., C.A. Serna, C. A. Cristancho y M.A. Gaitán. 2011. La roya del cafeto en Colombia: Impacto manejo y costos del control. Manizales: CENICAFE. 51 p. Boletín Técnico No. 36. Pdf.
Salgado, G.S., L. D. Palma, E. R. Núñez, E. L. Lagunes, V. H. Debernardi y H. H. Mendoza. 2006. Manejo d fertilizantes y abonos orgánicos. Instituto para el desarrollo de sistemas de producción del trópico húmedo de Tabasco. Guía Técnica para Productores Rurales. 229 p.
SAS Institute Inc. 1997. SAS/STAT User´s Guide, Release 6.03, edition Cary, NC: SAS Institute Inc., 1028 p.
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), 2013. Ficha técnica. Roya del cafeto *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome.26 p. http://www.fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca_digital/royadelcafeto-1.pdf.Consultado: 30/11/2016.
Suárez, A.P. 2016. Biofertilizantes y abonos orgánicos. Revista técnica.10 p.
Temis, P. A., M. A. López y M. M. Sosa. 2011. Producción de café (*Coffea arábiga* L.*)*: cultivo, beneficio, plagas y enfermedades, generalidades del café. Revista Técnica. p .21

LIXIVIADO DE HUMUS DE LOMBRIZ EN LA PRODUCCIÓN DE TRIGO ORGÁNICO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Alma Angélica Ortiz Avalos[10]
Juan Manuel Cortés Jiménez[1]

RESUMEN

El cuidado de la salud y la protección del medio ambiente son los principales motivos por los cuales los consumidores prefieren los productos orgánicos, que están libres de residuos tóxicos, modificaciones genéticas, aguas negras y radiaciones. En el presente estudio, se aplicaron 2000 litros por hectárea de lixiviado de humus de lombriz en el cultivo de trigo, fraccionando la aplicación en dosis de 500 litros aplicados en 4 riegos, a partir del segundo riego de auxilio. La variable evaluada fue el rendimiento de grano al 12% de humedad. Los resultados reportaron un rendimiento de 5.677 ton ha^{-1} en el testigo y de 5.859 ton ha^{-1} en el aplicado con humus; la diferencia entre ambos resultados no resultó estadísticamente significativa. Se recomienda utilizar una dosis mayor y evaluar físico-químicamente el suelo antes y después de la aplicación del lixiviado de humus de lombriz.

PALABRAS CLAVE

Agricultura orgánica, lixiviado, humus de lombriz

INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica, fue practicada por nuestros ancestros y mantenida por los pequeños productores, logrando un equilibrio con su medio a través del uso sustentable de los recursos. Con el pasar de los años, ocurre la explosión demográfica en el mundo, se hace necesario aumentar la producción de alimentos y aumentar la superficie cultivada. Se da como alternativa la "revolución verde", la cual en un principio solucionó el problema de la falta de alimentos, pero con el tiempo, produjo pérdidas en la calidad de los suelos, de los ecosistemas y de la salud de los humanos. Hoy la tendencia es volver hacia un uso sustentable de los recursos y la aplicación de abonos orgánicos se considera como una alternativa para lograrlo (Ormeño y Avalle, 2015). Dentro de los abonos orgánicos empleados en agricultura orgánica destacan los estiércoles de bovino, cerdo, gallinaza, guano de murciélago, compostas y el humus de lombriz.

El humus de lombriz es el producto resultante de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica, mediante la crianza sistemática de lombrices de tierra, denominada lombricultura, que se utiliza fundamentalmente como mejorador, recuperador o enmienda orgánica de suelos, abono orgánico, inoculante microbiano, enraizador, germinador, sustrato de crecimiento, entre otros usos (NMX-FF-109-SCFI-2007). Las lombricompostas deben ser regadas constantemente, ya que las lombrices requieren que el sustrato (excretas) mantenga una humedad del 70 al 80% para facilitar su locomoción y el consumo del sustrato (Gómez *et al.,* 2013; SAGARPA, 2014). El líquido que escurre de las camas después del riego se conoce como lixiviado, este es el término correcto para nombrarlo. El término humus de lombriz líquido está mal empleado (Casco e Iglesias, 2005). Los lixiviados de humus de lombriz contienen diferentes nutrimentos y sustancias húmicas que estimulan el crecimiento de las plantas, por lo que son

[10] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias. Campo Experimental Norman E. Borlaug. ortiz.alma@inifap.gob.mx

usados comúnmente como fertilizantes foliares o en el riego de cultivos (Gómez *et al.,* 2013). Sin embargo, a diferencia del humus de lombriz que cuenta con la Norma Oficial Mexicana NMX-FF-109-SCFI-2007 que regula su designación y clasificación de producto; el lixiviado de humus de lombriz no cuenta con un referente normativo que especifique la calidad que debe cumplir este subproducto de la lombricultura y, al no existir normatividad, no se han homologado terminologías o definiciones, ni tampoco se tiene normatividad en su caracterización fisicoquímica y bacteriológica, que permita definirlos como biofertilizantes o en su caso como nutrimentos complementarios (Calderón *et al.,* 2013).

Se tiene información en donde se indica que, durante el proceso de lixiviado a través de la materia orgánica, el agua arrastra nutrientes, microorganismos benéficos y ácidos húmicos, lo cual genera un producto líquido usado como abono y regenerador orgánico, por lo tanto, este producto es ideal para la aplicación en cualquier tipo de cultivos. Los lixiviados contienen entre 1.0-2.5% de sólidos totales de los cuales entre el 20-45% es materia orgánica y el resto son minerales (fósforo, potasio, calcio, magnesio y sodio) en cantidades variables y contienen pequeñas cantidades de nitrógeno (Gómez *et al.,* 2013). Además de los nutrientes solubles, los lixiviados contienen también microorganismos benéficos (Larco, 2004). Se realizó un conteo de microorganismos presentes en un lixiviado de humus de lombriz en el cual se reportaron 6.55 x 10^7 UFC/mL para bacterias benéficas; hongos benéficos 2.21 x 10^5 UFC/mL y actinomicetos 5.4 x 10^3 UFC/mL (Arteaga *et al.,* 2007).

En el Valle del Yaqui, se han realizado análisis nutricional a los mejoradores disponibles en la región, la concentración de elementos en los mejoradores evaluados se reporta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Promedio de composición química de estiércoles disponibles en el Valle del Yaqui.

Elemento	Gallinaza	Cerdaza	Composta	Estiércol
Nitrógeno total %	3.00	2.11	1.64	1.20
Fósforo total %	0.76	0.45	0.61	0.46
Potasio %	2.28	0.34	2.17	1.78
Calcio %	3.49	2.24	4.93	2.26
Magnesio %	0.42	0.17	0.48	0.38
Sodio %	2.69	0.90	3.12	3.46
Fierro ppm	1841	3631	3440	4375
Manganeso ppm	406	365	306	243
Cobre ppm	41	221	145	36
Zinc ppm	279	853	160	147
Boro ppm	78	59	56	73

(Cortés *et al.,* 2003; 2004)

El uso agrícola de estos abonos orgánicos en la agricultura, permitió darle un giro económico y rentable a la gran cantidad de estiércoles que generan las actividades pecuarias en el Valle del Yaqui, los cuales en su mayoría permanecían expuestos al ambiente, su uso permitió reducir o en su caso eliminar la cantidad de fertilizantes químicos (Cortés *et al.,* 2004). La utilización de estiércoles es muy conocida por los agricultores, los cuales adoptaron pronto esta tecnología al grado de utilizar prácticamente todo el producto disponible como fuente de fertilización. Como alternativa, se tiene registros de la existencia de 27 lombricarios apoyados por FIRA en el estado de Sonora (Monarrez, 2016), en los cuales se obtienen como subproductos el humus de lombriz

y el lixiviado de humus de lombriz. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta del cultivo de trigo a la aplicación de lixiviado de humus de lombriz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2016/2017 en las instalaciones del Campo Experimental Norman E. Borlaug del INIFAP, localizado en el sur del estado de Sonora, entre los 108° 53' y 110° 37' de longitud Oeste y 26° 53' y 28° 37' de latitud Norte. La evaluación se estableció en un suelo arcilloso clasificado regionalmente como barrial compactado. Se evalúo el efecto del rendimiento de trigo a la aplicación de lixiviado de humus de lombriz en el agua de riego. En el Cuadro 2 se reporta el promedio de cuatro muestras de lixiviado de humus de lombriz analizado en el Laboratorio de Suelos y Nutrición Vegetal del CENEB-INIFAP. La cantidad de humus líquido aplicado en el presente estudio fue de 2000 litros por hectárea, fraccionando la aplicación en dosis de 500 litros aplicados en 4 riegos, a partir del segundo riego de auxilio.

Cuadro 2. Promedio de características nutricionales de lixiviado de humus de lombriz, obtenidos de los lombricarios del Valle del Yaqui, Sonora.

Variable	Valor
Fósforo total %	0.061
Nitrógeno total %	0.558
Calcio %	0.580
Magnesio %	0.136
Sodio %	0.370
Potasio %	0.510
Cobre ppm	4.275
Fierro ppm	33.68
Zinc ppm	19.25
Manganeso ppm	15.75

La siembra se realizó el 26 de noviembre del 2016 con una densidad de semilla de 120 kilogramos por hectárea de la variedad CIRNO C2008. Se aplicaron 5 riegos de auxilio. La siembra se llevó a cabo en húmedo en surcos de 2 hileras separados a 80 centímetros para el control cultural de la maleza. La evaluación se realizó justo en el ciclo que el predio se estaba monitoreando para la certificación orgánica, después de siete años sin aplicación de agroquímicos y fertilizados con estiércoles desde el año 2000, por lo que estos terrenos tienen un contenido de materia orgánica mayor que los suelos del Valle. No se aplicaron herbicidas, insecticidas ni fungicidas químicos; las malezas se eliminaron por medio de control mecánico y deshierbe manual. Se reportó presencia de Roya de la hoja (*Puccinia recóndita*), la cual se combatió con la mezcla de tres microorganismos: *Bacillus subtilis, Verticillum lecanii y Trichoderma spp* aplicados de forma foliar. En cuanto a las plagas, la más importante es el pulgón y este se monitoreó con trampas amarillas, se empleó control biológico con liberación de crisopa ± 3 gramos aproximadamente cada 8 metros sobre un mismo surco, cada 10 surcos de la parcela experimental, además de la liberación de crisopa, se aplicó una solución jabonosa al 3% a los 80 días después de la siembra y se duplicó la dosis en los focos de infestación.

La unidad experimental fue de 8 surcos de 110 m de longitud y la parcela útil fue de 2 surcos de 3 m de largo y 80 cm de separación. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 6 repeticiones. La variable evaluada fue el rendimiento de grano al 12% de humedad. Los datos se analizaron en MSTAT version 2.10 (Russell D. Freed, MSTAT Director Crop and Soil Sciences Deparment Michigan State University).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se reportaron diferencias significativas entre el testigo y el tratamiento con lixiviado de humus de lombriz (Cuadro 3), sólo se observa una diferencia numérica de 182 kilogramos por hectárea a favor del lixiviado (Cuadro 4).

Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano fertilizado con lixiviado de humus de lombriz. CENEB-INIFAP, Ciclo O-I 2016/2017.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Prob.
Repeticiones	5	2.15	0.430	1.87	0.2547
Tratamiento	1	0.10	0.099	0.43	0.5406
Error	5	1.15	0.230		
Total	11	3.40			

C.V. 8.32%

Cuadro 4. Respuesta del rendimiento de grano de trigo a la aplicación de lixiviado de humus de lombriz. CENEB-INIFAP, Ciclo O-I 2016/2017.

Tratamiento	Rendimiento de grano de trigo al 12% de humedad
Testigo	5.677 a
Lixiviado de humus lombriz	5.859 a
Media	5.768

El lixiviado de humus de lombriz reportó muy bajo aporte nutricional (Cuadro 2) comparandolo con los estiércoles (Cuadro 1). Sin embargo la literatura reporta una gran cantidad de microorganismos contenidos en lixiviados de este tipo, por lo que se recomienda utilizarlo más por su aporte de microorganismos que por su aporte nutricional. Se recomienda utilizar una mayor dosis en diferentes cultivos y estudiar la respuesta que presenten. Además evaluar en el suelo

En la agricultura orgánica el uso del lixiviado de humus de lombriz si está permitido, y en la actualidad los consumidores buscan prácticas amigables con el medio ambiente libres de residuos tóxicos, modificaciones genéticas, aguas negras y radiaciones (Gómez y Gómez, 2004).

CONCLUSIONES

El cultivo de trigo, no reportó respuesta significativa a la aplicación de lixiviado de humus de lombriz. Se sugiere aumentar la dosis de lixiviado y evaluar la respuesta en otros cultivos de

importancia económica de la región, además del trigo y en suelos donde no se hayan aplicado abonos orgánicos.

LITERATURA CITADA

Arteaga M., Garcés N., Novo R., Guridi, F., Pino J.A. Acosta M., Pasoa M., y Besú D. 2007. Influencia de la aplicación foliar del bioestimulante liplant sobre algunos indicadores biológicos del suelo. Revista Protección vegetal 22(2):110-117.

Calderón C.J.F., Rodríguez M.R., Reines A.M.M., González E.D., Loza Ll.J.A., García V.J. y Jiménez P.C. Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de lixiviados provenientes de granja lombrícola en Tlajomulco, Jalisco. Disponible en: http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible6/63/89.pdf (Consultado julio 06, 2017).

Casco C.A. y Iglesias M.C. 2005. Producción de biofertilizantes líquidos a base de lombricompuesto. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones científicas y Tecnológicas 2005. Disponible en: http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2005/5-Agrarias/A-063.pdf (Consultado julio 10, 2017).

Cortés J.J.M., Ortiz E.J.E. y Félix V.P. 2004. Abonos orgánicos en la agricultura. Memoria del día del Agricultor 2004. Publicación Especial No. 11. Centro de Investigación Regional del Noroeste-INIFAP. Campo Experimental Valle del Yaqui. Abril 2004. Cd. Obregón, Sonora, México. p 9-13.

Cortés J.J.M., Félix V.P. y Ortiz E.J.E. 2003. Efecto de estiércoles sobre el rendimiento de trigo y las características físico-químicas de un suelo arcilloso del Valle del Yaqui, Sonora. Memorias del IV Congreso internacional en ciencias agrícolas. Noviembre 6-7, 2003. Mexicali, B.C., México. p 290-295.

Gómez, T.L. y M.A. Gómez, C. 2004. La agricultura orgánica en México y en el mundo. CONABIO. Biodiversistas 55:13-15

Gómez R.S., Ángeles M. de L., Méndez R.J.J.A., Reséndiz C.M.G. y Sánchez B.R. 2013. Guía de buenas prácticas de reciclaje de excretas: Uso de lixiviados de humus de lombriz para la producción de forraje verde. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Diciembre 2013. Querétaro, Querétaro. Publicación Especial Núm. 3. ISBN: ISBN 978-607-37-0217-1. 18 p.

Larco E. 2004. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Hoja técnica. No. 73, Costa Rica. p.79-82.

Monarrez G.M. 2016. Resultados en rentabilidad por prácticas sostenibles. FIAS 2016. Ciudad Obregón, Sonora. Disponible en: http://forodeagriculturasostenible.mx/ponencia3.pdf (Consultada julio 10, 2017).

NMX-FF-109-SCFI-2007. Humus de lombriz (lombricomposta) - especificaciones y métodos de prueba. Disponible en: http://xico.gob.mx/transparencia/uploads/transparencia/8260ec89b1b6137fdf8997120b75eced.pdf (Consultado junio 30, 2017).

Ormeño D.M.A. y Ovalle A. 2015. Preparación y aplicación de abonos orgánicos. Ciencia y producción vegetal. INIA Divulga 10, enero-diciembre 2007. p 29-35 Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/273321490_Preparacion_y_aplicacion_de_abonos_organicos (Consultado junio 28, 2017).

Preciado R.P., García H.J.L., Segura C.M.A., Salas P.L., Ayala G.A.V., Esparza R.J.R., Troyo D.E. 2014. Efecto del lixiviado de vermicomposta en la producción hidropónica de maíz forrajero. Terra Latinoamericana 32(4):333-338.

SAGARPA. 2014. Lombricultura. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Lombricultura.pdf (Consultado junio 28, 2017).

USO DE BIOFERTILIZANTES PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE GRAMÍNEAS TROPICALES

Edgar Enrique Sosa-Rubio[1*]
José Demetrio Pérez-Rodríguez[1]
Eduardo José Cabrera-Torres[1]

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de biofertilizantes, sobre la producción de las gramíneas tropicales *Panicum máximum* cultivar Mombaza y *Brachiaria brizantha* en invernadero y en campo y caracterizar su habilidad para establecer una simbiosis efectiva con cepas nativas de *Azospirillum*, *Azotobacter* y hongos micorrizógenos. El experimento se realizó en el Campo Experimental Chetumal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en Quintana Roo, con clima Aw2. Los tratamientos evaluados en invernadero fueron: T1- sin fertilización, T2- fertilizado, T3-CC-azot1, T4-CC-azot2, T5-CC-azot3, T6-CC-azot4, T7-CC azot5, T8-NFB-azos6, T9-NFB-azos7, T10-NFB-azos8, T11-NFB-azos9, en donde azos es *Azospirillum* y Azot es *Azotobacter*. Para los hongos micorrizógenos se utilizaron 6 tratamientos: T1-testigo, T2-fertilizada, T3-espora café, T4-espora miel, T4-espora negra y T5-espora comercial. Las plantas fueron trasplantadas en macetas y bolsas con material estéril; obteniendo un mayor rendimiento ($P \leq 0.05$) con las cepas azot 1, azot 5 y la espora negra para las 2 gramíneas estudiadas. Utilizando las cepas más efectivas se realizó las pruebas en campo en parcelas de $2m^2$ evaluando 5 tratamientos: T1 (testigo), T2 (fertilizante positivo), T3 (Biofertilizante *Azospirillum* + *Azotobacter*), T4 (biofertilizante hongos micorrizógenos) y T5 (biofertilizante comercial), utilizando las mismas especies: Mombaza (*P. maximum*) y Brizantha (*B. brizantha*). Las variables fueron: volumen radical, altura de la planta, largo de hoja, diámetro de tallo y producción de biomasa aérea. Resultados para *B. brizantha* indican diferencias ($P \leq 0.05$). T3 favoreció el desarrollo de la altura de la planta y el diámetro del tallo. El biofertilizante comercial (T5) incrementó la producción de materia seca con 0.99 kg/m^2 observando una diferencia con respecto a T2 (0.74 kg/m^2) además de ayudar en el desarrollo de la raíz. Resultados en el pasto Mombaza indican que no hubo diferencias ($P \geq 0.05$) entre tratamientos, sin embargo, los resultados biológicos muestran que T2 incrementó la producción de materia seca con 1.34 kg/m^2 en comparación con T3 (0.72 kg/m^2).

Palabras clave: cepas, hongos, bacterias, Guinea, Mombaza.

INTRODUCCIÓN

Las plantas forrajeras tropicales son muy variadas siendo algunas de ellas comparables, a su valor como alimento, a las de Europa, permitiendo la creación de auténticos cultivos anuales o semiperennes, o en todo caso la formación de praderas artificiales más o menos duraderas. El principal uso que se ha dado a la familia de las gramíneas ha sido como fuente de forraje para la alimentación del ganado. Es precisamente su utilización como fuente de energía para el ganado doméstico y fauna silvestre, lo que convierte a las gramíneas forrajeras en el grupo de plantas más importantes para el hombre (Hetrick et al., 1991). Sin embargo, para obtener una producción alta en forraje es indispensable fertilizar el campo, pero por desgracia la industria de los fertilizantes atraviesa por una situación muy crítica. Por tal motivo, en el sector agropecuario es necesario tomar decisiones inmediatas para solucionar este problema. Una alternativa al uso de los fertilizantes químicos son los microorganismos promotores del crecimiento denominados: “bioestimulantes”, “biofertilizantes” o “inoculantes”. Los microorganismos más utilizados son las bacterias de los géneros *Rhizobium y Azospirillum*, así como hongos micorrizógenos del género *Glomus*, que generalmente provienen de otras regiones, lo que limita a los agricultores locales su

adquisición (García *et al.,* 2006). Los biofertilizantes microbianos pueden utilizarse en cultivos anuales, praderas de gramíneas o leguminosas, hortalizas, frutales y en viveros o semilleros. En estos casos los beneficios de la simbiosis se expresan en plazos muy breves. Los biofertilizantes son los microorganismos que viven asociados a las raíces de las plantas y que le proporcionan a las mismas los elementos nutricionales indispensables para su buen crecimiento y producción (Aguirre-Medina, 2006). Las plantas no pueden tomar el Nitrógeno (N) de manera directa del aire porque está en una forma inerte (N molecular), es decir, no asimilable. En cambio, las bacterias lo pueden transformar a un estado aprovechable (N amoniacal) por las plantas (García *et al.,* 2006).

Otros microbios del suelo, que viven también dentro de las raíces, les acarrean a las plantas muchos otros nutrientes, sobre todo los que son inmóviles como el Fósforo (P). Estos microbios son hongos filamentosos, cuyas ramificaciones salen de la raíz haciendo redes extensivas que exploran el suelo para buscar nutrientes y transportarlos a la planta. Reciben el nombre de hongos micorrizógenos y su asociación con la raíz recibe el nombre de micorriza (García *et al.,* 2006). La micorriza no sólo le da a la planta, nutrientes que le lleva del suelo, sino que también la puede proteger contra algunos microbios dañinos del suelo, incrementar la vida de los pelos absorbentes y darle tolerancia hacia algunas condiciones difíciles como presencia de metales pesados u otras sustancias tóxicas. Otros microbios del suelo que rodean las raíces de las plantas (región de la planta que se llama rizósfera), les proporcionan sustancias de crecimiento llamadas hormonas vegetales. Estas sustancias inducen la ramificación de las raíces y permiten a la planta tomar del suelo sus nutrientes de una manera más eficiente, lo cual se manifiesta en un mejor crecimiento y rendimiento. Una de estas bacterias es conocida con el nombre científico de *Azospirillum*, y produce gran cantidad de estas sustancias. Todos estos microorganismos juegan un papel importante como fertilizantes para los pastos y forrajes, ya que además de aportar los nutrimentos esenciales a los mismos, contribuyen a mantener el equilibrio biológico, al no producir afectaciones al suelo o la salud y al ambiente en general (Aguirre-Medina y Zabadúa, 1994). Las ventajas de la biofertilización, al contrario de la fertilización química, radica en que ésta técnica se realiza con productos naturales, su producción no es contaminante y para su elaboración no requiere hidrocarburos (energéticos perecederos y caros), resultando un método económico, de ahí la importancia de realizar este estudio y contribuir a la producción agropecuaria con productos económicos y amigables con el medio. Dado lo anterior el objetivo del trabajo fue valuar abonos orgánicos para la producción de forrajes tropicales, que eviten la utilización de fertilizantes inorgánicos, disminuyendo los costos de producción y el deterioro del recurso natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el campo y laboratorios del Campo Experimental Chetumal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en Quintana Roo, en la comunidad de Xul-Há localizado a 21º30’ latitud Norte y 89º29’ longitud Oeste, a 10 msnm, con temperatura promedio de 27.6ºC y una precipitación media anual de 1300 mm. El periodo de mayor precipitación comprende los meses de junio a noviembre, donde se registra el 70% de la misma. Para el estudio se realizó el aislamiento de Rhizobacterias del género *Azospirillum* y *Azotobacter* de gramíneas *B. brizantha* y *P. máximum* cultivar Mombaza. Se seleccionaron 5 plantas en campo, considerando su porte y que se encontraran libres de plagas y enfermedades; se tomaron 5 muestras de 500 g de la zona rizosférica de cada una de ellas mediante la barrera de Hoffer depositando la muestra en bolsas de plástico para su traslado al laboratorio, para así obtener 25 submuestras, las cuales se homogenizaron perfectamente. Para el aislamiento se utilizó la técnica de dilución seriada (CIAT, 1988). De las colonias aisladas se procedió a refrigerar 5 cepas de *Azotobacte*r y 4 de *Azospirillum* para su posterior uso en la producción de biofertilizantes purificando las cepas con la técnica de rastrillado en cajas de petri,

obteniendo 5 medios de cultivo por cada cepa refrigerada. Para la obtención de esporas se utilizó 2 tipos de suelo procedentes de la rizósfera de 3 especies de gramíneas siendo estas *P. atratum, B. brizantha* y *B. humidícola*, tomando 200 g de suelo de cada gramínea en un vaso de precipitado para luego disolverlo en 2 lt de agua. Ya disuelto el suelo en agua se agitó por 5 minutos, para luego dejarlo sedimentar por 3 minutos; una vez pasados los 3 minutos el suelo se paso en 3 tamices de diferentes medidas (03800 mm, 00340 mm y .044 mm) lavándolo con abundante agua y con el cuidado necesario, para que las esporas quedaran flotando y el suelo ya asentado no vaya a los tamices ya que obstruiría el paso de esporas con basura u otros organismos. Esto se realizó con la intención de obtener solamente las esporas en el primer tamiz.

Invernadero

Se realizaron ensayos en invernadero con el objetivo de identificar el desarrollo y comportamiento de las cepas seleccionadas de *Azospirillum, Azotobacter* y hongos micorrizógenos inoculándolos en gramíneas para ser evaluadas obteniendo la efectividad y posteriormente ser verificadas en condiciones de campo (CIAT, 1987). Se utilizaron un total de 36 macetas con 3 repeticiones por tratamiento en un diseño completamente al azar. Se llevó a cabo la inoculación de bacterias utilizando 2 especies de gramíneas forrajeras sobresalientes de los ensayos de adaptación y evaluación de especies forrajeras del Campo Experimental Chetumal, utilizando los siguientes tratamientos: T1- testigo, T2- fertilizado, T3-CC-azot1, T4-CC-azot2, T5-CC-azot3, T6-CC-azot4, T7-CC-azot5. T8-NFB-azos6, T9-NFB-azos7, T10-NFB-azos8, T11-NFB-azos9. Donde CC es C combinado y NFB es medio semisólido libre de N con malato como fuente de C, azot es *Azotobacter* y azos es *Azospirillum*.

Campo

Para el estudio en campo se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar el cual exige unidades experimentales homogéneas, permitiendo comparar cualquier número de tratamientos, eliminando el efecto del suelo sobre los tratamientos. En este ensayo se sembraron 2 especies de gramíneas (*B. brizantha* y *P. máximum* cultivar Mombaza) en parcelas puras (no asociadas) previamente utilizadas en invernadero para ser comparadas. Se utilizaron 5 tratamientos, tomando las cepas que han mostrado efectividad con las mismas gramíneas en invernadero (CIAT, 1987) para ser evaluados con 3 repeticiones. Los tratamientos utilizados se presentan a continuación: T1-Testigo, T2-Fertilizada, T3-Biofertilizante *Azospirillum* + *Azotobacter*, T4- Biofertilizante micorriza, T5- Biofertilizante comercial. Para el experimento se utilizó un tamaño de parcela útil de $2m^2$, y la parcela de muestreo fue de $1m^2$ (Tovar, 1990). Los muestreos se realizaron mensualmente para determinar diámetro de tallo, largo de hoja, peso de raíz, volumen radical y la producción de materia seca. Posteriormente se obtuvieron las siguientes variables: peso seco parte aérea, peso de raíz, volumen radical, diámetro de tallo, longitud de hoja y altura total de la planta.

RESULTADOS

Los resultados indicaron la presencia en forma natural en los 2 tipos de suelo (vertisoles y cambisoles) de bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV) *Azospirillum* y *Azotobacter* en la rizósfera de las gramíneas muestreadas. Sin embargo, como se puede apreciar en los cuadros 1 y 2 la mayor cantidad de microorganismos se encontró en el género *Azotobacter* en comparación con el género *Azospirillum* en los dos tipos de suelo.

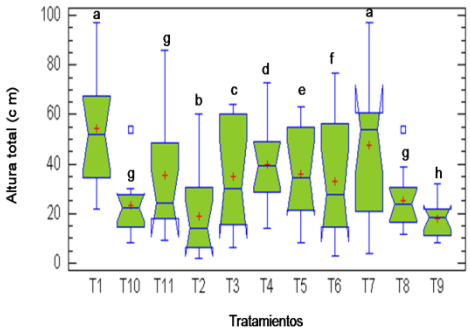
Cuadro 1. Unidades Formadoras de Colonias (UFC)/g de suelo seco de *Azospirillum* en medio NFB, en suelos vertisoles y cambisoles.

DILUCIONES	VERTISOLES	CAMBISOLES
10^4	11.2 x 10^4/g	14.1 x 10^4/g
10^5	2.53 x 10^5/g	2.4 x 10^5/g
10^6	1.90 x10^6/g	3.8 x10^6/g

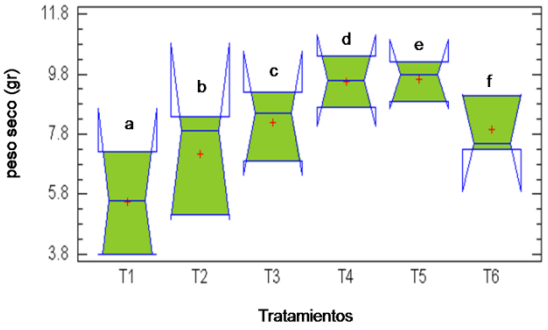
Cuadro 2. Unidades Formadoras de Colonias (UFC)/g de suelo seco en medio de C combinado de *Azotobacter*, en suelos vertisoles y cambisoles.

DILUCIONES	VERTISOLES	CAMBISOLES
10^4	1.37 x 10^4/g	9.7 x 10^4/g
10^5	23.2 x 10^5/g	15.8 x 10^5/g
10^6	25.0 x10^6/g	12.3 x10^6/g

En las pruebas de invernadero la inoculación de bacterias en el pasto insurgente (*B. brizantha*) los T7 y T4 mostraron diferencias significativas (P≤ 0.05) entre medias para la variable hoja (38 cm y 39 cm respectivamente) y para altura total de la planta (55 cm y 36 cm respectivamente) con respecto a la planta fertilizada (T2) con 14 cm para largo de hoja y 11 cm en altura total (gráfica 1). Con respecto al diámetro de tallo, los tratamientos que presentaron mayor desarrollo fueron el T7 seguido del T4 (0.47 cm y 0.35 cm respectivamente). Mientras que para la planta fertilizada (T2) fue de 0.17 cm, habiendo diferencias significativas (P≤0.05) entre medias con *Azotobacter* y *Azospirillum*.



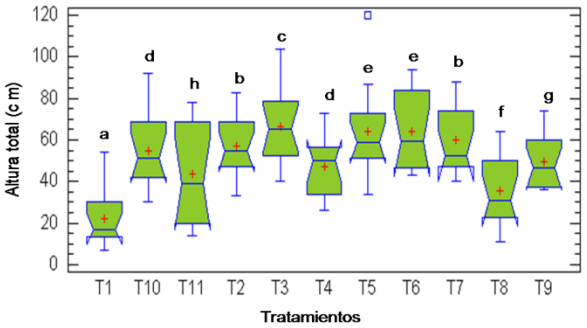
Grafica 1. Diferencias entre altura de plantas de B. brizantha.

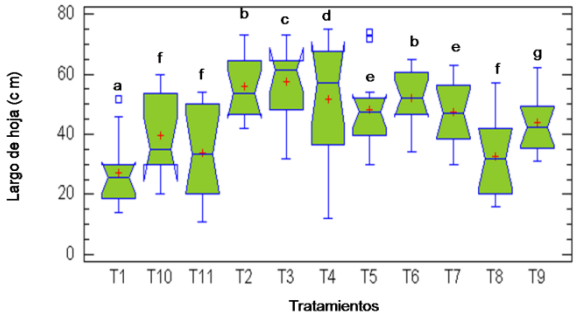


Grafica 2. Diferencias entre tratamientos para materia seca de B. brizantha.

La inoculación con hongos micorrizógenos favoreció el volumen radical y la producción de materia seca para *B. brizantha*. El T5 mostró diferencias significativas (P≤0.05), tanto para el volumen de la raíz como para materia seca (gráfica 2) con respecto a la planta testigo (T1), con 20 cm^3 y 9 gr. Para Mombaza no se encontró diferencias entre tratamientos de hongos.

Para el cultivar Mombaz*a* únicamente mostraron diferencias entre tratamientos (P≤0.05) a base de bacterias para la variable altura total y el largo de hoja (gráfica 3 y 4). El tratamiento que mostró mayor desarrollo para el largo de la hoja fue el T3 con una media de 57 cm seguido de la planta fertilizada con 56 cm (T2). Azot 1 (T3) mostró diferencias significativas (P≤0.05) entre los demás tratamientos para la altura total con una media de 68 cm seguida de Azot 4 (T6) con 66 cm, quien no presentó diferencias (P≥ 0.05) fue T5 con T6 y T2 con T7.





Grafica 3. Diferencias entre altura de plantas de P. máximum cultivar Mombaza. Grafica 4. Diferencias para largo de hoja en Mombaza

En campo el pasto *P. máximum* cultivar Mombaza no mostró diferencias significativas (P≥0.05) entre los tratamientos, únicamente presentó diferencias biológicas favoreciendo la inoculación con bacterias promotoras del crecimiento. Para producción de peso seco, la inoculación con fertilizantes inorgánicos (T2) favoreció el desarrollo de Mombaza, obteniendo una producción de 1.34 kg/m^2 en comparación con T3 (0.86 kg/m^2), teniendo una diferencia entre el positivo fertilizado (T2) y el biofertilizante Azos+Azot (T3) de 0.72 kg/m^2. La inoculación del biofertilizante comercial (T5) incrementó el desarrollo del sistema radicular de Mombaza, obteniendo un peso de 19 gr/m^2, mientras que el T2 presentó un peso de 15 gr/m^2, con una diferencia de 4 gr/m^2 por tratamiento. El T3 y T1 (15 gr/m^2 y 16 gr/m^2 respectivamente) presentaron mejor rendimiento con respecto a T4 (10 gr/m^2). Para la variable volumen radical se observó que la planta testigo presentó mayor desarrollo con 156. 66 cm^3/lt obteniendo bajo rendimiento con respecto a los demás tratamientos.

Los resultados indican que la inoculación de bacterias promotoras del crecimiento favoreció el desarrollo de *B. brizantha*, presentando diferencias significativas (P≤0.05) con respecto a los tratamientos utilizados. Para la altura de la planta *Azotobacte*r + *Azospirillum,* (T3), incrementó el desarrollo de la planta con una media de 1.47 m con respecto a la planta testigo (T1) y la planta tratada con fertilizante (T2). El T3 presentó mayor desarrollo en el tallo con una media de 0.5 cm de diámetro con respecto a la planta testigo (T1) con 0.45 cm de diámetro, seguido de la planta tratada con biofertilizante comercial (T5). En cuanto a producción de materia seca, la inoculación del biofertilizante comercial (T5) mostró diferencias significativas (P≤0.05) con una media de 0.99 kg/m^2 con respecto a la planta fertilizada (T2) dejando en segundo lugar a las plantas inoculadas con bacterias (T3). En el caso del peso de la raíz, la inoculación del biofertilizante comercial (T5) favoreció el desarrollo de *B. brizantha* con una media de 146 gr/m^2, mostrando diferencias entre los tratamientos (P≤0.05) seguido de T3 y T4 con respecto al testigo.

En todos los casos, con las distintas especies donde se han evaluado los biofertilizantes (cultivos agrícolas, forrajes y frutales) se han encontrado respuestas diferenciales en la interacción con los microorganismos, solos o combinados. Respuestas semejantes en rendimiento con la interacción de diversos factores ambientales y de manejo han sido ampliamente estudiadas por diversos autores Okon y Labandera-González, 1994; Caballero-Mellado, 1991) o su interacción con algunos microorganismos cuando se introducen por primera vez en un ambiente determinado (Aguirre-Medina *et al.,* 1988). En este trabajo se observó que el tratamiento de biofertilización utilizando las cepas aisladas localmente tuvieron una producción menor a la observada en el

tratamiento con biofertilizante comercial, esto probablemente se debió a la falta de micorriza en el primer tratamiento ya que se ha mencionado que a los 30 días de haberse inoculado la micorriza al cultivo y que esta se instala en el sistema radical de las plantas, se favorece la transportación de nutrientes y agua (Aguirre-Medina *et al*., 2009).

En los tratamientos con hongos micorrizógenos se pudo observar un mayor desarrollo radicular en comparación con el tratamiento fertilizado inorgánicamente, sin embargo, la infección de la micorriza-arbuscular produjo muy poca o ninguna modificación en la morfología externa de las raíces. Sin embargo, algunos autores indican que, en algunas plantas, se aumenta el crecimiento de las raíces, como en maíz, sorgo y cebada y en otras no, como el fríjol (Aguirre-Medina y Kohashi-Shibata, 2002).

CONCLUSIONES

Para pruebas en invernadero las cepas azot 1 (T3) y azot 5 (T4) favorecieron el desarrollo de *B. brizantha* para las variables largo de hoja, altura total y diámetro de tallo. Para el pasto Mombaza (*P. máximum*), la inoculación con bacterias ayudó al desarrollo del pasto presentando diferencias solo para largo de hoja y altura total, siendo la mejor cepa azot 1 (T3).

Para los hongos micorrizógenos, las esporas negras (T5) tuvieron una respuesta superior al testigo (T1), presentando diferencias en volumen radical y producción de materia seca.

En cuanto a pruebas en campo la inoculación de bacterias favoreció el desarrollo de *B. brizantha,* presentando diferencias entre tratamientos para altura total y diámetro de tallo. La inoculación de biofertilizante comercial (T5) incrementó la producción de materia seca y el peso de la raíz.

Para *P. máximum* cultivar Mombaza, no se presentaron diferencias entre tratamientos, sin embargo, se observó que la inoculación del biofertilizante comercial y hongos micorrizógenos favorecieron el desarrollo de la planta en comparación con los tratados inorgánicamente. Para la producción de materia seca se obtuvieron resultados considerables incrementando la producción hasta un 22% sobre el valor del T2.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre-Medina, J. F., M. Valdés y R. M. Silvester-Bradley. 1988. Simbiosis entre rizobios y cuatro leguminosas tropicales adaptadas en Chiapas, México. Pasturas tropicales. 10 (3): 18-21.

Aguirre-Medina, J. F. y E. Velasco Zebadúa. 1994. Componentes morfológicos y fisiológicos del rendimiento en *Leucaena leucocephala* al inocularse con micorriza VA y/o *Rhizobium loti*. Agri. Tec. Mex. 20 (1):43-45.

Aguirre-Medina, J. F. 2006. Biofertilizantes microbianos; experiencias agronómicas del programa nacional del INIFAP en México. Libro Técnico Num. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Chiapas, México. p.3, 4.

Aguirre-Medina, J. F. y J. Kohashi-Shibata. 2002. Dinámica de la colonización micorrízica y su efecto sobre los componentes del rendimiento en el contenido de fosforo en frijol. Agri.Tec. Mex. 28 (1): 23-33.

Aguirre-Medina, J. F., M. B. Irizar-Garza, A. Duran-Prado, O. A. Grageda-Cabrera, M. A. Peña-del Rio, C. Loredo-Ostil y A. Gutiérrez-Baeza. 2009. Los biofertilizantes microbianos: alternativa para la agricultura en México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Chiapas, México. 80 p.

Caballero-Mellado, J. 1991. Experiencias de inoculación de maíz y trigo con Azospirillum a nivel intensivo de investigación. In: Memorias del III congreso Nacional de la Fijación Biológica del Nitrógeno, efectuada del 2 al 5 de diciembre de 1991. Centro de fijación del Nitrógeno. UNAM. Cuernavaca Morelos, Mex. P. 20-24.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1988. Simbiosis leguminosa-rizobio; manual de métodos de evaluación, selección y manejo agronómico. Ed. Rev. Proyecto CIAT-UNDP de evaluación, selección y manejo de la simbiosis leguminosa-rizobio para aumentar la fijación de nitrógeno. Sección de microbiología de suelos del programa de pastos tropicales y sección microbiología de suelos del programa de frijol. Cali, Colombia. p. 178.

García, J. O., V. M. Moreno, C. L. Rodríguez, A. H. Mendoza y N. P Mayek. 2006. Biofertilización con *Azospirillum brasilense* en sorgo en el norte de México. Centro de Biotecnología Genómica, Instituto Politécnico Nacional. Reynosa Tamaulipas, México. Vol. 32.

Hetrick, B. A. D., G. W. T. Wilson y F. F. Leslie. 1991. Root architecture of warm- and cool-season grasses: relathionship to mycorrhizal dependence. Can. J. Bot. 69 (1): 112-118.

Okon Y. y C. Labandera-González. 1994. Agronomic applications of Azospirillum: an evaluation of 20 years' worldwide field inoculation. Soil boil. Biochem. 26: p. 1591-1601

ELABORACIÓN DE BIOFERTILIZANTE ORGANICO PELLETIZADO A BASE DE RESIDUOS AGROPECUARIOS Y ACUICOLAS

Juan Carlos Hernández Robleda

RESUMEN

Como consecuencia del incremento poblacional a nivel mundial surge la necesidad de satisfacer la demanda de alimentos, al incrementar la producción de alimentos de igual manera se incrementan los residuos generados en las explotaciones agropecuarias y acuícolas, los cuales son un gran foco de infecciones y riesgo para la salud humana, animal y al ambiente más sin embargo estos residuos contienen todos los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, lo cual los convierte en magníficos elementos disponibles para la fertilización de los cultivos, además de que se sabe que favorecen las propiedades físicas y biológicas de los suelos. Sonora cuenta con diferentes clases de actividades productivas, entre ellas la producción agrícola que abarca el 47.5%, la ganadera el 36.1% y otras 16.4%. En el municipio de Cajeme las actividades productivas están distribuidas en: el sector agrícola con un 84.6% , el sector ganadero con un 10.5% y la industria y otras actividades se engloban a un 5.1% (INEGI,1991). El proceso de compostaje tiene la particularidad que es un proceso que se da con elevadas temperaturas como máximo 65-70°C. La materia orgánica es utilizada como alimentos por los microorganismos es de suma importancia mantener los niveles de humedad y oxigeno ya que los microorganismos encargados de realizar la descomposición de los materiales orgánicos necesitan de estos elementos para vivir. Es imprescindible mantener la temperatura pues manera se eliminan muchos tipos de microorganismos que pueden perjudicar a los cultivos, los que sobreviven a altas temperaturas en su mayoría son desintegradores de materia orgánica, ya que se alimentan de ellas y los que perjudican a las plantan no sobreviven a los 25°C.

Por esos motivos he ahí el interés de elaborar un biofertilizante aprovechando la gran disponibilidad de estos desechos los cuales no son tratados de forma adecuada, transformándolos en harinas mediante procesos biológicos para obtener un pellet el cual es incorporado a la tierra con el cual se obtienes múltiples beneficios como la aportación de materia orgánica, retención de humedad, aireación y fertilización con una formulación de 3-2-2 (NPK).

PALABRAS CLAVE

Suelo, sostenible, nutrientes, materia orgánica, pellet.

INTRODUCCIÓN

Como consecuencia del incremento poblacional a nivel mundial, surge la necesidad de desarrollar nuevas investigaciones en el sector agrícola, esto con la finalidad de satisfacer el constante incremento en la demanda de los alimentos. Se espera que la agricultura alimente a esta población en aumento, cuyo número se estima sea de 8,000 millones de habitantes para el año 2020 (OCDE y FAO, 2011). La gran explosión demográfica registrada en los últimos años, ha provocado la preocupación por la ciencia por resolver el problema del abastecimiento de alimentos, sobre todo los básicos que se obtienen en el campo y granjas.

Al incrementarse la población se generan grandes cantidades de residuos orgánicos, entre ellos los producidos en las explotaciones agrícolas, pecuarias, y acuícolas dedicadas a satisfacer la demanda alimenticia del planeta. Tales residuos contienen todos los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, lo cual los convierte en magníficos elementos disponibles para la fertilización de los cultivos, además de que se sabe que favorecen las propiedades físicas y biológicas de los suelos. Estas características vendrán a constituir una alternativa de aplicación inmediata para mejorar la producción de cultivos, como lo es el aumentar el rendimiento por

unidad de superficie. Por lo tanto al crecer la población, también aumenta la generación de los residuos mencionados, lo que provoca contaminación y deterioro del ambiente, como consecuencia de las prácticas de manejo de estos materiales. Así, al utilizar estos materiales se estaría tratando de bajar los costos de producción de los cultivos a la vez que se aumenta el rendimiento de los mismo al aprovechar una mayor eficiencia de los fertilizantes orgánicos como consecuencia del efecto de que la materia orgánica ejerce sobre el suelo, si no que adicionalmente se reduciría la contaminación y se enriquecerán nuestros suelos. El valle del yaqui en los últimos años ha incrementado de manera exponencial la actividad de producción agropecuaria y acuícola, teniendo así exorbitantes cantidades de residuos los cuales son un gran foco de infecciones y riesgo para la salud humana, animal y al ambiente. Dichos desechos biológicos de no ser tratados de manera adecuada representan un riesgo a la salud humana y animal, la Zoonosis se refiere a enfermedades infecciosas de animales que se pueden transmitir a los humanos. Los agentes infecciosos pueden ser protozoarios, hongos, bacterias, clamidias o virus. De igual manera Los sistemas intensivos de producción animal (bovinos, cerdos y aves) pueden crear enormes problemas de polución, debido a las grandes cantidades de sustancias contaminantes que producen (Costa y Urgel 2000 y Smith *et al.* 2001). Sonora cuenta con diferentes clases de actividades productivas, entre ellas la producción agrícola que abarca el 47.5%, la ganadera el 36.1% y otras 16.4%. En el municipio de Cajeme las actividades productivas están distribuidas en: el sector agrícola con un 84.6% , el sector ganadero con un 10.5% y la industria y otras actividades se engloban a un 5.1% (INEGI,1991). La importancia del estudio es relevante en la región de Cajeme y el valle del yaqui se produce anualmente 750mil toneladas de gallinaza. A esto hay que Anuar el hecho que el municipio ha experimentado un creciente desarrollo, sustentando inicialmente en la agricultura, seguida por la actividad pecuaria, ambos de gran tecnificación e importancia económica y finalmente consolidado por una cada vez pujante agroinsdustrializacion. Esta situación, ha provocado entre otras cosas que Cajeme tenga un crecimiento bastante acelerado, con índices poblacionales por arriba de la nacional, en los últimos años. Como se puede observar estos fenómenos van de la mano, pues al crecer la población se incrementan las actividades agropecuarias, además de las industriales y agroindustriales.

La consecuencia de un mal manejo de estos desechos que se depositan en el suelo son: El fósforo, una vez en el suelo, se libera mediante la acción de las fitasas que producen los microorganismos de este ecosistema. Después, pasa a ríos y lagos, lo que da lugar a los fenómenos de eutrofización de las corrientes de agua y de los reservorios acuáticos. En estas circunstancias, hay un crecimiento acelerado de las algas y un agotamiento del contenido de oxígeno del agua, lo que provoca la mortalidad de la fauna acuática (Jongbloed *et al.* 1996). Uno de los mayores problemas es, sin duda, el olor desagradable de los residuos avícolas. La gallinaza fresca contiene sulfuro de hidrógeno (H2S) y otros compuestos orgánicos, que causan perjuicio a quienes habitan cerca de las granjas avícolas. La sensación de suciedad que acompaña a estos vertimientos, así como la aparición de síntomas evidentes de la degradación ambiental en el entorno, son otros factores que afectan la calidad de vida. Por estos motivos, Sánchez (2003) señaló que la crianza en zonas urbanas lleva implícito aspectos negativos asociados a la deposición de residuales, los cuales se generan en un pequeño espacio (una granja de producción intensiva) que se encuentra relativamente cerca de algún núcleo poblacional y como consecuencia la polución de suelos y aguas, el polvo y el mal olor, pueden conllevar a graves problemas de salud pública Sutton *et al.* (2002). Las operaciones de producción no se manejan adecuadamente, la descarga de nutrientes, materia orgánica, patógenos y emisión de gases, a través de los desechos puede causar una contaminación significativa de los recursos esenciales para la vida (agua, suelo u aire). Las heces de los animales también contribuyen al calentamiento global debido a que producen gas metano (CH4) y dióxido de carbono (CO2) a partir de la fermentación de celulosa y el almidón que contienen, además del oxido nitroso (N2O)

que a largo plazo puede ser un factor en contra de la fertilidad de los suelos al no ser tratada de manera adecuada es decir someterse a un tratamiento de compostaje.

El proceso de compostaje tiene la particularidad que es un proceso que se da con elevadas temperaturas. La materia orgánica es utilizada como alimentos por los microorganismos, y es en este proceso de alimentación que la temperatura se eleva, pudiendo alcanzar los 65 a 70 °C. para que el proceso se desarrolle normalmente es imprescindible que haya humedad y oxigeno suficientes, ya que los microorganismos encargados de realizar la descomposición de los materiales orgánicos necesitan de estos elementos para vivir. La elevada temperatura que adquiere es muy importante ya que de esta manera se eliminan muchos tipos de microorganismos que pueden perjudicar a los cultivos, los que sobreviven a altas temperaturas en su mayoría son desintegradores de materia orgánica, ya que se alimentan de ellas y los que perjudican a las plantan no sobreviven a los 25°C.

Por esos motivos he ahí el interés de elaborar un biofertilizante aprovechando la gran disponibilidad de estos desechos los cuales no son tratados de forma adecuada, transformándolos en harinas para ser pelletizados y poder tener un mejor aprovechamiento de sus nutrientes de tal manera que al entrar en contacto con el agua puedan desintegrarse de manera gradual y tener así siempre a disposición dichos nutrientes y un mejor aprovechamiento de agua, de igual manera enriqueciendo nuestros suelos con materia orgánica ,suelos, los cuales han sido explotados intensivamente por décadas desde hace aproximadamente 60 años. Además de preocuparnos por la cantidad de alimentos producidos, debemos preocuparnos por la calidad de los mismos, es por eso que en este trabajo se evaluó la utilización de residuos orgánicos originados en importantes volúmenes en nuestra región (gallinaza, restos de pescado y residuos acuícolas), como ingredientes de fertilización.

MATERIALES Y METODOS

Se comenzó con la tarea de adquirir los diversos residuos antes mencionados en las diferentes producciones, se visitó una granja avícola ubicada en el valle del yaqui en el cual se recluto la gallinaza, como también así un predio acuícola en donde se recogieron los sedimentos de dicha producción, por último se recorrieron todas las pescaderías de la región con el fin de recolectar los desechos de estas.

Posteriormente teniendo la materia prima se les dio su debido tratamiento a cada uno de los ingredientes es decir: se elaboró una composta con la gallinaza la cual fue preparada con diversos elementos para acelerar su descomposición y agregarle materia orgánica como microorganismos, con los restos de pescado se ejecutó un secado con temperatura para extraerle toda la humedad posible y eliminar posibles patógenos, de igual manera los restos acuícolas, teniendo los elementos listos para su transformación se procedió a darle molienda a cada uno de ellos hasta obtener la consistencia adecuada para realizarse su análisis en laboratorio de aporte de nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas a cada harina. Por último se realizó una mezcla homogénea en cantidades iguales de dichos ingredientes hasta obtener una harina con la que se inició el proceso de pelletización. Al terminar el proceso del pelletizado en última instancia se posicionaron los pellets en una cama de secado pues debido al proceso estos salen con una temperatura elevada y una textura flexible.

RESULTADOS

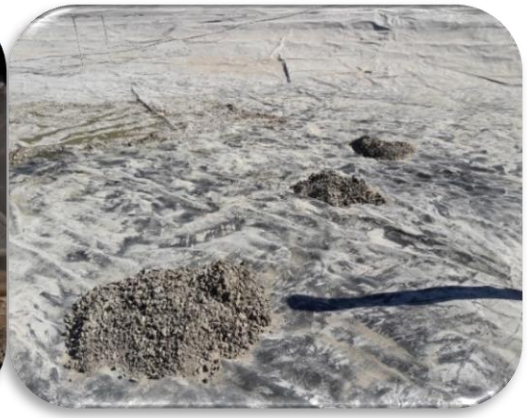
Como resultado se obtuvo biofertilizante orgánico en forma de pellets con una formulación de 3-2-2 (NPK). El cual va incorporado al surco para su máximo aprovechamiento ya que este actúa en la rizorfera, zona donde se absorben los nutrientes necesarios para el óptimo desarrollo de un

cultivo, su forma de pellet al ser un polvo compactado otorga beneficios como lo son: ubicación estratégica, es decir se puede colocar en una zona en específica, como también el enriquecimiento del suelo agregándolo como materia orgánica por lo cual tendremos múltiples beneficios como lo son aeración y retención de agua y este al ser compactado genera una cierta resistencia hídrica el cual riego con riego se ira desintegrando haciendo una liberación lenta de los nutrientes obteniendo así una mejor asimilación y larga disponibilidad de ellos durante la el desarrollo del cultivo.

A continuación se anexa evidencia grafica descriptiva como se desarrolló este proceso:

Recolección de materia prima.





Preparación de materiales





Proceso de compostaje






Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A.C.

Molienda





Análisis en laboratorio






Mezcla homogénea





Proceso de pelletizado





Resultado final







LITERATURA CITADA

Costa, A. & Urgel, O. 2000. El nuevo reto de los purines. EDIPOR. Junio, 30. p. 24

INEGI. 1991. Anuario estadístico del municipio de cajeme. Sonora, México.

jongbloed, A.W., Van der Klis, J.D., Kemme, P.A., Versteegh, H.A. & Mroz, Z. 1996. Proc. 47th

OCDE y FAO (2011), OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2011-2020, OECD Publishing y FAO. Recopilado el 21 de Octubre del 2013 de: http://132.248.45.5/lecturas/inae2/u3l1.pdf

Smith, K.A., Brewer, A.J., Crabb, J. & Dauven, A. 2001. A survey of the production and use of animal manures in England and Wales. II. Poultry manure. Soil Use and Management. 17:48

Sánchez, R. 2003. Animales en la ciudad, vecinos ocultos. Curso Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Modulo V. p. 1

Smith, K.A., Brewer, A.J., Crabb, J. & Dauven, A. 2001. A survey of the production and use of animal manures in England and Wales. II. Poultry manure. Soil Use and Management. 17:48

Sutton, A.L., Ong, H.K., Zulkitli, I., Tec, T.P. & Liang, J.B. 2002. The role of education and technology transfer in livestock waste management. Global perspective in livestock waste management. Proc. Fourth Internacional Livestock Waste Management Symposium and Technology Expo. Penang. Malaysia. Abstracts. (ed-room) Agris 1999-2002/03

ANALISIS DE INOCULANTE EN SEMILLA DE GARBANZO ZONA CENTRO-NORTE DE SINALOA

Jesús Ernesto Angulo Inzunza[1]

INTRODUCCION

Las plantas de leguminosas, como el garbanzo, pueden obtener la mayor parte del nitrógeno que necesitan del aire. La inoculación de la semilla es la práctica donde se le aplica una bacteria específica que ayuda a la planta a crear microorganismos beneficios durante un periodo desde la siembra hasta las siguientes etapas de desarrollo vegetativo.

El estado de Sinaloa es uno de los principales productores y exportadores de Garbanzo Blanco, su importancia económica depende de la demanda del mismo y su cotización en el mercado internacional. En el estado de Sinaloa se cultivan anualmente en promedio alrededor de 60,000 ha. (Salinas-Cortez, 2008).

La rabia es una enfermedad que se desarrolla en acción sola o conjunta de los hongos: *Fusarium oxysporum, Fusarium solani, Macrophomina phaseolina, Rhizoctina solani,* que se encuentran presentes en el suelo y son difíciles de controlar.

En este análisis se aplicó un **inoculante** comercial donde se busca obtener resultados de mejor desarrollo y así darle mejor vigorosidad al cultivo y lograr un mejor rendimiento. El principal motivo de utilizar inoculante en la semilla es darle una mejor defensa a la planta contra la enfermedad de la **rabia**, una enfermedad muy compleja y difícil de controlar, ya que se puede presentar en toda la etapa del cultivo, que está presente en el suelo y pueden llegar a provocar daños de hasta el 100%.

El inoculante utilizado es un **fungicida** comercial llamado Acronis (BASF) con el objetivo de proteger la semilla principalmente en los primeros 40 días de desarrollo donde se pueden tener mayores pérdidas por presencia de la rabia. Con un buen manejo agronómico y atención a las diferentes necesidades del cultivo se espera que el experimento detenga o prolongue la aparición de la enfermedad durante el ciclo del cultivo.

Se eligió en sistema de temporal por ser más común la aparición de algunos de los hongos causantes de la enfermedad rabia, dependiendo de las condiciones en las que se presente el cultivo, y siendo en las primeras etapas de desarrollo donde más se presenta la enfermedad y por ende causa mayor daño económico a los productores de la zona.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en Angostura, municipio del estado de Sinaloa en un sistema de temporal. La variedad utilizada en este análisis fue **garbanzo** blanco-sinaloa por adaptarse a las condiciones del noroeste de México, su buen calibre y buen rendimiento en la región. El suelo donde se realizó el análisis es un suelo arcilloso (barrial), la extensión fueron 7 hectáreas en un sistema de riego de temporal.

Maquinaria y labores de cultivo

La maquinaria con la que se trabajó fueron un tractor marca Jhon Deere 5715 doble tracción, Ford 6600 y los diferentes implementos que fueron; subsuelo de tres puntas, aspersora marca

Swissmex de 600lts de capacidad, equipo de marca de 4 surcos, sembradora de precisión marca Del bajío, bolillo agrícola y cortadora de navaja.

Se inoculó el mismo día que se sembró por las especificaciones del producto utilizado, fueron 100ml diluidos en un litro de agua por cada 100kg de semilla, en total fueron 700ml del producto Acronis en 700kg, se utilizó una mezcladora de cemento a gasolina para mayor practicidad durante la mescla.

El tipo de tierra en la que se realizó este análisis es del tipo arcilloso (barrial) se le dio un trabajo de subsuelo posterior al inicio de la temporada de lluvia (abril 2016), trabajo de marca de surcado después de las primeras lluvias (agosto 2016), se asperjo herbicida para matar la maleza (septiembre 2016), labores de cultivo de preparar la tierra para la siembra y se sembró el día 24 de octubre del 2016.

Se sembró encamado a 75cm con 13 plantas por metro lineal, se utilizó el bolillo después de sembrar para compactar la capa arable y evitar que se seque la tierra. Se presentó daño de gusano soldado (*Spodoptera exigua)* en el follaje y se asperjo el 19 de noviembre del 2016 con un insecticida Palgus (DowAgroScience) es un insecticida natural ideal para el control de larvas, trips y minadores y con un fertilizante foliar que contiene nitrógeno (uan-32) y potasio (Sure-k). Nuevamente en 10 de enero del 2017 se fumigó con avión contra gusano de la bolsa (*Helicoverpa virescens)* con un insecticida llamado BELT 450 SC (Bayer) en una dosis moderada de 75ml por hectárea para controlar la infestación la cual dio buen resultado.

Se cortó con cortadora de navaja 31 de enero del 2017 y a los 10 días de cortado se presentó una lluvia fuerte que retrasó la cosecha hasta el día 2 de marzo del 2016 con un rendimiento de 14.04 toneladas en 7 hectáreas.

RESULTADOS Y DISCUSION

El resultado fue superior al el esperado, la planta se desarrolló sin presentar focos de infección significativos los primeros 2 meses de desarrollo vegetativo, al final de su ciclo se presentaron “manchas” de desarrollo de la enfermedad pero su daño no fue significativo gracias a que la planta ya estaba cerca su etapa de corte para la cosecha. Fue una planta muy fuerte durante todo su desarrollo, a los 10 días de cortado se presentó una lluvia moderada que retraso la cosecha sin daños significativos a cosecha.

El rendimiento neto que presento fue de 14.04 toneladas, un promedio de 2 ton/ha, un rendimiento muy superior al promedio de la zona, que principalmente se tienen unos rendimientos promedio de 1 tonelada por hectárea, se discutió que el rendimiento fue por encima de lo esperado gracias a que el cultivo inicio con una muy buena humedad en el suelo y le permitió desarrollarse bien y recibió lluvias ligeras durante su crecimiento, no se presentó la enfermedad hasta muy avanzada la maduración de la planta y por haber rotado el cultivo la enfermedad no se encontraba presente y por lo tanto el producto inoculante Acronis (BASF) funciono de una manera positiva.

CONCLUSIONES

El uso del inoculante si marcó una diferencia significativa debido a que la planta no presento daño considerable de la enfermedad rabia durante toda su etapa de desarrollo, el rendimiento fue muy bueno, la planta se desarrolló sin inconvenientes y respondió muy bien al fertilizante foliar y la fumigación contra el gusano que presentó al principio de su crecimiento y se logró controlar.

BIBLIOGRAFIA

Salinas, Cortez. Guia para producir garbanzo en el norte de Sinaloa (en línea) Enero 2008. (Junio 2017). Disponible en la web: http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1662/Guia%20para%20producir%20garbanzo%20en%20el%20norte%20de%20Sinaloa.pdf?sequ

Fungicida “Acronis” (BASF). (Junio de 2017). Disponible en la web: http://www.agroquimicos-organicosplm.com/acronis-4479-3#inicio

(Junio de 2017) http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/sinaloa/Paginas/default.aspx







MANEJO Soil4+ EN EL CULTIVO DEL MAÍZ

Quero Edgar

Quero Consulting S.C. Atardecer 107, Col. Puesta del Sol, Celaya, Guanajuato, CP 38016, queroed@hotmail.com, quero@loquequero.com, https://www.facebook.com/soilformore/
Fundación Hidalgo Produce A.C. Blvd Las Torres s/n, Col. San Miguel La Higa, Mineral de la Reforma, Hgo., CP. 42186. cenitth@gmail.com, http://hidalgoproduce.org.mx/,

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE MAÍZ

La producción mundial de grano de maíz en los últimos 4 años a superado las 800 millones de toneladas métricas, aunque la tendencia en la producción continua creciendo, como se muestra en la Tabla 1 siguiente, el comportamiento indica la presencia de factores que limitan el desarrollo productivo y sustentable del cultivo, como son el agua, clima, degradación de los suelos y falta de conocimientos de frontera sobre la genética, fisiología, nutrición de la planta de maíz y su relación con ciclos biogeoquímicos y climáticos. Que permitan establecer un manejo resiliente y sustentable del cultivo a largo plazo, sin el deterioro biológico y económico.

Tabla 1. Producción mundial y superficie cultivada de maíz (*Zea mays*) en el periodo 2000 a 2016, toneladas métricas y hectáreas

AÑO	USA	China	Brasil	México	Argentina	TOTALTON	TOTAL, HA
2,000	251,852,000	106,178,315	31,879,400	17,556,900	16,780,700	523,302,195	137,004,734
2,001	241,375,000	114,253,995	41,955,300	20,134,300	15,359,400	539,355,205	137,486,329
2,002	227,765,000	121,496,915	35,933,000	19,297,800	14,712,100	527,271,875	137,300,497
2,003	256,227,000	115,997,909	48,327,300	20,701,400	15,044,500	565,237,869	144,721,101
2,004	299,874,000	130,434,297	41,787,600	21,670,200	14,950,800	637,440,617	147,528,361
2,005	282,261,000	139,498,473	35,113,300	19,338,700	20,482,600	620,910,733	147,471,782
2,006	267,501,000	151,731,433	42,661,700	21,893,200	14,445,500	619,853,303	146,697,212
2,007	331,175,000	152,418,870	52,112,200	23,512,800	21,755,400	703,030,380	156,787,758
2,008	307,142,000	166,035,097	58,933,300	24,320,100	22,016,900	727,437,667	159,469,602
2,009	332,549,000	164,107,560	50,719,800	20,142,800	13,121,400	721,866,420	157,334,402
2,010	316,165,000	177,548,600	56,060,400	23,301,900	22,676,900	740,484,550	160,458,691
2,011	313,948,610	192,781,000	55,660,235	17,635,417	23,799,830	771,160,276	172,238,737
2,012	273,820,066	205,614,000	71,072,810	22,069,254	21,196,637	754,125,263	178,534,977
2,013	353,699,441	217,730,000	80,538,495	22,663,953	32,119,211	886,378,676	184,175,554
2,014	361,091,000	215,670,000	85,000,000	25,000,000	26,500,000	1,008,676,000	179,820,000
2,015	344,311,000	225,000,000	80,000,000	23,500,000	24,000,000	972,602,000	177,730,000
2,016	384,778,000	219,554,000	86,500,000	26,000,000	36,500,000	1,040,406,000	181,880,000

Fuentes: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize, https://www.worldcornproduction.com/, https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf, e investigación propia.

El volumen de la producción mundial de 1,040 millones de toneladas de grano de maíz, nos muestra la gran adaptación del cultivo en los diferentes ecosistemas agrícolas del mundo, siendo su producción por hectárea muy variable entre 0.5 a 33 ton ha^{-1} (como ejemplo se muestra la Figura 1, el crecimiento del rendimiento anual record en Estados Unidos de Norte América), según sea el manejo de la nutrición, control de factores bióticos y abióticos, la diversidad de la

composición de minerales primarios y secundarios del suelo y regímenes hídricos también muy variables.

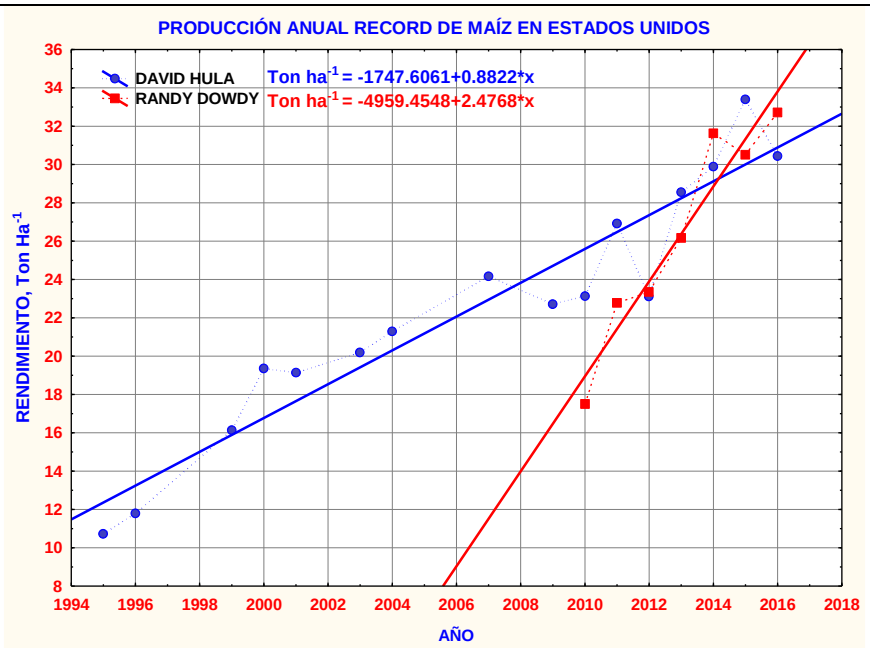


Figura 2. Producción record anual de grano de maíz en Estados Unidos, lograda por dos productores, 1995-2016. Fuente: http://www.ncga.com/for-farmers/national-corn-yield-contest, e investigación propia

La superficie mundial dedicada a la siembra de maíz supera las180 millones de hectáreas, en ella la rizósfera explora un volumen de suelo de aproximadamente 720 millones de m^3, donde las raíces de las plantas ejercen una gran fuerza para extraer los nutrientes que requieren para el proceso productivo sustentable. La actividad está relacionada con la ocurrencia de la disolución Biogeoquímica de los minerales primarios del suelo, para lo cual la planta invierte gran cantidad de energía a través de exudados radiculares orgánicos ricos en energía, mediada por H^+ (principal transportador de energía y dado que el Hidrogeno (H) se acumula en la planta, funciona como fertilizante). La energía empleada para la disolución es equivalente a la mitad que captura del sol a través del proceso fotosintético y esta llega a equivaler a más del 50% de la cosecha en el caso de cereales y granos. El H^+ se obtiene con la descomposición del agua (H_2O) con la reacción siguiente:

$$H_2O + \square_{(300\text{-}700\ nm)} + PSII + Mn^{2+} + Cl^- + Fe^{2+} \square \tfrac{1}{2}\, O_2 + H^+_{(reducido)} + 4e^-$$

$$H^+_{(reducido)} + NADP^-_{(oxidado)} + ADP_{(oxidado)} \square NADPH_{(reducido)} + ATP_{(reducido)}\square$$

O también descrita por estequiometria como

$$12NADP^+ + 12H_2O + 18ADP + 18Pi \square 12NADPH_2 + 6O_2 + 18ATP$$

En el proceso de la fotosíntesis ocurren dos procesos, la captura y asimilación de fotones de luz ($\square$ = 300-700 nm) o fertilización lumínica y la captura y asimilación de CO_2 o fertilización carbónica. Estos procesos con el apoyo de Mn^{2+}, Fe^{2+}, Zn^{2+}, Cl^-, Mg^{2+}, SiO_2, PO_4^{3+}, H_2O, hacen posible el desarrollo de reacciones químico-biológicas (bioquímicas) para transformar la energía física, cuantos, de luz solar, en energía biológica, a través del transportador de energía, H^+, el cual se acopla a reacciones de óxido-reducción (REDOX, Figura 2) para incorporan la energía en moléculas de CO_2 y crear carbohidratos ($C_6H_{12}O_6$). A través de los carbohidratos es como se almacena y distribuye la energía en los sistemas biológicos. Para su liberación y uso se demanda

de H^+ y reacciones REDOX. De tal manera que la eficiencia de estos procesos resulta clave para sustentar el desarrollo de los agroecosistemas.

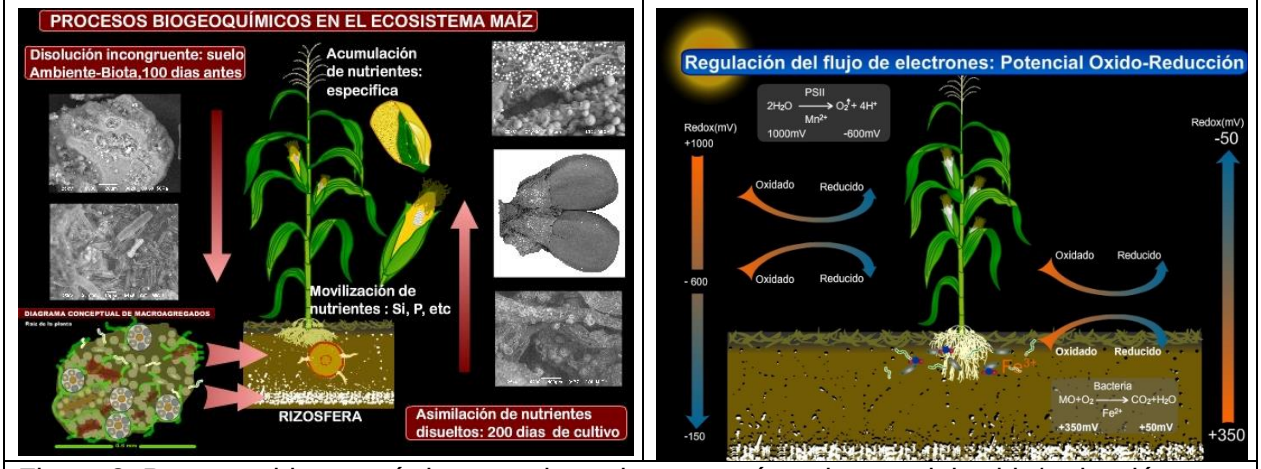


Figura 2. Procesos biogeoquímicos en el ecosistema maíz y el potencial oxido/reducción planta-suelo

En esta reacción, la luz solar del espectro visible es capturada por el fotosistema II (PSII) que se encuentra en las membranas de los tilacoides, en unidades llamadas cuantosomas, donde la clorofila es la responsable de capturar los fotones de la radiación solar. En el estroma de los cloroplastos el potencial de óxido-reducción cuando no ocurre la iluminación su valor es de ~ +1000 mV (oxidado) y cuando son iluminados con la radiación solar su valor es de ~ -600 mV (reducido). Este cambio de estado, es instantáneo (de estado oxidado a un estado reducido), siendo responsables de esto, la concentración de iones H^+ (pH) y la cantidad de energía que ellos contienen, la cual se mide por el potencial REDOX (mV). La cuantificación REDOX resulta importante para determinar la capacidad de las células, tejidos, soluciones acuosas, de realizar mantenimiento, incremento y almacenamiento de energía, tal que se realice el crecimiento de los sistemas biológicos de manera sustentable.

La energía del potencial redox exudada por las raíces disuelven los minerales primarios y secundarios del suelo entre ellos solubilizan al silicio (Si), el que se asimila por las raíces en la forma de ácido ortosilícico (H_4SiO_4) y sus sales silicatos, que apoyados por proteínas especificas localizadas en la membrana celular ayudan al transporte y distribución de agua (H_2O) y cationes K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Zn^{2+}, Mn^{2+}, Cu^{2+} y seguramente también substancias orgánicas, una vez que el H_4SiO_4 llega a la epidermis del tejido foliar, apoyado por el H_2O de transpiración, este forma estructuras cristalinas sólidas, llamados fitolitos o cuerpos $SiO_2.nH_2O$ que recubren la epidermis y extensiones celulares de la epidermis foliar conocidas como tricomas. Mediante el análisis de tejido foliar con espectrómetros de rayos X (dispersión y florescencia) acoplados a microscopia electrónica de barrido, se ha demostrado que diferentes formas químicas el Si biogeoquímico recubre el 90% de la epidermis foliar, a este proceso de biomineralización con Si se le llama biosilicificación, mismo hasta hoy es escasamente estudiado.

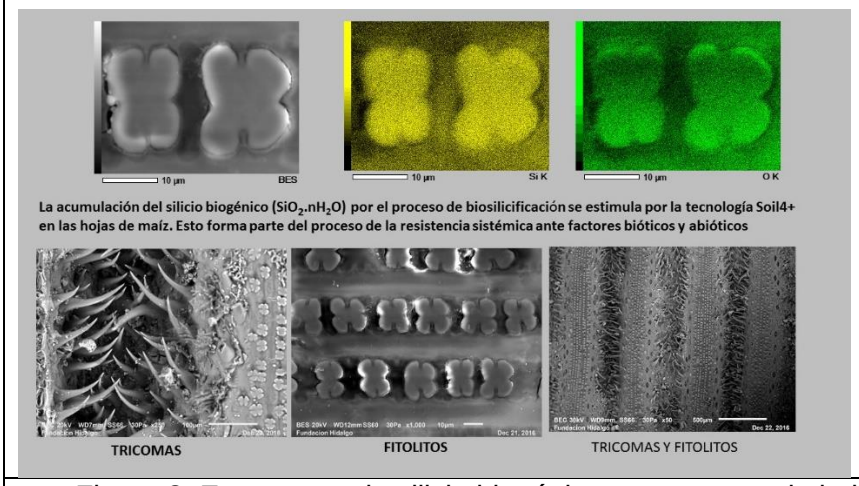
La asimilación y extracción de nutrientes por una hectárea de cultivo de maíz con un buen rendimiento de biomasa total, se muestra en la Tabla 2. La acumulación y la extracción de nutrientes se muestran en orden descendente. Es claro que los dos elementos más abundantes son asimilados del aire como bióxido de carbono atmosférico (CO_2), el tercero es aportado por el agua (H_2O) de lluvia o riego, el cuarto puede ser asimilado por rizósfera como nitrógeno

atmosférico (N_2) y/o mineralizado como amonio (NH_3^+) y nitrato (NO_3^-), formas en los que también puede ser aportado como fertilizante y extraído por las raíces. Los demás nutrientes se encuentran en los minerales primarios y secundarios y las rizósfera pueden disolverlos y las raíces extraerlos por procesos bioquímicos que requieren energía o bien por difusión, este último proceso muy lento.

Tabla 2. COMPOSICIÓN MINERAL ELEMENTAL DE MAÍZ PARA ENSILAR EN BASE PESO SECO (PS) Y EL TOTAL EXTRAÍDO POR 50 Ton ha^{-1}. Troeh, Frederick and L. M. Thompson. 2005. Soils and soil fertility. Oxford University Press. New York. Modificado por Quero E.

ELEMENTO		mg kg^{-1} PS	% PS	mol kg^{-1}	kg ha^{-1}
OXIGENO	O	450,000	45.0000	28,126.055	22,500.00
CARBON	C	440,000	44.0000	36,634.001	22,000.00
HIDROGENO	H	63,000	6.3000	62,506.201	3,150.00
NITROGENO	N	13,000	1.3000	928.127	650.00
SILICIO	Si	12,000	1.2000	427.267	600.00
POTASIO	K	9,000	0.9000	230.189	450.00
CALCIO	Ca	2,500	0.2500	62.378	125.00
FOSFORO	P	1,600	0.1600	51.657	80.00
MAGNESIO	Mg	1,600	0.1600	65.830	80.00
AZUFRE	S	1,500	0.1500	46.780	75.00
CLORO	Cl	1,500	0.1500	42.310	75.00
ALUMINIO	Al	1,100	0.1100	40.769	55.00
SODIO	Na	300	0.0300	13.049	15.00
HIERRO	Fe	90	0.0090	1.612	4.50
MANGANESO	Mn	60	0.0060	1.092	3.00
ZINC	Zn	30	0.0030	0.459	1.50
BORO	B	10	0.0010	0.925	0.50
COBRE	Cu	5	0.0005	0.079	0.25
MOLIBDENO	Mo	1	0.0001	0.010	0.05

El Silicio es el quinto elemento que presenta gran acumulación en los tejidos de la planta por lo que lo consideramos como un macroelemento (Figura 3) ya que encuentra en mayor concentración que el Potasio, Calcio, Magnesio, Fosforo, Azufre, etc., por este motivo los procesos biogeoquímicos del Silicio los consideramos de gran importancia.



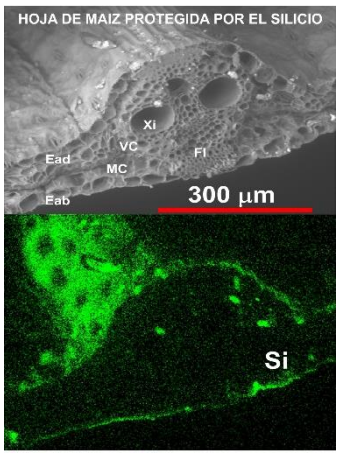


Figura 3. Estructuras de silicio biogénico presentes en la hoja de maíz

El flujo del silicio en los sistemas biológicos.
La corteza terrestre está compuesta por estructuras cristalinas con una composición química promedio de: Oxigeno 55%, Silicio 25%, Aluminio 5%, Hierro 5%, Calcio 2%, Magnesio 2%, Potasio 2%, Sodio 1% y otros elementos en menor concentración. Estas estructuras muestran disolución cuando se ejerce energía de disociación (entalpia) sobre las moléculas de los minerales primarios por acción física, química o biológica. Hay moléculas que tienen una alta solubilidad por lo que su energía de disolución es pequeña, como el caso del ácido acético 0.360 kJ mol^{-1}, cloruro de sodio 3.89 kJ mol^{-1}, mientras que para remover cationes de las estructuras cristalinas requerimos para Na-O 270, K-O 271.5, Mg-O 358.2, Mn-O 362, Ca-O 383.3, Fe-O 407, Al-O 501, Ti-O 688 y Si-O 799.6 kJ mol^{-1}. Como se observa se requiere 300 veces más energía para disolver al silicio que al potasio. Por otro lado conocemos que las plantas ocupan Silicio para su crecimiento y productividad, de 2 a 10 % de su peso seco. Ello significa una gran inversión de energía para el desarrollo sustentable de la agricultura. El cuantificar con ASEM-EDS y XRF la movilización de silicio de los minerales del suelo a los tejidos vegetales, nos permite establecer parámetros para el desarrollo sustentable del cultivo de maíz, mediante el manejo Soil4+.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA ELEMENTAL DEL MAÍZ

El maíz (*Zea mays*), es una planta de porte robusto y de hábito anual; el tallo, con la función de almacenamiento y transporte de reservas de carbohidratos, minerales y agua, es simple, erecto, de elevada longitud alcanzando alturas de uno a cinco metros, con pocos macollos o ramificaciones, su aspecto recuerda al de una caña de azúcar por la presencia de nudos y entrenudos y su médula esponjosa. Las hojas, donde se desarrolla la actividad fotosintética y la asimilación de CO_K tipo C4, con una anatomía tipo kranz, nacen en los nudos de manera alterna a lo largo del tallo; se encuentran abrazadas al tallo mediante la vaina que envuelve el entrenudo y cubre la yema floral, de tamaño y ancho variable. Las raíces, asimilan agua y nutrientes de manera selectiva de la solución del suelo, las primarias son fibrosas presentando además raíces adventicias, que nacen en los primeros nudos por encima de la superficie del suelo, ambas tienen la misión de mantener a la planta erecta y ser las ultimas en realizar la extracción del agua y nutrientes para completar el crecimiento. Los nudos del tallo y del pedúnculo de la mazorca tienen el potencial de expresión genética para la emisión de yemas florales femeninas, hojas y raices.

Es una planta monoica de flores unisexuales, que presenta flores masculinas y femeninas bien diferenciadas en la misma planta: la inflorescencia masculina es terminal, se conoce como

panícula (o espiga) consta de un eje central o raquis y ramas laterales; a lo largo del eje central se distribuyen los pares de espiguillas de forma polística y en las ramas con arreglo dístico y cada espiguilla está protegida por dos brácteas o glumas, que a su vez contienen en forma apareada las flores estaminadas; en cada florecilla componente de la panícula hay tres estambres donde se desarrollan los granos de polen. La coloración de la panícula está en función de la tonalidad de las glumas y anteras, que pueden ser de coloración verde, amarilla, rojiza o morada. Las inflorescencias femeninas (mazorcas), se localizan en las yemas axilares de las hojas, son espigas de forma cilíndrica que consisten de un raquis central u olote donde se insertan las espiguillas por pares, cada espiguilla con dos flores pistiladas una fértil y otra abortiva, estas flores se arreglan en hileras paralelas, las flores pistiladas tienen un ovario único con un pedicelo unido al raquis, un estilo muy largo con propiedades estigmáticas donde germina el polen.

La inflorescencia femenina (mazorca) puede formar alrededor de 400 a 1,000 granos arreglados en promedio de ocho a 24 hileras por mazorca; todo esto encerrado en numerosas brácteas o vainas de las hojas, los estilos largos saliendo de la punta del raquis como una masa de hilo sedoso se conocen como pelo de elote; el jilote es el elote tierno. Por las características mencionadas, el maíz es una planta de polinización abierta (anemófila) propensa al cruzamiento, la gran mayoría de los granos de polen viajan de 100 a 1,000 metros.

En la mazorca cada grano o semilla es un fruto independiente llamado cariópside que está insertado en el raquis cilíndrico u olote; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca. Como cualquier otro cereal, las estructuras que constituyen el grano del maíz (pericarpio, endospermo y embrión) le confieren propiedades físicas y químicas (color, textura, tamaño, concentración de carbohidratos y nutrientes minerales, etc.) que han sido importantes en la selección del grano como alimento.

Semilla o grano, Cada grano de maíz, consta de las siguientes partes anatómicas y fisiológicas que resultan ser fundamentales en la producción y volumen de cosecha:

Capa protectora o gluma: Es la capa que protege al grano, se conoce típicamente como salvado. Está formado principalmente por fibra y una riqueza mineral compuesta de potasio (4 a 6 %), cuerpos sólidos de silicio ($SiO_2.nH_2O$) formados por el proceso de biosilicificación, y silicio soluble (aproximadamente 15% del peso seco).

Envoltura Externa: Esta formada por el *pericarpio*, *mesocarpio* o tegumento interno y el *epicarpio*. En esta envoltura está compuesta por minerales, proteínas, vitaminas y antioxidantes.

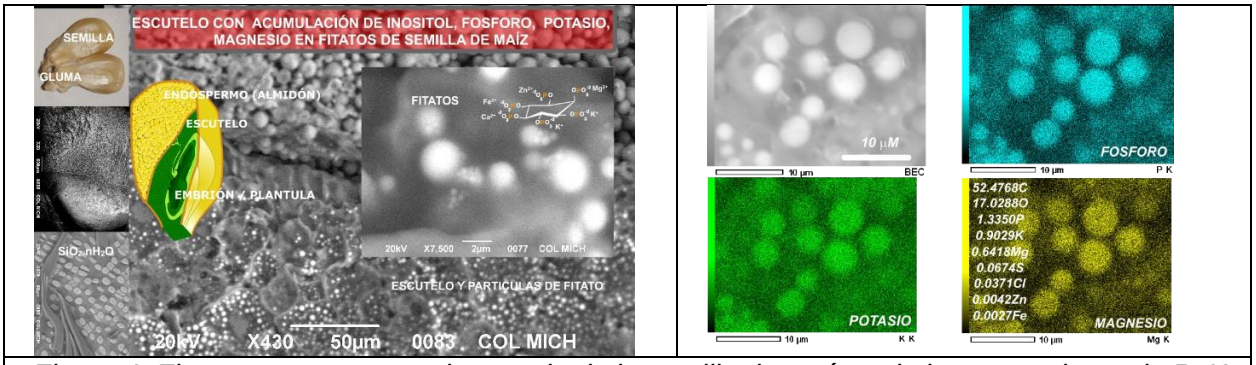


Figura 4. Fitatos presentes en el escutelo de la semilla de maíz y el almacenamiento de P, K, Mg

Envoltura interna del embrión (Escutelo): Aquí encontramos una capa de células grandes que envuelven al embrión y forman el tejido del ***escutelo***, que almacenan una gran cantidad de cuerpos de Fitatos (Figura 4) compuestos por el carbohidrato *mio-inositol* el cual es fosforilado con 6 átomos de fosforo (P) y diversas cantidades de potasio (K), magnesio (Mg), hierro (Fe) y zinc (Zn). La concentración de fosforo total en la semilla se encuentra entre 0.4 y 0.6 % (aprox. 5 kg P ton^{-1}) del peso seco, mientras que la concentración de fitatos varía entre 2.5 a 4.0 g kg^{-1} de semilla, esto es, la concentración de fitatos corresponde aproximadamente al 70% del fosforo total de la semilla. La buena formación del escutelo permitirá que la semilla posea un **mejor peso** y densidad, además que proporciona una gran **calidad nutritiva** ya que también en estas células se acumula proteína como la □-amilasa, proteasas y fosfatasas (nitrógeno proteico), vitaminas y ácidos grasos.

Endospermo: En esta capa se encuentra una gran acumulación de carbohidratos que forman las partículas de almidón del tipo amilosa, que ocupan el mayor volumen de la semilla (aproximadamente el 80% del peso).

Embrión o germen: Ocupa la parte inferior del endospermo y es prácticamente una microplanta compuesta por radícula y plúmula (hoja embrionaria), este tejido está compuesta por proteínas, antioxidantes, minerales y vitaminas.

INNOVACION: CULTIVO SUSTENTABLE DEL MAIZ CON EL MANEJO Soil4+

El cultivo sustentable del maíz se basa en las relaciones biogeoquímicas siguientes, que son factibles de controlar por las prácticas de **M**anejo del productor:

$$\boldsymbol{M}PA_{Si} + e^{-}(S^{0}/S^{6+} \sim Fe^{0}/Fe^{2+}/Fe^{6+} \sim Zn^{0}/Zn^{2+} \sim Mn^{2+}/Mn^{7+}) + H_2O \xrightarrow[pH=7.0-8.0]{30-50^{o}C} + \boldsymbol{M}O \xrightarrow[H_2CO_{3ac}/HCO_3^-]{CO_{2\,gas}} +$$

$$\boldsymbol{M}I_{CONSORCIO} + O_2 + N_2 + R\text{-}COOH \square$$

$$[MPA_{Si}]_{n-1} + SiO_2\,[H_4SiO_4 + H_3SiO_4^- + KH_3SiO_4] + CaO + MgO + K_2O + Na_2O + Fe_2O_5 + ZnO +$$

$$P_2O_5 + Al_2O_3 + TiO_2 + [CIANOBACTERIAS + MICORRIZAS + DIATOMEAS + BACTERIAS]$$

$$N_{(FIJACIÓN,\ ASIMILACIÓN,\ MINERALIZACIÓN)}$$

Los procesos que biogeoquímicos que se relacionan con la ecuación anterior son:

Biosilicificación: Proceso de disolución y solubilización de silicio presente en los minerales primarios (MPA_{Si}) del suelo, asimilación por la rizósfera en la forma de ácido ortosilícico soluble (H_4SiO_4) mediado por proteínas de transporte de la membrana plasmática celular del tipo acuaporinas. Su transporte y distribución en los tejidos acompañado de cationes (Fe^{2+}, Zn^{2+}, Mn^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Cu^{2+}, $H_2PO_4^{-}$) en la forma de silicatos y acumulación de silicio amorfo ($SiO_2.nH_2O$) en epidermis foliar, de hojas y gluma. Este proceso de Biosilicificación se encuentra relacionado además con la resiliencia biótica y abiótica. Este proceso lo apoyamos y activamos con materia orgánica liquida (ProRedox®) mezclado con Diatomix® (tierra diatomea rica en Silicio biogénico)

Metabolismo ERO: El metabolismo de especies reactivas de oxigeno (EROX), forma parte de la fertilización lumínica, está ligado con los mecanismos de resistencia biótica y abiótica, y consecuentemente con la productividad. Este metabolismo se fundamenta en la producción de peróxido de hidrogeno (H_2O_2), mediado por especies de Cobre, Zinc y Manganeso y se produce en el cloroplasto, mitocondria, peroxisoma y citoplasma. Las especies de oxigeno reactivo y H_2O_2, además de la protección biótica y abiótica, son liberados por los exudados de la raíz, para la

disolución de minerales primarios y regulación del potencial redox, aunque es un gasto de energía muy alto para la planta por lo que se merma su producción. El metabolismo ERO forma parte del metabolismo de resistencia sistémica adquirida e inducida. Para apoyar este proceso metabólico aplicamos D'Tox® al suelo o de manera foliar, complementado con Diatomix® para ampliar su acción.

Metabolismo del fosfato: Igual que el silicio el fosforo de la forma sólida se solubiliza por factores bióticos y abióticos (fosfatasa, micorrizas, ácido ortosilícico, microorganismos) y se transporta por proteínas del tipo acuaporinas y puede ser mediado por silicatos. El fosforo junto con el hierro y zinc están relacionados directamente con la cantidad y calidad cosecha y producción-acumulación de carbohidratos. Específicamente el fosforo se acumula en las semillas en las células de la aleurona y escutelo en la forma de estructura solidas llamadas fitatos. La cantidad de fosforo acumulado está relacionado con la calidad y sanidad de las semillas y cosechas. Este metabolismo lo apoyamos con Fosfosilidol® y consorcio microbiano Nan-O-Fert® el consorcio se complementa con Diatomix® para ampliar la actividad y mejorar su actividad..

Desarrollo de la rizósfera: Las raíces de las plantas exudan una gran cantidad de biomoléculas; carboxilos (málico, cítrico, fumárico), peróxido de hidrogeno, carbohidratos, como mecanismos para disolver los MPA_{Si} del suelo, inducir la interacción con la biota microbiana y mejorar la disponibilidad de nutrientes, los mecanismos de resistencia biótica y mejorar la productividad. Este proceso se activa y regula con la aplicación frecuente de ProRedox, Nan-O-Fert®, Fosfosilidol® y Diatomix®.

Ciclos biogeoquímicos: La productividad progresiva de los cultivos se relaciona con la eficiencia con la que se realicen los procesos biogeoquímicos de los nutrientes, Nitrógeno, Silicio, Fosforo, Calcio, Magnesio, etc. La propuesta de manejo se fundamenta en la experiencia holística del productor y en desarrollo de ciclos Biogeoquímicos, que inician con la disolución del suelo descrita por la ecuación descrita antes en párrafos de arriba:

El proceso de innovación se desarrolla considerando, acciones siguientes:

Tecnología Soil4+
Manejo para la producción sustentable de los cultivos
Restauración sustentable del patrimonio suelo-cultivo
Socialización del conocimiento
Democratización del conocimiento
Extensionismo Transdisciplinario
Aprendizaje colaborativo
Productividad Progresiva del cultivo
Migrar la Producción Agrícola del uso intensivo de insumos agroquímicos a una basada en el empleo intensivo de conocimientos
Mejora Progresiva de mínimos de bienestar, Educación, Organización, Economía, Salud

A manera de ejemplo consideramos lo siguiente:

S_1: **M**anejo o experiencia holística del productor, misma que se apoya con actualización de la investigación científica, capacitación a través del Extensionismo Transdisciplinario y actividades de innovación y desarrollo tecnológico. Aquí se incluyen todas las actividades relacionadas con el manejo sustentable del suelo, disolución incongruente de nutrientes, conservación, aprovechamiento de agua, nutrición vegetal.

S_2: **M**inerales primarios amorfos ricos en silicio (MPA_{Si}) que componen la fracción cultivable del suelo (≈4000 ton ha^{-1}), Biotita, Alvita, Muscovita, etc., y su caracterización química en un índice de sustentabilidad del suelo (***IASS***) o índice de productividad primaria (***IPP***), el cual se determina considerando toda la composición química elemental del suelo y su relación con la composición de un suelo sustentable sin erosión (***fresco***), con una original composición de minerales primarios ricos en silicio, hierro, aluminio, calcio, potasio, magnesio, cloro, fosforo, sodio, zinc, manganeso, cobre, nitrógeno, titanio y carbono (mineral y orgánico). El ***IASS*** permite establecer el manejo tecnológico para la disolución de los minerales del suelo que enriquecen la solución del suelo, de la cual la rizósfera (complejo macro, microbiota, suelo, raíz) asimila los nutrientes para el desarrollo del cultivo. Así también, se establece la cantidad de minerales primarios ricos en silicio necesarios para remineralizar de manera sustentable el suelo y revertir el proceso de erosión y mantener el suelo ***"fresco"***. El valor de referencia de ***IASS*** para un suelo productivo y sustentable es de 50%. El ***IASS*** indica también la disponibilidad de silicio soluble en la forma de ácido ortosilícico (H_4SiO_4), el cual activa la disolución del fosforo y hierro, e incrementa la concentración y disponibilidad de todos los nutrientes en la solución del suelo además de que forma parte de la movilización de los nutrientes desde la solución del suelo a la raíz de la planta y también dentro de los tejidos de esta. El mantener en balance a los minerales del suelo crea condiciones para la ocurrencia de un flujo de electrones tal que se crea un estado continuo de procesos oxido-reducción, que permite intercambio de energía entre los nutrientes minerales, orgánicos y los componentes de la rizósfera. Un mineral fresco, disponible es el Fosfosilidol®, del cual se deben aplicar de 400 a 800 kg ha^{-1}, para restaurar la capa arable de 10 cm, donde ocurre la mayor actividad de la rizósfera.

S_3: **M**ateria orgánica (MO) liquida y sólida, el carbono orgánico de los esquilmos agrícolas y/o estiércol de ganado, a través de la acción del agua y procesos biogeoquímicos (biomoléculas – lixiviado) son fuente de carboxilos (ácido carboxílico, ácido málico, ácido cítrico, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, etc.), flavonoides, fenoles, proteínas, azucares, polímeros de carbohidratos de bajo peso molecular, indispensables para la disolución de los MPA_{Si} del suelo y enriquecer la solución del suelo con nutrientes y energía redox. Este proceso geológico-químico-biológico constituye el inicio del ciclo biogeoquímico de los nutrientes que los cultivos requieren para un desarrollo sustentable. Por lo que la MO y los microorganismos tienen una función importante como proveedores de gran diversidad y cantidad de substancias húmicas ricas en carboxilos (R-COOH)n, que mejoran la capacidad de intercambio catiónico del suelo y forman quelatos con los minerales solubles, haciéndolos altamente disponibles para el sistema de la rizósfera. Así también proveen bióxido de carbono gaseoso y soluble (CO_2/H_2CO_3) el cual es activo para la disolución del suelo y al liberarse a la atmosfera incrementa la fotosíntesis y limita el agobio causado por deficiencias de CO_2 atmosférico que contribuye a la fertilización carbónica. Por ello el enriquecimiento del suelo con MO y la inducción de la descomposición de los esquilmos agrícolas vía la acción microbiana es una alternativa para la disolución continua de nutrientes durante el desarrollo del cultivo. Adicionalmente la materia orgánica soluble (lixiviados) además de proveer substancias ricas en carboxilos, suministra substancias químicas con actividad biológica (promotor del crecimiento vegetal y actividad biosida). También la MO liquida (lixiviados) proporcionan mejora y estabilidad de factores fisicoquímicos, como el pH, C.E., y potencial oxido-reducción. Las biomoléculas – lixiviado también contribuyen con la descompactación del suelo e incrementan la capacidad de retención de humedad.

S_4: Microorganismos como parte en un consorcio microbiano (más de ochenta microorganismos), integrado por una flora eficiente en la degradación selectiva de la MO, disolver, mineralizar, movilizar, transportar y fijar nutrientes para las plantas. También proveen substancias orgánicas con acción biológica para el desarrollo adecuado de las plantas (precursores químicos de

hormonas y biosidas) y suprimir o limitar el desarrollo de organismos patógenos a través de procesos simbióticos y de vida libre. El tipo de microorganismos que se recomienda para formar el consorcio microbiano son: ***Azospirillum brasiliense:*** (fijadora de nitrógeno y promotora del crecimiento), ***Beauveria bassiana:*** (entomopatógeno capaz de parasitar a insectos, insecticida biológico), ***Bacillus subtilis:*** (libera substancias con actividad fungicida), ***Bacillus thuringiensis:*** (libera substancias con actividad de insecticida y promotora del crecimiento), ***Metarhizium anisopliae:*** (entomopatógenos capaz de parasitar insectos), Micorrizas, ***ectomicorrizas/endomicorrizas:*** (asimilación y movilización de fosforo, promoción del crecimiento y mejora de la productividad), ***Paecellomyces lilcinus***, hongo entomopatógeno que ataca a diversos géneros de nematodos, e insectos como mosquita blanca y pulgón, ***Trichoderma harzianum:*** (control y supresión de patógenos capaz de liberar substancias antagonicas), ***Nueve***, Consorcio de 60 microorganismos de vida libre***:*** Bacterias acido lácticas, Levaduras, fotoautotróficas.

A manera de resultado con la aplicación de la tecnología Soil4+, se muestra la composición química de una planta de maíz colectada a un 90% de su proceso fisiológico, con grano en plena madures.

El desarrollo del cultivo fue sano, no requiriendo la aplicación de agroquímicos ni fertilización foliar. Aunque en la región agrícola ocurrió una alta incidencia de diversas plagas y enfermedades, que junto a la limitada ocurrencia de lluvia estresaron a los cultivos. El costo total de producción fue de $ 7,500.00 pesos por hectárea y el rendimiento fue de 10.5 ton ha^{-1}.

Para el análisis de la composición elemental de los tejidos, se colectaron plantas completas con el mejor desarrollo y con madurez fisiológica de la mazorca. Las plantas de dejan secar a temperatura ambiente y bajo sombra. De las plantas secas se separaron los tejidos, se pesaron y molieron para su análisis por espectroscopia de rayos X, dispersión y fluorescencia, acoplados a un microscopio electrónico de barrido, los resultados del análisis a cada tejido de la planta se muestran en la siguiente Tabla 2:

Tabla 2. Composición elemental promedio de planta de maíz con un buen desarrollo fenológico de planta y cosecha

	ELEMENTO GR.		O	C	N	Si	K	Cl	P	Mg	Ca	S	PESO TOTAL
PLANTA	ESPIGA	1	2.640	2.383	0.205	0.131	0.077	0.014	0.010	0.015	0.018	0.008	5.501
	HOJA	2	76.486	65.319	9.871	9.302	1.569	0.519	0.140	0.288	0.419	0.193	164.105
	TALLO	3	92.508	90.142	7.107	1.532	2.049	1.449	0.290	0.338	0.386	0.145	195.946
	RAIZ	4	27.923	25.233	2.651	1.133	1.680	0.271	0.235	0.104	0.091	0.080	59.400
MAZORCA	HOJAS	5	88.240	79.523	6.679	2.514	2.762	0.636	0.191	0.200	0.172	0.153	181.069
	OLOTE	6	43.013	40.505	3.300	0.614	1.840	0.276	0.212	0.120	0.057	0.101	90.038
	GRANO	7	137.693	152.734	9.061		1.407		0.822	0.247	0.062	0.370	302.396
	PEDUNCULO	8	12.852	12.446	1.051	0.183	0.889	0.311	0.056		0.022	0.024	27.832
	PELO	9	1.219	1.192	0.120	0.005	0.055	0.013	0.008	0.004	0.003	0.004	2.622
RESTO		10	1.641	1.441	0.127	0.207	0.035	0.014	0.013	0.008	0.022	0.004	3.510
TOTAL			484.216	470.917	40.170	15.621	12.363	3.501	1.975	1.323	1.251	1.081	1,032.418
SUELO		11	19,338.6	3,305.1	95.9	7,254.4	410.0	3.6	25.7	202.4	283.1	3.6	30,922.3

La planta presenta un peso seco total de 1.032 kg, correspondiendo a las mazorcas 0.604 kg (58.5%) y el 50% de este peso correspondió al grano. Del peso seco total de la planta el 30% correspondió al grano (Tabla 2 y 3).

Tabla 3. La asimilación y extracción potencial de nutrientes, como elemento, por el cultivo de maíz. Considerando la densidad promedio de plantas por hectárea de 75,000. Los datos se muestran en gramos por planta y kilos por hectárea, de cada elemento. Potencialmente la producción de biomasa total por el cultivo de maíz, fue de 77.4 ton ha^{-1} y un rendimiento de grano de 22.7 ton ha^{-1}.

O	C	N	Si	K	Cl	P	Mg	Ca	S	PESO TOTAL
484.216	470.917	40.17	15.621	12.363	3.501	1.975	1.323	1.251	1.081	1,032.42
36,316.20	35,318.78	3,012.75	1,171.58	927.23	262.58	148.13	99.23	93.83	81.08	77,431.35

El carbón (C) y el oxígeno (O), asimilados por la planta a través del proceso fotosintético del tipo C4, para formar estructuras de carbohidratos como la celulosa, almidón y ligninas, participan con el 92.51% del peso seco total (71.63 ton), mientras que el nitrógeno represento 3.9% (~3.01 ton), el cual es asimilado por el sistema radicular y tiene como fuente al nitrógeno fijado y mineralizado por el consorcio microbiano o es aplicado mediante la fertilización química, en la planta principalmente el nitrógeno es acumulado en proteínas y compuestos orgánicos con actividad biológica, aquí es importante destacar que la mayor acumulación de nitrógeno ocurrió en la hojas, tallo y semillas, el resultado es alto por lo que debe tomarse con reservas. El silicio (Si) es el cuarto elemento de mayor acumulación en la planta de maíz, ocurriendo principalmente en las hojas (~6.0%), específicamente en la epidermis, con la formación de cuerpos $SiO_2.nH_2O$ (fitolitos y tricomas) que forman parte de los mecanismos de resiliencia y protección biótica y abiótica de la planta. El Si representa el 1.5% (1.17 ton) del peso seco total de la planta, y su aporte se puede regular mediante la disolución incongruente de los MPA_{Si} presentes en la capa arable del suelo. El potasio (K) represento el 1.2% (0.93 ton) de peso seco de la planta, y prácticamente está distribuido equitativamente en todos los tejidos, encontrando la mayor acumulación en las hojas de la mazorca.

Es importante la acumulación de otros elementos como el cloro (Cl) y el fosforo (P, ~0.15 ton), este último se encuentra en mayor concentración en la semilla en la molécula de fitatos presentes en el escutelo que recubre al embrión y es fundamental para aportar el fosforo requerido para la movilización de energía, obtenida por el metabolismo de los carbohidratos contenidos en las moléculas de almidón del endospermo.

Es importante observar que en el volumen del 80% de la raíz ocupa ~25 litros de suelo o bien un peso de 30.922 kg, en los que los minerales que ocupa la planta para soportar su nutrición se encuentran de manera sobrada, por ello es importante la aplicación del manejo Soil4+ para la disolución incongruente de los MPA_{Si}.

Silicio (Si) es el mineral más abundante del suelo (25-30%) y está en forma solida en las estructuras cristalinas de los minerales primarios (MPA_{Si}) y en su forma soluble ($Si(OH)_4$) ejerce efectos benéficos sobre; la solubilidad, acción sinérgica con otros como el boro, movilidad de nutrientes, el crecimiento de vegetativo y generativo de cultivos, mitiga la acción adversa de factores bióticos y abióticos y promueve el desarrollo del ecosistema microbiano del suelo. El transporte de Si desde el suelo a las raíces, hojas y flores está mediado por distintas proteínas de transporte y permite además la movilización y distribución de nutrientes en los tejidos. La proteína de membrana **Lsi1**, que pertenece a un grupo NIP de la familia de las acuaporinas, es responsable de la absorción de Si de la solución del suelo, a través de “poros” en las células de

las raíces en ambas dicotiledóneas y monocotiledóneas, aunque sus patrones de expresión y la localización celular difieren con las especies de plantas. El transporte posterior de Si en las células de la raíz hacia la estela (tejido vascular del centro de la raíz) es medicado por un transportador de eflujo activo**, Lsi2**. **Lsi1** y **Lsi2** están polarmente localizados en los lados proximal y distal, respectivamente, de ambos exodermis y endodermis en la raíz de las gramíneas. El Si en la savia del xilema se presenta en forma de ácido ortosilícico y se descarga por **Lsi6**, un homólogo de **Lsi1** en las gramíneas. La proteína **Lsi6** también está involucrada en la transferencia inter-vascular de Si a los retoños y la expresión floral, lo cual es necesario para la distribución preferencial de Si a las inflorescencias.

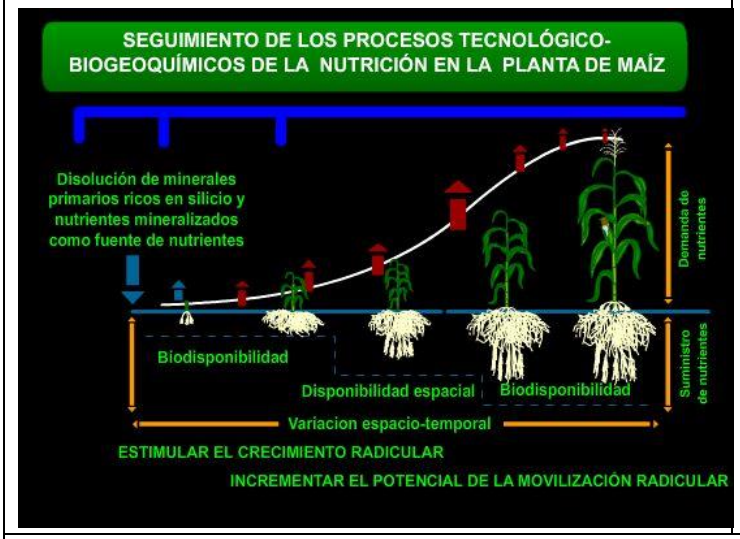




Figura 5. Periodo crítico en la toma de muestras durante el seguimiento del cultivo y toma de muestra de suelo para análisis

Protocolo para el manejo sustentable y progresivo del cultivo de maíz.

La innovación y desarrollo tecnológico para para la aplicación de tecnología apropiada se presenta a los productores para que realicen el siguiente programa de manejo:

Se recomienda iniciar el manejo del ciclo agrícola siguiente a partir del fin del fin de la cosecha al término de la trilla. Esto porque la descomposición biogeoquímica de los esquilmos agrícola y la disolución de los minerales primarios, requieren de al menos 70 días, es un proceso relativamente lento ya que depende de procesos biológicos y geológicos.

Una vez que los esquilmos agrícolas se descomponen debe realizar el análisis de suelo, agua, biota microbiana. Para la realización de esta actividad se requiere que el laboratorio cuente con, secadoras, molinos y equipo SEM-EDS-XRF. Las muestras se transportan secas y debidamente etiquetadas según el protocolo del laboratorio. En la figura 5, gráficamente se describe el proceso de toma de muestra.

Una descripción para dar seguimiento al proceso de cultivo del maíz se muestra en la Tabla 4, en esta de describen de manera resumida los procesos que el cultivo realiza y las actividades recomendadas:

Tabla 4. Programa de actividades para la fenotipificación en el cultivo de maíz con las etapas de muestro, diagnóstico y seguimiento de la tecnología apropiada.

No.	Actividad	Acción	Objetivo
1	Después de la trilla y/o 60- 100 Días antes de la siembra	Desmenuzar el rastrojo (esquilmo agrícola), rastrear y/o roturar la tierra con cinceles a una profundidad de 30 cm.	Airear con; N_2, CO_2, O_2 atmosféricos, preparar fuente de materia orgánica (MO) liquida y solidad, para promover la disolución de minerales
2	Muestreo de suelo y agua de riego para el análisis con la técnica ASEM-EDS y XRF	Por cada unidad de 10 ha, tomar una muestra de 1.0 kg, compuesta por 5 sub-muestras como mínimo.	Las muestras se envían secas y molidas al laboratorio. Las muestras de agua en recipientes limpios y llenos sin aire.
3	Aplicar D'Tox / Rizosoil (H_2O_2/CH_3CO_2H), 5 litros/ha, por aspersión (5 litros en 600 – 1000 litros de agua). El D'Tox / Rizosoil se aplica solo)	Descompactador y activador de la formación de MO activa, disolución de minerales primarios ricos en silicio (MPA_{Si}). Se activa proceso Redox	Los esquilmos agrícolas y minerales primarios se fraccionan, promoviendo la oxigenación del suelo, formando lentamente microagregados.
4	Remineralizar el suelo. Según análisis ASEM-EDS-XRF del suelo, entre 400 y 800 kilos, de mineral primario Fosfosilidol®, adicionalmente aplicar Materia Orgánica, de 500 a 1000 kg.	Aplicar minerales amorfos ricos en Zinc, Hierro, Fosforo y Silicio, acorde con el diagnóstico del análisis del suelo. Resulta practico remineralizar, entre los 50 – 60 días antes de la siembra. La MO mejora la disolución de los minerales.	El Hierro, Zinc, Fosforo, están directamente relacionados con el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera y se acumulan en el escutelo del grano. El Silicio es el transportador de estos nutrientes a la Semilla. Junto con el Nitrógeno, Magnesio y Potasio, proporcionan calidad, peso y sanidad al grano.
5	Aplicar Materia orgánica liquida (biomoléculas - lixiviado). Dosis según el resultado de análisis por SEM-EDS-XRF. -60 a – 80 días antes de siembra.	El lixiviado conduce un gran número de reacciones Oxido / Reducción (flujo de energía), relacionadas con la disolución de minerales primarios del suelo, e incremento de la MO y crecimiento de la Biota Microbiana nativa e inducida.	La materia orgánica liquida (biomoléculas - lixiviado) contiene una gran diversidad de moléculas que activan procesos metabólicos en la biota microbiana del suelo, la disolución del los minerales primarios del suelo, siendo procesos que requieren más de 30 días (procesos biogeoquímicos). Los procesos activados promoverán una efectiva nutrición mineral y orgánica (promotores del crecimiento vegetal y la resistencia sistémica inducida). .
6	Aplicar consorcio microbiano para la	Restaurar y ampliar la diversidad de biota	Una composición integrada por más de 80 diversos

	restauración de la biota microbiana. -60 a – 80 días antes de siembra.	microbiana que conduce a la biodegradación de la MO sólida y producción de MO estable y soluble, la formación substancias promotoras del crecimiento vegetal y la resistencia sistémica.	microorganismos, con diferentes funciones metabólicas (biosíntesis y biodegradación), fisiológicas, complementan la realización de ciclos biogeoquímicos fundamentales en la agricultura sustentable.
7	Preparación de semilla para siembra, se recomiendan de 80 a 90 mil semillas por hectárea.	La semilla de maíz tratada o no con agroquímicos, se inoculara con el consorcio microbiano. 1 litro por cada dos sacos de semilla y se recubre con mineral primario Fosfosilidol®	La inoculación y aplicación de minerales a la semilla. Fortalece la movilización de reservas para la inducción de sistema radicular (Zinc, Hierro, Fosforo y Silicio) y colonización de la raíz para la creación de la rizósfera. Es importante que la semilla cuente con suficiente reserva de minerales para que ocurra la expresión del potencial genético y el inicio del desarrollo sea el mejor para lograr una buena cosecha.
8	Riego de pre-siembra y aplicar complemento de fertilización química y mineral inicial.	Aplicar 3 litros de D'Tox por hectárea. Aplicar 20 litros / hectárea de consorcio microbiano activado con MO liquida.	La MO liquida forma quelatos con macro / micronutrientes, el consorcio microbiano se desarrolla rápidamente en presencia de agua y buena temperatura, por lo que en un periodo de una semana el consorcio se duplicará e inducirá el desarrollo de la biota nativa y suprimirá el desarrollo de patógenos.
9	Fertilización Química y/o orgánico mineral. En cada uno de los riegos se suministrará la materia orgánica liquida (biomoléculas - lixiviado) y consorcio microbiano. Se recomienda análisis del agua de riego con SEM-EDS-XRF.	Con fundamento en los resultados de análisis de materia orgánica liquida y suelo, se propone la fertilización química y/o orgánico mineral que apoyen la realización de procesos biogeoquímicos.	Con el trabajo realizado en el periodo de -80 a -100 días, se activan los procesos biogeoquímicos, la captura y mineralización de N_2, CO_2, O_2. Se propone la activación de la biota microbiana en materia orgánica liquida, se pueden adicionar complementos fertilizantes para la nutrición. Se promoverá la agricultura sustentable y de bajo costo.
10	Siembra	Se recomienda sembrar a una densidad de 80 a 90 semillas por hectárea.	Meta de rendimiento superior a 16 toneladas por hectárea, con base a desarrollo de mazorca, número de hileras y

			número de granos por hilera, y peso específico de grano.
11	Emergencia y desarrollo de rizósfera. Etapa de VE a V5. Se realizan evaluación de campo y colectan muestras de planta para su evaluación en ASEM-EDX-XRF.	En la etapa de emergencia del coleóptilo a nivel del suelo (VE) a desarrollo de planta con 5 hojas (V5), los procesos biogeoquímicos, MO activa y biota microbiana ya deben estar en pleno desarrollo. Se realiza seguimiento del desarrollo de la rizósfera con la tecnología ASEM-EDS-XRF	En esta etapa es importante supervisar el desarrollo de la rizósfera (fenotipificación de rizósfera). Es prudente instalar de uno a cinco calicatas, con 35 a 40 cm de profundidad. Adicionalmente supervisar las características de desarrollo foliar para establecer posibles deficiencias nutricionales, diagnostico de daños causados por fenómenos bióticos y abióticos. Es el momento apropiado para corregir.
12	Desarrollo foliar y generativo. Etapa de V6 a V8 Etapa muy crítica en la definición de la productividad. Realizar observaciones en ASEM-EDS-XRF de los brotes florales y evaluar demanda de nutrientes.	Se completa el desarrollo vegetativo (V6), e inicia el desarrollo generativo o emisión de brotes florales femeninos (ocurre la expresión diferencial de genes en los nudos) y en la región apical se desarrolla el brote masculino o espiga (panoja). También se define el número de hileras y numero de granos por hilera (número de óvulos).	En esta etapa de diferenciación floral es importante que en el riego se administre MO liquida (biomoléculas - lixiviado) y consorcio microbiano suplementado con Zinc, Hierro, Silicio, Fosforo y Nitrógeno. Esto permite la expresión diferencial genética. Ocurre una gran demanda de silicio. Realizar diagnostico fenotípico de rizósfera, a través de la calicata y de requerirlo aplicar D'Tox en el riego para descompactar. Ocurre una gran transpiración por ello es crítico el aporte de agua.
13	Elongación de tallo, tejido foliar y floral. Etapa de V9 a V12: Etapa de acumulación de reservas de carbohidratos. En ASEM-EDS-XDRF, evaluar y dar seguimiento a la acumulación y movilización de reservas. Buscar estructuras anatómicas que definen la productividad.	Ya definidos en número total de óvulos (granos), se inicia la acumulación temporal de reservas en tallo, para satisfacer la demanda de carbohidratos requeridos para la formación de los granos. También ocurre la preparación de la cantidad de polen y periodo para fertilizar los óvulos (desde el punto	En esta etapa la rizósfera y tejido foliar trabajan a su máxima capacidad. Se completa la demanda de silicio, fosforo, hierro, zinc. Ocurre una gran movilización de reservas de carbohidratos de la hoja al tallo, por lo que se requiere de contar con disponibilidad de fosforo y potasio. Se recomienda realizar la fenotipificación de la planta para observar el potencial productivo de la

		de vista fisiológico y resistencia sistémica).	planta y en su caso su posible corrección.
14	Preparación fisiológica para la movilización de reservas de carbohidratos de hoja-tallo-grano. Etapa de V13 a V14	La planta en esta etapa establece las demandas de nutrientes y carbohidratos, por ello emite sus raíces nodales de “anclaje”, estas se encargarán de suministrar agua y nutrientes para satisfacer y complementar las demandas. Esta última rizósfera la forma a 15 cm, es importante contar con gran abundancia de raíces absorbentes. Realizar fenotipificación de la planta (rizósfera – tallo – hojas – floración femenina y masculina).	En esta etapa se desarrolla la última capa de rizósfera, se requiere de buena oxigenación del suelo y movilización de nutrientes suelo – nutrientes en solución – raíz (en esta etapa se puede perder de 4 a 6 ton por hectárea de grano, la planta moviliza reservas a la raíz – suelo, para asimilar los nutrientes de la demanda). Es importante suplementar en el riego con MO liquida (biomoléculas - lixiviado) con actividad antioxidante – vacuna, 50 litros por hectárea, reforzar la biota microbiana con una aplicación de 5 litros de consorcio microbiano, y si el suelo esta compactado aplicar 1.5 litros por hectárea de D'Tox / Rizosoil.
15	Se hacen visibles la floración masculina o panícula (espiga) y floración femenina (mazorca). Etapa VT	En esta etapa (VT) culmina la expresión diferencial de la espiga (listo para polinizar) y óvulos en la mazorca.	Los requerimientos de nutrientes deben de estar satisfechos y las reservas de carbohidratos inician su movilización hacia la mazorca y garantizar la polinización de los óvulos (grano). En las hojas se observa, la máxima acumulación de silicio en la nervadura principal y tricomas (ASEM-EDS-XRF)..
16	Antesis o floración femenina. Etapa R0	En esta etapa (R0), es importante la sincronización de la floración femenina y la masculina. Para lograr un buen periodo de fecundación de los óvulos. El cultivo debe cubrir las demandas hídricas y lograr la mayor vida media del polen.	La movilización de reservas de la hoja y tallo se incrementan, por lo que el fosforo, potasio, hierro, zinc y silicio disponibles en la planta se emplean en este proceso fisiológico. La planta siempre previene las demandas de nutrientes. Es importante mantener la rizósfera con humedad, actividad microbiana y soporte de MO liquida. Todo aplicado a través del riego.
17	Los estigmas o estilos son visibles. Etapa R1	Los ovarios desarrollan un tubo polínico suficientemente grande	La humedad en el cultivo es importante en la sincronización de la floración y

		que es visible, e inicia el proceso de fecundación por el polen (floración masculina).	el proceso de fecundación. En esta etapa se debe garantizar la disponibilidad en la facción soluble de la rizósfera de hierro, zinc, fosforo, carboxilos de la materia orgánica (humus). Se debe realizar fenotipificación de la planta y rizósfera.
18	Los ovarios establecen la demanda de reservas. Etapa R2	En esta etapa los ovarios ahora granos se llenan de un líquido claro y es posible observar al embrión	La movilización de reservas del tallo hacia el grano es intensa y la demanda de silicio, fosforo, potasio y magnesio es alta. Es importante mantener el diagnóstico de la rizósfera mediante las calicatas. En el riego se suministran MO liquida (biomoléculas - lixiviado) y consorcio microbiano. Se debe mantener hidratada a la planta.
19	Los granos se llenan de líquido lechoso blanco. Etapa R3	Etapa lechosa, la acumulación de gránulos almidón en el endospermo se inicia, junto con la acumulación de reservas de minerales y proteínas en el escutelo	La movilización de reservas de carbohidratos hacia el grano es intensa y ocurre una alta formación de gránulos de almidón (llenado de grano). El escutelo, tejido que rodea al embrión, acumula reservas de P, K, Mg, Fe, Zn.
20	Los granos se llenan de una pasta blanca. Etapa R4	Etapa masosa, el embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano. Continua en la células del endospermo la acumulación de carbohidratos en la forma de almidón,	En esta etapa prácticamente está definida la cantidad y calidad de cosecha. La demanda de nutrientes por la planta y rizósfera es lenta y los tejidos fisiológicamente están maduros. La gluma, bráctea que une al grano de maíz con el olote, se encuentra con gran acumulación de silicio.
21	Maduración fisiológica del grano. Etapa R5 y R6	Las células del endospermo se llenan de gránulos de almidón y las células del escutelo acumulan proteínas y complejo de fosforo, potasio, magnesio, hierro y zinc (gránulos de fitatos). La mayor acumulación de fitatos está relacionada	Los granos llegan a su madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano y la humedad del grano es aproximadamente de 30%. Aunque para su cosecha se recomienda un contenido de humedad del 14%.

		con el peso específico del grano y sanidad.	

REPRODUCCIÓN DE MICROORGANISMOS EN EL MANEJO Soil4+

Microorganismos o consorcio microbiano, integrado por una flora eficiente en la degradación selectiva de la MO y disolver, mineralizar, movilizar, transportar y fijar nutrientes para las plantas. También proveen substancias orgánicas con acción biológica para el desarrollo adecuado de las plantas (precursores químicos de hormonas y biosidas) y suprimir o limitar el desarrollo de organismos patógenos a través de procesos simbióticos y de vida libre. El tipo de microorganismos que se recomienda para formar el consorcio microbiano se describen en párrafos anteriores:

MULTIPLICACIÓN DE MICROORGANISMOS PARA PREPARAR CONSORCIO MICROBIANO PARA EL DESARROLLO DE RIZÓSFERA Y E INOCULACIÓN DE SEMILLA.

Estos microorganismos forman parte microbiota de la rizósfera de la mayoría de los cultivos agrícolas, y es capaz de proveer insumos orgánicos para complementar la nutrición los cultivos agrícolas, suprimir el desarrollo de biota patógena, mineralización de gases de la atmósfera (O_2, CO_2, N_2), promover el flujo de energía a través de reacciones oxido-reducción y activar la disolución incongruente de los suelos.

Estos microorganismos se deben aplicar frecuentemente al suelo próximo a las raíces, ya que muchas variables pueden afectar su desarrollo, por lo que deben aplicarse hasta su adaptación:

Los factores que modifican el comportamiento de los microorganismos son; Temperatura, pH, disponibilidad de gases, O_2 y CO_2, agua, población de microorganismos nativos del suelo, depredadores, concentración de sólidos disueltos, contenido de materia orgánica fresca y madura.

Para la reproducción y multiplicación de los microorganismos arriba enunciados, los cuales en general tienen las mismas demandas de nutrientes y energía, por ello recomendamos la reproducción del consorcio microbiano de la siguiente manera; para una producción de 200 litros aplicar;

Fuente de energía a través de carbohidratos: Melaza, 10 kg
Fuente de minerales, proteína, vitaminas, aminoácidos: Leche en polvo, 1.5 kg
Fuente de minerales, proteína, grasas, almidón: Atole de harina de arroz, 0.5 kg
Fuente de minerales, calcio, magnesio, silicio, hierro, zinc: Mineral primario Fosfosilidol®, 5 kg
Fuente de azufre: Azufre elemental o agrícola, 0.005 kg
Fuente de quitina: Camarón seco, molido y cosido, 0.1 kg
Fuente de consorcio de microorganismos: Nan-O-Fert® 10 litros
Colonización en micro encapsulados; Diatomix® 0.5 kg
Agua para ajustar a 200 litros
Reposar y agitar con regularidad, de preferencia dos veces por día.

La concentración adecuada de microorganismos se obtiene a los 7 días de cultivo, recomendando alimentarlos a la semana con; 2 litros de Melaza + 200 gramos de harina de arroz en la forma de atole + 250 gramos de leche en polvo.

Para continuar la reproducción de los microorganismos, se recomienda retirar máximo 150 litros, ya que el resto servirá para la reproducción y restaurar el volumen de 200 litros, para ello aplicar los volúmenes de nutrientes enunciados arriba.

PREPARACIÓN DE CONSORCIO MICROBIANO A PARTIR DE LÍQUIDO RUMINAL

Se colecta líquido ruminal de ganado vacuno, recién sacrificado, para lograr cosechar la mayoría de la biota microbiana. El líquido ruminal de aproximadamente 40 kg se coloca en un cedazo de tela plástica, sujetándolo en la parte superior para evitar la dispersión de los sólidos en el medio de cultivo. Esta fuente de biota se reproduce en el siguiente medio de cultivo.
Reproducción de microorganismos en un volumen de 200 litros, en recipiente de plástico con tapa y respiradero
Fuente de energía a través de carbohidratos: Melaza, 10 kg
Fuente de minerales, proteína, vitaminas, aminoácidos: Leche en polvo, 2 kg
Fuente de minerales, proteína, grasas, almidón: Atole de harina de arroz, 0.5 kg
Fuente de minerales, calcio, magnesio, silicio, hierro, zinc: Mineral primario Fosfosilidol, 5 kg
Fuente de azufre: Azufre elemental o agrícola, 0.002 kg
Fuente de quitina: Camarón seco, molido y cosido, 0.1 kg
Colonización en micro encapsulados; Diatomix® 0.5 kg
Agua para ajustar a 200 litros
Reposar y agitar por siete días, con regularidad, de preferencia una vez por día.

PRODUCCIÓN DE PROREDOX; BIOMOLECULAS – LIXIVIADO, ORGÁNICO ANTIOXIDANTE – VACUNA

Para producir biomoléculas – lixiviado orgánico con actividad biológica de inducción de resistencia sistémica en el cultivo de maíz, se requiere que en su composición contenga una gran diversidad de substancias con radical carboxilo de diferente peso molecular, las cuales deben ser químicamente reducidas, capaces de donar energía, con un pH alcalino superior a 7.5, una conductividad eléctrica mayor a 12,000 ppm y potencial redox de -200 mV, con rH menor que 10.

Materia orgánica liquida (biomoléculas - lixiviado orgánico). Este producto es una herramienta para la disolución de 900 kg ha^{-1} de minerales primarios del suelo (Si, O, Ca, Mg, K, N, etc.) por ciclo agrícola de la capa arable de 30 cm, activar el desarrollo y multiplicación y la diversidad de biota microbiana, promover la transformación de los esquilmos agrícolas hacia humus estable, se emplea como base para formar quelatos con cationes requeridos en la nutrición de la planta (nitrógeno, calcio, potasio, fosforo, potasio, magnesio, boro, cobre, zinc, hierro, etc.). También se emplea como base para la reproducción del consorcio microbiano (100 litros de consorcio microbiano se ponen en 900 litros de biomoléculas lixiviado orgánicas y se dejan reposar, por un tiempo de 48 a 76 horas), esta preparación esta rica en carboxilos, flavonoides, promotores del crecimiento vegetal, y promotores de la resistencia sistémica. De esta reproducción se aplican de 100-200 litros al suelo, durante el ciclo agrícola. Las aplicaciones se distribuyen aplicando 60 litros antes de la siembra y 120 litros distribuidos cada 20 días a través de riego. Se recomienda realizar análisis de las biomoléculas - lixiviado por la técnica EDS-XRF. Se recomienda que con regularidad de mida el pH, el potencial de óxido–reducción (ORP), y la conductividad eléctrica. “Después de análisis se realizarán recomendaciones para regular la composición” de las biomoléculas - lixiviado orgánico.

Procedimiento de preparación e insumos de las biomoléculas – lixiviado,
Insumos
Estiércol seco vacuno de tres a seis meses de edad (1 m^3)
Activador mineral de ciclos biogeoquímicos (50 kg)

Ácido Acetilsalicílico y/o ácido salicílico (150 g)
Bomba sumergible (una bomba 1 HP)
Placa de concreto reforzado de 15 cm de altura y/o una película de plástico con calibre de 600-1,000 micras de espesor (tipo geomembrana) de 3.0 m X 6.0 m, la pendiente debe ser del 3%
Tinaco de plástico tipo rotoplas de 5000 litros
Cedazo de plástico para remover y cribar los sólidos

Procedimiento
Una superficie 2.5 m X 5.0 m, con una pendiente de 3%. En la parte baja se realiza una perforación en la cual se inserta el recipiente de plástico, donde se recuperaran las biomoléculas - lixiviados orgánico, antioxidante – vacuna, en la Figura 6 se muestra un procedimiento típico.

La superficie se recubre con la película de plástico, evitando la pérdida de líquido por los bordes laterales y el superior. En la parte inferior colocar tubería de 4" para conducir el ProRedox; lixiviado orgánico vacuna hacia el recipiente de plástico, colocando a la salida de la tubería, a) alambre de cobre, de preferencia una red hecha con alambre, b) un tramo de cedazo de plástico para el tamizado. De preferencia se busca que la parte central de la superficie tenga pendiente hacia el centro para la mejor recuperación de ProRedox; lixiviado orgánico - vacuna.
Aplicar una capa de estiércol de aproximadamente 15 cm de altura y agregar en la superficie de este, una cubierta de polvo de activador mineral de procesos biogeoquímicos. y humedecer con agua el estiércol (no se deben hacer charcos).
Entre cada capa a elección se pueden adicionar esquilmos agrícolas o tejido vegetal fresco de plantas que contienen substancias biológicamente activas, como, higuerilla (*Ricinus communis*), flores de el piretro o pelitre de Dalmacia (*Tanacetum cinerariifolium sin*. *Chrysanthemum cinerariaefolium vis),* hojas del nim (*Azadirachta indica*), entre otras.
Repetir la operación hasta tener una altura de 1.5 metros.
El ProRedox; biomoléculas - lixiviado orgánico, antioxidante – vacuna se recupera en el recipiente plástico del tipo rotoplas y se adicionan por cada 3,000 litros, 150 gramos de ácido acetilsalicílico (previamente disueltos en alcohol al 60%).

El ProRedox, biomoléculas – lixiviado, el líquido se recicla 10 veces, por un periodo de un mes, aproximadamente cada 3 días, e incrementar la diversidad y concentración de biomoléculas y minerales. No se requiere mover el estiércol ya que no es una composta tradicional.

El ProRedox biomoléculas – lixiviado, antioxidante – vacuna se recupera y almacena en recipientes de plástico, en un lugar fresco y a la sombra. En esta condición puede durar mas de 8 meses.

Se recomienda mantener bajo cubierta y evitar la entrada de agua de lluvia al sistema de producción de ProRedox.

El agua que se evapora debe ser restablecida.

Se recomienda aplicar el ProRedox biomoléculas - lixiviado orgánico, antioxidante – vacuna en una dosis mínima de 60 litros por hectárea después de la cosecha y entre 100 y 60 días antes de la siembra.
Durante el ciclo de cultivo realizar aplicaciones periódicas después de la siembra. Una mayor efectividad del producto se logra con la aplicación de 0.5 kg de Diatomix® por cada 200 litros de ProRedox®.



Figura 6. Producción de lixiviado orgánico – vacuna, para inducción de resistencia sistémica vegetal y la disolución incongruente del patrimonio suelo, para incrementar la disponibilidad en cantidad y calidad de nutrientes en el suelo y promover el desarrollo de ciclos biogeoquímicos.



Producción intensiva de biomoléculas - lixiviado orgánico, antioxidante - vacuna.

INOCULACIÓN-PELETIZADO DE SEMILLA

Las semillas son tratadas para mejorar la germinación promoviendo la movilización de reservas de carbohidratos (almidón) del endospermo, los minerales y proteínas, que se localizan en el escutelo y/o aleurona, así también para protegerla de la acción de factores bióticos y abióticos.

En cada saco semilla se trata de la siguiente manera
Materiales
Inoculo: 200 mililitros de consorcio microbiano Nan-O-Fert, junto con 100 mililitros de lixiviado orgánico – vacuna
150 gramos de Fosfosilidol®, mineral rico en hierro, zinc, silicio, fosforo, potasio, magnesio
Dosis de agroquímico, poncho o similar.
Tierra diatomea, para proteger a la semilla de plagas de insectos, 50 a 100 g
Ácido acetil salicílico, como hormona promotora del crecimiento, 250 mililitros
Refresco de cola rico en azucares y fosforo

Las semillas se tratan de 24 horas a una semana antes de la siembra, o bien que estén secas después del tratamiento. Se agregan cada uno de los insumos de la siguiente manera, primero se aplica el agroquímico, seguido por el inoculo de biota microbiana y finalmente aplicar los minerales, se mezclan gentilmente y se dejan secar. Después del tratamiento las semillas están listas para la siembra.

BIOLCIBE COMO SUSTITUTO A LA ASPERSIÓN DE AGROQUÍMICOS EN PLANTACIÓN DE CACAO CCN-51 EN ECUADOR

Carlos Arias-Vega[11]
Simón Pérez-Martínez[12]
Víctor Hernández-Aranda[1]
Ronald León-Aroca[1]
Eduardo Chávez-Navarrete[13]
Daynet Sosa-del Castillo[1,3]
Diego Rojas-Tortolero[14]

RESUMEN

El cacao CCN-51 se presenta en Ecuador como una opción rentable para los productores cacaoteros, frente a plantaciones con cacao de variedad Nacional (fino y de aroma), que se encuentran improductivas por el azote de enfermedades fungosas como la pudrición helada del fruto o moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*). No obstante, suelen presentarse casos de plantaciones de CCN-51 afectadas en gran medida por las enfermedades mencionadas, y que a pesar de contar con programas de fumigación con fungicidas, no muestran resultados favorables sobre los síntomas. Este es el caso de Hacienda San Rafael (Ubicada en Bucay, Provincia del Guayas), donde se implementó un ensayo para evaluar la capacidad de un Biol desarrollado por CIBE como sustituto de fungicidas utilizados y mejorar la producción y el rendimiento. Se estableció este trabajo en un área de 0.78 ha, dividida en 18 parcelas (6 tratamientos por triplicado), donde se muestrearon 10 plantas por tratamiento (180 plantas en total). Los tratamientos utilizados son T1 (manejo convencional HSR), T2 (fungicidas+fertilización optimizada), T3 (100%BIOLCIBE cada 30 días), T4 (100% BIOLCIBE cada 15 días), T5 (50% BIOLCIBE cada 30 días), y T6 (50% BIOLCIBE cada 15 días). La dosis se ajustó a 8 litros por parcela, variando solamente la dilución del biol aplicado (100% puro o diluido al 50%). Los parámetros de estudio fueron mazorcas enfermas, brotes de escoba de bruja, mazorcas secas, estadios de desarrollo de las mazorcas, mazorca cosechables, y peso de grano en baba. El BIOLCIBE fue elaborado dentro de las instalaciones de HSR para facilitar su aplicación en el campo. Resulta considerable que, a pesar de no existir diferencias significativas entre los tratamientos aplicados y el control (T1), tanto T2 como T6 muestren un comportamiento similar (reducción de mazorcas enfermas, aumento de rendimiento) al encontrado en T1.

PALABRAS CLAVE

Escoba, Moniliasis, Biol, mazorcas, producción

INTRODUCCIÓN

El cacao clonal CCN-51 ha logrado una alta preponderancia en cuanto a superficie cultivada en Ecuador, en detrimento de clones tipo Nacional, por su baja incidencia de pudrición helada del fruto (*Moniliophthora roreri*) y escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), y por sus altos

[11] *Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE), Guayaquil. Guayas, Ecuador.* carias@espol.edu.ec*, dasosa@espol.edu.ec.*
[12] *Universidad Estatal de Milagro (UNEMI),* F*acultad de Ciencias de la Ingeniería, Milagro. Guayas, Ecuador.*
[13] *Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ciencias de la Vida (FCV), Guayaquil. Guayas, Ecuador.*
[14] *Instituto de Estudios Avanzados (IDEA), Caracas. Venezuela.*

rendimientos de cacao seco en distintas localidades (6000 kg.ha^{-1}) (INEC, 2012), y muy a pesar de su baja calidad organoléptica (Boza *et al*, 2014). Entre los fitomejoradores es considerado el patrón de referencia para la creación y liberación de nuevos genotipos de cacao en el Ecuador (Amores, Agama, Suárez, Quiroz, & Motato, 2009).

La Hacienda San Rafael (HSR) cultiva el clon CCN-51 en una extensión de 131 ha. sin embargo, pese a ser reconocido por las características de tolerancia a enfermedades y alta productividad, este clon mostró en HSR una pérdida por pudrición helada aproximada del 41% del total de frutos producidos, registro obtenido durante un periodo de observación de 12 meses (febrero de 2015 a enero de 2016). Tras ocho años de establecida la plantación, el rendimiento durante el 2015 fue de 2520 kg.ha^{-1}, valor por debajo de la media registrado en cacao CCN-51 tecnificado, que es de 6000 kg.ha^{-1}año^{-1} (60 qq.ha^{-1}) de cacao seco.

Motivados por el bajo rendimiento descrito, los encargados de HSR contactaron al CIBE[15], para realizar una evaluación de su producto BIOLCIBE sobre este cultivo. BIOLCIBE anteriormente ha demostrado en ensayos realizados durante el período 2008-2010, efectos promisorios en la recuperación de plantaciones viejas de cacao Nacional (cacao de bajos rendimientos, pero con excelente aroma y sabor), mediante la estimulación del vigor de los árboles y la reducción de pudrición helada del fruto sobre los frutos (León-Aroca, 2015). Este bioinsumo se produce bajo parámetros de estandarización del CIBE, de tipo físico-químicos (conductividad, solutos, pH, gravedad específica, salinidad, materia orgánica, etc.)

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Área de estudio, Hacienda San Rafael

Esta investigación se llevó a cabo durante el período de Enero 2015 a Febrero 2017, mas, los resultados expuestos en este trabajo corresponden a lo observado durante el primer año., en la Hacienda San Rafael (HSR), un proyecto de un consorcio de empresas del Ecuador[16]. San Rafael está ubicada en el cantón Bucay, específicamente en el Km. 83.3 de la vía Naranjito-Bucay (Provincia del Guayas). En esta hacienda se maneja un grupo de actividades diferenciadas, como lo son el turismo rural, la producción de caña de azúcar y la producción de cacao. El escenario climático de la localidad Bucay) consta de precipitaciones de alta intensidad (2800.0 mm promedio), una temperatura diaria que oscila entre los 20° a 32°C, y una humedad relativa cercana al 86 %. Cabe destacar que estos valores históricos corresponden a datos registrados desde el año 2010 en la estación meteorológica de la hacienda

La sección destinada al cacao en HSR es un agrosistema tecnificado especializado en la producción del cacao clonal CCN-51. La plantación se distribuye en 8 lotes de similares dimensiones, lo que facilita la realización de las labores culturales. Estas labores culturales, como aplicaciones de fungicidas (6-8 ciclos/ año), fertilización edáfica y foliar (2-4 ciclos/ año), y podas (1-3/ año), llevan un riguroso control por parte de los responsables de la hacienda.

Tratamientos establecidos

Se implementaron seis tratamientos dentro del lote 3 (Cuadro 1). El T1 representa el manejo convencional de HSR (uso de fertilizantes y pesticidas químicos). El tratamiento T2 es similar al T1, pero implementando una variación (optimización) para la fertilización edáfica (uso de

[15] Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador, perteneciente a la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Desarrolla Investigación destinada al Agro Ecuatoriano desde el 2003
[16]http://www.sanrafael.com.ec/category/quienes-somos/

fertilizantes alternos sugeridos con base en su efecto sobre el pH del suelo). Los tratamientos del T3 al T6 fueron los alternativos basados en el uso del BIOLCIBE como sustituto de los ciclos de fungicidas químicos (T3 implica Biol en dosis pura cada 30 días, T4 es Biol en dosis pura cada 15 días, T5 es biol en dosis diluida al 50% cada 30 días, y T6 implica Biol en dosis diluida al 50% cada 15 días). Aunque El BIOLCIBE ha mostrado propiedades fungicidas (Jiménez, 2008) y fertilizantes (Robalino, 2011), no obstante, en este ensayo se priorizó la capacidad fungicida.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos en cuanto a la aplicación de agroquímicos y labores culturales. Todos los tratamientos tuvieron las mismas labores de poda formativa y fitosanitaria.

Tratamientos	N° de Productos Agroquímicos/N° aplicaciones			BIOLCIBE[1]
	Fertilización edáfica	Fertilización foliar	Fungicidas[4]	
T1	7/4[2]	8/22	7/ 8	--
T2	5/4[3]	8/22	7/ 8	--
T3	7/4[2]	8/22	--	100%/ 15d
T4	7/4[2]	8/22	--	100%/ 30d
T5	7/4[2]	8/22	--	50%/ 15d
T6	7/4[2]	8/22	--	50%/ 30d

[1]Dosis de BIOLCIBE: 100%=184.54 l.Ha-1, 50%=92.27 l.Ha-1. N° de aplicaciones por mes.
[2]Fertilizantes edáficos: úrea, muriato de potasio granulado, sulfato de potasio y magnesio, microelementos, sulfato de amonio.
[3]Fertilización edáfica optimizada: Úrea, Nitrato de Amonio, difosfato amónico, muriato de potasio, sulfato de potasio y magnesio.
[4]Fungicidas (aspersión): axozystrobin, cloronitrilo, fosetil aluminio, ditiocarbamato, propiconazol, mandipropamid, CuSO4.5H2O.

Fabricación del BIOLCIBE

El BIOLCIBE utilizado se fabricó *in situ* según parámetros estandarizados del CIBE (Orellana, 2010).
El proceso se divide en tres etapas: captura de microorganismos, producción de la solución madre y producción del Biol (Figura 1).



Figura 1. Proceso de fermentación del BIOLCIBE en la Hacienda San Rafael. A: Captura de microorganismos saprófitos de bosque, para fermentación. B: Tanques horizontales para producir la solución madre. C: Tanques para la producción del BIOLCIBE.

Captura

La captura y multiplicación de los microorganismos se realizó mediante trampas-cebo. Las trampas se prepararon utilizando envases plásticos (tarrinas) de 1000 ml, los cuales contenían 113.63 g de arroz cocido, sin sal, ni aceite, mezclado con 15 ml de melaza líquida. Las trampas se taparon con tela de mosquitero para evitar el ingreso de insectos, y se enterraron hasta el borde en el suelo, cubriéndose primero con hojarasca, y luego con hojas de bijao (*Calathea lutea* L.). Durante 21 permanecieron enterradas, con el fin de garantizar la colonización y el crecimiento de comunidades microbianas; los 30 envases se distribuyeron en un parche boscoso de la propia finca, cercano a donde se fabricó el Biol. Pasado este lapso, las trampas fueron retiradas del suelo y transportadas al punto de elaboración de la solución madre.

Solución madre

Los microorganismos capturados en las trampas fueron agregados a una solución madre para su multiplicación y posterior utilización al elaborar el BIOLCIBE. La composición de la solución es harina de pescado previamente cocida[17], sal en grano, roca fosfórica y melaza. Todos estos ingredientes se homogenizan en un tanque horizontal de 400 litros, junto con los microorganismos capturados; se añade agua a la mezcla hasta alcanzar los 200 litros. El tanque se sella herméticamente y permanece así durante 21 días, tiempo en el cual los microorganismos se multiplicarán.

Biol

El BIOLCIBE se elabora mediante la fermentación de un sustrato en agua, bajo condiciones anaeróbicas, según las especificaciones de CIBE, en tanques de 600 litros de capacidad. El

[17] *La harina se cocina en 40 litros de agua durante 30 minutos para eliminar los microorganismos patógenos.*

sustrato está compuesto de Estiércol fresco de ganado, Ceniza de cascarilla de arroz, Roca fosfórica, sulfato de potasio y magnesio, Melaza, Leche y los Microorganismos de la solución madre. A la mezcla se le añadió agua hasta completar un volumen de 500 litros, luego fue homogenizada, y el tanque se selló herméticamente para evitar el ingreso de aire. Este proceso duró cuatro meses, incubados a temperatura ambiente bajo un cobertor para proteger los tanques de la radiación directa y de la lluvia. Cada mes se reactivó la fermentación con una mezcla de 10 litros de solución madre y 10 litros de melaza. (1:1). Se prepararon en total 400 litros de solución madre y 2000 litros de BIOLCIBE. El BIOLCIBE fue asperjado utilizando una motobomba nebulizadora de 3.0 HP con boquilla electrostática para mejorar la absorción de la gota. La dosis se ajustó a 8 litros por parcela de ensayo, variando solamente la dilución del biol aplicado (100% puro o diluido al 50%).

El proceso de elaboración del BIOCIBE fue controlado, mediante la medición de parámetros físico-químicos y microbiológicos (Cuadro 1). A nivel microbiológico, el BIOLCIBE no muestra presencia de microorganismos patogénicos para el hombre, más bien se observó la presencia de una microbiota compuesta de bacterias y hongos, provenientes del suelo (específicamente, los multiplicados en la solución madre). Los datos de microorganismos patógenos para el hombre, presentes en el BIOLCIBE, son nulos, resultado de la adecuada fermentación anaeróbica en los tanques, asegurando además su inocuidad al momento de utilizarse en productos agrícolas.

Variables evaluadas

Durante 12 meses se midieron como variables respuesta: gramos de semilla en baba por planta cada 15 días, número de mazorcas sanas, número de mazorcas con pudrición parda (monilaisis) chereles (frutos de un mes secos) y número de brotes con escoba de bruja (EB). Los tratamientos fueron establecidos en 18 parcelas que contenían 88 plantas distribuidas en 4 columnas dobles y 11 filas; cada parcela contenía un área de 17 m x 25 m (425 m²). Los tratamientos fueron distribuidos en las parcelas utilizando un diseño completamente al azar. En cada parcela se seleccionaron 10 plantas, que fueron marcadas y monitoreadas durante todo el experimento.

La cosecha se realizó con asesoría del personal encargado de la parcela de ensayo. Los frutos cosechados son identificados con un código de tres dígitos, trasladados al borde de la parcela, ordenados por tratamientos, plantas y réplicas, y luego son abiertos para pesar el grano en baba según su codificación. En el área del experimento se contaron los frutos por planta y pesaron las semillas en el extremo del campo al momento de abrir las mazorcas.

Cuadro1. Parámetros físico-químicos y microbiológicos registrados en el BIOLCIBE durante su proceso de elaboración. Nótese la ausencia de valores correspondientes a microorganismos patógenos para el hombre. Los nombres indicados en el cuadro corresponden a bacterias y hongos caracterizados e identificados en el BIOLCIBE.

Parámetro	Unidad	Rango	Microorganismos caracterizados		Microorganismos Patógenos	UFC/ml
			Bacterias	Hongos		
pH		3.81 - 4.17	Lactobacillus casei	Aspergilius sp.	*Salmonela sp.*	0
Conductividad eléctrica	mS/cm	20.23 - 24.47	Bacillus amyloliquefaciens	Trichoderma sp.	Enterobacteriaceae	0
Solutos totales	g/l	5.69 - 7.81	Bacillus sp.		*Escherichia coli*	0
Densidad	mg/ml	1.03 - 1.04	Pseudomonas aeruginosa			
Grados Brix	g/100g	7.45 - 8.79	Lactobacillus zeae			
Materia Orgánica	%	1.89 - 4.91				
Salinidad	ppt	8.95 - 10.59				

Fuente: CIBE-ESPOL

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

En la Figura 1, observamos que el tratamiento con mayor rendimiento en cuanto al peso de las semillas fue el T2 (Convencional optimizado en fertilización), y significativamente inferior se mostró el T4 (100% Biol/30d). También destaca el resultado del tratamiento T6 (50% Biol/30d), el cual no mostró diferencias significativas con los tratamientos convencionales (T2 y T1).

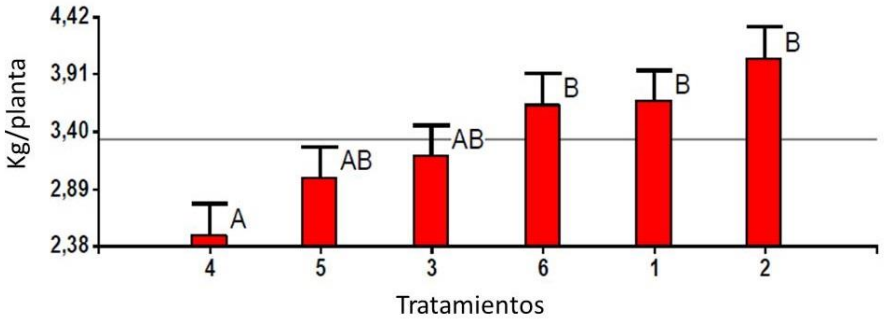


Figura 1. Rendimiento promedio por tratamientos expresados en kg de cacao en baba por planta). Resultados de 30 plantas por tratamiento durante 12 meses (feb-2015 a ene-2016). Medias con letras iguales indican que no hay diferencias significativas por Tukey ($p<0.05$).

La dinámica de cosechas de mazorcas durante el año tuvo, como era de esperar en la HSR, dos picos de producción. La Figura 2 muestra en términos generales picos de producción alrededor de marzo y entre septiembre y noviembre, dependiendo del tratamiento. Sin embargo, al agrupar y representar los tratamientos convencionales (T1 y T2) y los que contenían BIOLCIBE (T3, T4, T5 y T6) en la Figura 2A, y diferenciando el T6 del resto la Figura 2B, se muestran mejor ciertos efectos. Por ejemplo, los tratamientos convencionales, que no diferían significativamente en los rendimientos totales de los alternativos, se destacan durante el pico de mayor cosecha, en los meses de septiembre, octubre y noviembre (Figura 2B). Si del grupo de los tratamientos alternativos separamos al que mejores rendimientos mostró (T6), se observa un comportamiento similar en dos de los tres meses referidos antes (Figura 2A). En sentido general el comportamiento de los rendimientos durante el año fue muy similar, salvo en los meses de mayor cosecha.

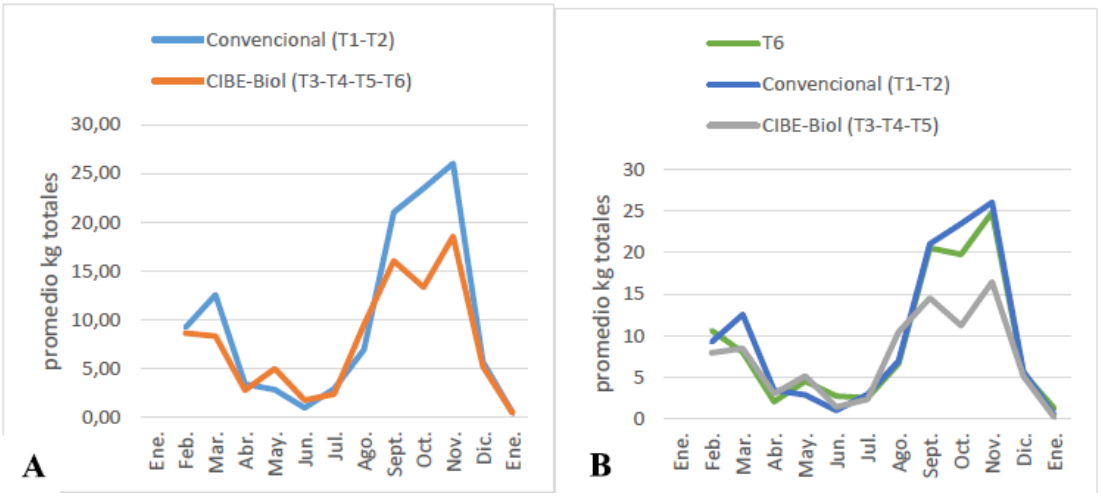


Figura 2. Dinámica del rendimiento total por tratamientos expresado en peso fresco de semillas cosechadas durante un año. **A**: tratamientos agrupados en convencionales (T1 y T2) y los que usan BIOLCIBE (T3, T4, T5 y T6). **B**: similar esquema, pero se diferencia el T6.

Enfermedades

Pudrición helada del fruto (PHF, moniliasis).

Los frutos con PHF se contabilizaron con una frecuencia de 15 días. Las mazorcas con síntomas de polvo blanco ya en fases avanzadas de la enfermedad, o con gibas en las fases iniciales, así como los frutos momificados, fueron consideradas como enfermos por PHF. Estos frutos se podaron y se colocaron el suelo para su descomposición. La PHS es la enfermedad preponderante en la Hacienda San Rafael, el porcentaje de infección en todo el experimento fue de 29.6.

Las diferencias entre los tratamientos no resultaron significativas al considerar el promedio de los totales de frutos sintomáticos por planta, según el análisis de varianza. La Figura 3 muestra la dispersión de los frutos enfermos en los tratamientos, y una leve superioridad de los tratamientos T1 y T2 en el nivel de daños por PHF, aunque sin diferencias significativas. Sin embargo, la tendencia parece indicar menor incidencia en los tratamientos alternativos.

Figura 3.

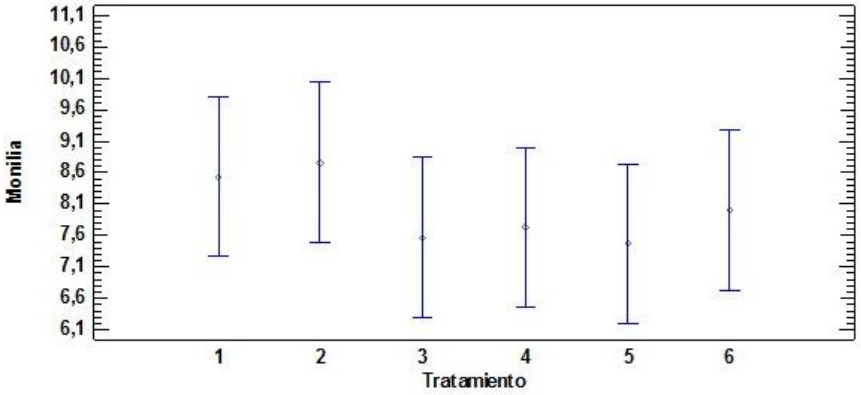


Figura 3. Medias de frutos sintomáticos con PHF por planta, cosechados de enero-2015 hasta enero-2016 según tratamientos. Los tratamientos con Biol (T3 a T6) muestran una menor afección por PHF, aunque no existieron diferencias significativas.

Se observa que las curvas de promedio de frutos sintomáticos por mes son similares la mayor parte del año (Figura 4A), solo en meses de mayor cosecha como agosto y septiembre los tratamientos convencionales son claramente más afectados que los alternativos. Por otro lado, si las afectaciones se presentan en porcentaje de total de frutos, se observa que T6 es menos afectado en los meses de menor producción (Figura 4B). Vale destacar que los altos valores de incidencia de PHF en enero se deben a que las podas en la HSR no se pudieron realizar en el tiempo acostumbrado de noviembre a diciembre.

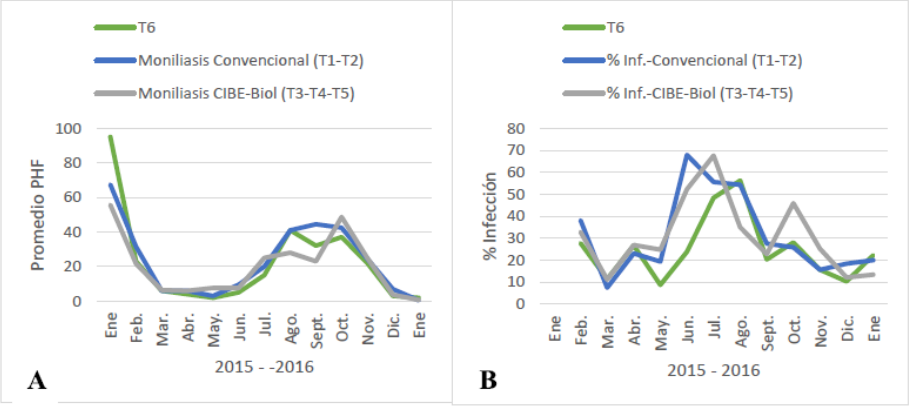


Figura 4. Dinámica de frutos con pudrición helada de frutos según los tratamientos T6, los convencionales (T1 y T2) y el resto de los alternativos (T3, T4, T5) en HSR en 2015-2016. A: promedio frutos sintomáticos por tratamiento. B: porcentaje de frutos enfermos.

Escoba de bruja.

En promedio fue mayor la cantidad de escobas de los grados 4 y 5, los de mayor afectación, en los tratamientos convencionales (T1 y T2), incluido el optimizado para la fertilización (Figura 5). En los grados inferiores de la escala el T6 fue ligeramente más afectado. Al analizar individualmente cada tratamiento destaca el T6 como el que menos promedio de escobas por planta mostró, con 5.30; y el T2 tuvo 8.87. El T2 mostró mayor número de escobas en siete meses del año. En conjunto para los tratamientos convencionales se obtuvo 8.02 escobas por planta, mientras que para los alternativos este valor fue menor (6.43 escobas por planta). Esta tendencia es consistente con la encontrada en Moniliasis.

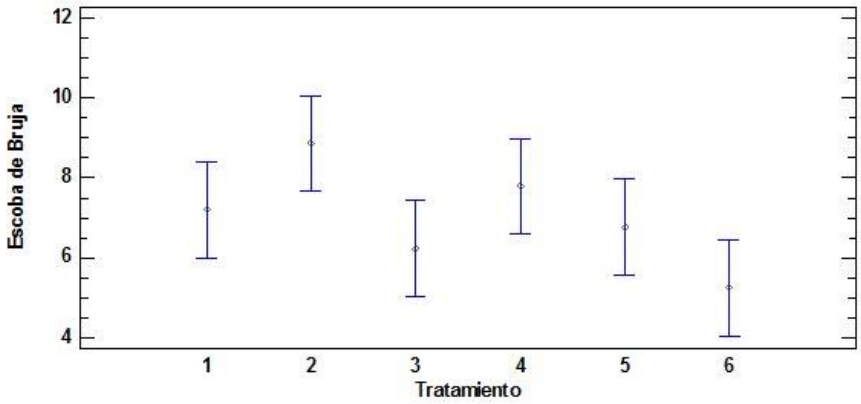


Figura 5. Afección por escoba de bruja en la Hacienda San Rafael. Nótese que se encuentra una mayor afectación de escoba de bruja en T2, mientras que en T6 la afectación es mucho menor.

CONCLUSIONES

Dos de los tratamientos propuestos (T2 y T6) mostraron similares rendimientos que el tratamiento convencional (T1). Siendo T2 el que mayor rendimiento logró (4.04 kg baba por planta), aunque sin diferencias significativas respecto del T6 (3.63 kg baba por planta) o del T1 (3.66 kg baba por planta).

La pudrición helada en frutos fue ligeramente mayor en los tratamientos convencionales aunque no significativamente diferentes de los que contenían BIOLCIBE. Sin embargo, se observa una tendencia con T6, a reducir los frutos afectados en dos períodos del año, específicamente en tres de los meses de menor producción y en dos de los meses de mayor producción. Por otro lado, los daños por Escoba de Bruja fueron mayores en el T2, y así se comportó durante siete meses del año.

Las combinaciones fertilización optimizada más ciclos de fungicidas convencionales (T2) y fertilización convencional más aplicación de BIOLCIBE (T6) mostraron similar desempeño productivo en la HSR. Sin embargo, desde el punto de vista de su aplicación, el tratamiento con Biol (T6 en este caso) pudiese resultar mucho más económico (estimaciones preliminares arrojan que hasta 4,5 veces). Aunque los responsables de la HSR no persiguen una transición a la producción orgánica o ecológica, esta investigación resalta la capacidad de sustitución que tiene el BIOLCIBE sobre productos fungicidas, actuando como agente de control de enfermedades y a la vez produciendo un mínimo –casi nulo- impacto sobre las personas, seres vivos y el agrosistema en general.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente al Grupo NOBIS por el cofinanciamiento de esta investigación, al administrador de la hacienda San Rafael en el período 2015-2016, Ing. Julio Bohorquez, y al personal que brindó su apoyo durante del experimento.

LITERATURA CITADA

Amores, F., Agama, J., Suárez, C., Quiroz, J., & Motato, N. (2009). EET 575 y EET 576: Nuevos clones de Cacao Nacional para la zona central de Manabí. Boletín Divulgativo. Quevedo, Ecuador: INIAP-Estación Experimental Tropical Pichilingue.

Ayala, M. F. (2008). Manejo Integrado de Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) Mediante el Uso de Fungicidas, Combinado con Labores Culturales. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Boza, E. J., Motamayor, J. C., Amores, F. M., Cedeño-Amador, S., Tondo, C. L., Livingstone, D. S., Gutiérrez, O. A. (2014). Genetic Characterization of the Cacao Cultivar CCN 51: Its Impact and Significance on Global Cacao Improvement and Production. Journal of the American Society for Horticultural Science, 139(2), 219–229.

Ciferri, R. E., & Parodi, E. (1933). Descrizione del che causa la “MONILIASI” DEL CACAO. Phytopathologische Zeitschrift, 6, 539–542.

INEC. (2012). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Quito

Jiménez, M. I. (2008). EFFECT OF THE NUTRITIONAL STATUS OF BANANA (MUSA spp.) ON LEAF DISEASE INFESTATION BY *MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS* MORELET IN ECUADOR. Katholieke Universiteit Leuven.

León-Aroca, R. (2015). UTILIZACIÓN DEL CIBE-BIOL EN EL CONTROL DE *Moniliophthora sp.* . EN CACAO FINO DE AROMA EN ECUADOR. In II Seminario Internacional de Sanidad Agropecuaria. Varadero, Cuba, 18-22 de mayo de 2015 (p. CB–023). Varadero, Cuba: Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA).

Moreno, L. J., & Sánchez, J. A. (1989). Beneficio del cacao. (F. H. de I. Agrícola, Ed.)Tecnología, Comunicación y Desarrollo (Fascículo). San Pedro Sula, Honduras: IICA PROCACAO.

Orellana, T. (2010). Caracterización de los parámetros Físico - Químicos en el proceso de fermentación y maduración artesanal de Bioles. In Piura.

Robalino, H. S. (2011). Evaluación de la Actividad Biológica y Nutricional del Biol en Diferentes Formulaciones y la Respuesta a su Aplicación en Cultivos de Arroz (*Oriza sativa*) y Maíz (*Zea mays*), en Guayas. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

AISLAMIENTO DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS DE SINALOA Y SU EVALUACIÓN COMO BIOINSECTICIDAS MICROENCAPSULADOS SOBRE *Heliothis virescens.*

Yareli Padilla Mendoza[1]
Cipriano García Gutiérrez[1]
María de Jesús Perea Flores[2]
Eusebio Nava Perez[1]
Dagoberto Armenta Bojorquez[1]
Juan Carlos Sainz Hernandez[1]
Hervey Rodríguez González[1]

RESUMEN

El gusano del fruto *(Heliothis virescens)* es una plaga polífaga que se caracteriza por dañar directamente a los frutos lo que conlleva a la pérdida económica en la producción. Una alternativa son los hongos entomopatógenos (HE) que naturalmente atacan a diferentes organismos y al aplicar cepas nativas, se garantiza su efectividad, representando poco riesgo para las personas y el medio ambiente. Sin embargo, el empleo de HE se ve limitado debido a la formulación con la que se han elaboran. Se considera que el microencapsulado es buena estrategia para realizar formulaciones efectivas en HE gracias a la resistencia que ofrece el encapsulado a la espora en campo y en vida de anaquel. Para esto, es necesario determinar los ingredientes de la matriz y los puntos de presión y temperatura en el equipo. El presente trabajo tiene como objetivo aislar cepas nativas de hongos entomopatógenos provenientes de diferentes tipos de suelos del norte de Sinaloa con altas temperaturas, probar la efectividad de estos contra *Heliothis virescens* y elaborar con esta un bioplaguicida microencapsulado contra el gusano del fruto del tomate *Heliothis virescens* utilizando el método de secado por aspersión. Se obtuvo una cepa de *B. bassiana* con insecto trampa utilizando *Galleria melonella* con humedad relativa del 70% y 80%. Por lo cual se incluyeron cepas asiladas previamente de *Metarhizium anisopliae y Beauveria bassiana* en Sinaloa que han sido utilizadas con anterioridad para el gusano del fruto, en la prueba de virulencia *M. anisopliae* obtuvo mayor eficiencia con el 100% a una concentración de $1x10^5$ conidios/ml. Se realizó propagación de esporas con método bifásico para obtener concentración de $3.6x10^{10}$ conidios/ml y se está trabajando actualmente en el microencapsulado utilizando materiales biodegradables para la matriz pared, el aglutinante, un protector UV y el ingrediente activo (IA).

PALABRAS CLAVE: *Metarhizium anisopliae*, secado por aspersión, *Heliothis virescens*, aislamiento.

INTRODUCCION

En los últimos años, las tasas de crecimiento y rendimiento en la producción agropecuaria y cultivos a nivel mundial han disminuido (FAO, 2015); de los diferentes factores, las plagas alcanzan entre un 20-30% en la mayoría de los cultivos aún con el uso de químicos (500,000 t de IA aprox.) (Nava, 2012). Como respuesta a estas pérdidas, se desarrollan plaguicidas sintéticos que son empleados por su bajo costo y eficiencia, pero la falta de selectividad ha provocado problemas que afectan a la salud humana y al ambiente, que en el suelo es la pérdida de biodiversidad (Hernández y Hansen, 2012). Aunado a esto, el uso persistente de estos químicos conlleva a los insectos a formar resistencia, dificultando su control en campo (Pandey et al. 2010).

El control biológico es una alternativa a estás problemáticas sin disminuir los rendimientos; entre las diferentes alternativas se encuentran los hongos entomopatógenos (HE) que son microorganismos que causan enfermedad a un gran número de especies y son lo suficientemente

letales para controlar las plagas (Pandey et al., 2010). A pesar de que existen productos comerciales a base de HE, sigue siendo importante el trabajar con las formulaciones para mejorar la efectividad de estos en campo. También, la ausencia de un sistema de producción en masa in vitro practico, generalmente es lo que produce mayor costo en todo el proceso, limitando la persistencia post aplicación, el bajo rango de mortandad y la alta especificidad del huésped contribuyen al uso restringido de biopesticidas (Lancey, 2015). El micro encapsulado es una alternativa para mantener el IA viable que mejora la vida de anaquel y optimizar en campo con las características deseadas del producto. Este método es utilizado en el área alimentaria y medicina, es considerado viable para su uso con organismos vivos como los HE. Existen diversos factores a considerar para la preparación de una emulsión, dependiendo el fin del encapsulado lo serán los componentes que lo integren. Dado el efecto negativo que poseen las condiciones ambientales para la eficacia de los HE en campo, se debe considerar componentes que protejan a las esporas y a su vez que sean biodegradables. Otro elemento necesario es la pared protectora que es la base de la emulsión, ya que mantendrá la forma esférica y será la primera capa protectora y amelgadora del resto de la emulsión. Para este trabajo específico es necesario atraer al insecto plaga en particular, por ello se emplea un fagoestimulante lo suficientemente atractivo para consumirlo dejando de lado a la planta y asegurando la infección.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo será elaborar dos bioplaguicidas con componentes biodegradables a partir del aislamiento de cepas nativas de *Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae* para el control del gusano del fruto del tomate *Heliothis virescens* en el Norte del Estado de Sinaloa, con el fin de demostrar la importancia en la eficiencia del uso de microorganismos en su hábitat natural contra plagas de la región y su capacidad como microencapsulado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se lleva a cabo en el Laboratorio de Bioinsecticidas del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional Unidad Sinaloa (CIIDIR – IPN) y en el Centro de Nano ciencias del Instituto Politécnico Nacional.

El área de estudio para el aislamiento se localiza entre los municipios de Ahome, Guasave y Sinaloa de Leyva en el Estado de Sinaloa. La vegetación es Matorral y Selva Baja Caducifolia con predominancia agrícola (INEGI, 2015).

Se utilizó el método de insecto trampa (Zimmermann, 1986) en el cual las muestras, una vez tratadas, se colocaron 1 kg de cada suelo en recipientes de plástico a los cuales se le colocaron larvas de *Galleria mellonella L*. de último estadio y se invirtieron para la uniformidad en el contacto (Inglis et al., 2012). Fueron puestas a una temperatura de 32 °C y humedad relativa de 75 % en el cual permanecieron siete días. Una vez fallecidas las larvas se desinfectaron con hipoclorito de sodio (Cloralex ®) al 0.1% y se enjuagaron con agua destilada estéril para colocarse en cajas Petri con papel filtro Whatman No. 1 humedecido con 500 µl agua destilada estéril y se colocaron en cámara bioclimática a 28°C por diez días para su esporulación. Por el microscopio se hizo un análisis morfológico para determinar si es la especie de interés.

Para determinar la patogenicidad se utilizaron larvas de 3er instar de *Heliothis virescens* por su facilidad de manejo previamente esterilizadas y enjuagadas, estos se inocularon con alícuotas de 50 µl de hongo *Beauveria bassiana* (B1, B9, BbC) y *Metarhizium anisopliae* (M1) provenientes del cepario del Lab. De Bioinsecticidas directo sobre la larvas incubándose a 28°C por 96 h. Posteriormente, a las larvas infectadas se les tomo una muestra con asa estéril se sembró en cajas Petri con PDA acidificado. Para determinar virulencia se usaron 3 concentraciones

diferentes a $1x10^5$, $1x10^6$ y $1x10^7$ y se realizó el mismo trabajo anteriormente descrito en patogenicidad.
El inoculo para la producción de los HE se elaboraron mediante fermentación bifásica (García-Gutiérrez *et al*., 2006, Jaronski y Jackson, 2012). En matraces de 500 ml se agregó medio de cultivo a base de melaza de caña de azúcar como fuente de carbono, una fuente de nitrógeno y sales; se agregó 10% de inoculo y se mantuvo en agitación constante por 2-3 días hasta alcanzar una producción de $1x10^7$ blastosporas/ml. Para la fermentación sólida se inocularon 300 g de arroz lavado y esterilizado. Después de 10 días de incubación, el arroz con las esporas se puso a secar por 5 días. Se calculó la cantidad de esporas por gramo (esporas + arroz) mediante diluciones seriadas de una muestra de 1g en cámara de Neubauer. El producto se mantuvo en refrigeración (5 °C) hasta su uso en campo.

Para el encapsulado se usaron como matriz polímeros biodegradables con la capacidad de adherirse al follaje de la planta, protegerla de las condiciones climáticas, un fago estimulante probado anteriormente para atraer a la larva, un emulsificante y un aglutinante. Cada producto es biodegradable y se manejaran diferentes concentraciones, evitando formar viscosidad y asegurando la protección de las esporas. Cada formulado se hace en líquido con concentración de esporas de $3.6x10^{10}$ esporas/l para M1 y $15x10^{10}$esporas/l para BbC.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se realizaron 3 repeticiones sobre los suelos para asegurar el aislamiento de HE, de las cuales se obtuvieron dos cepas, una de *B. bassiana* y una no identificada como entomopatógeno. Tal y como menciona Quesada-Moraga (2009), B. basssiana tiene predominancia sobre M. anisopliae en suelos con mayor contenido de arcilla, mayor humedad y menor materia orgánica. La ausencia de hongos entomopatógenos se asocia a la alcalinidad de suelos arenosos con poca materia orgánica tal y como son las muestras recolectadas.

Se tomaron una muestra de los insectos micosados y se sembraron en medio PDA acidificado con ácido láctico al 10%. Dado el nulo encuentro con aislados de *M. anisopliae* se optó por seleccionar cepas ya identificadas del Lab. de Bioinsecticidas del CIIDIR – IPN Sinaloa y otras de *B. basssiana* para medir la virulencia contra *H. virescens* . Se reactivaron las cepas infectando directamente a larvas de *G. mellonella* (M1, B1, B9). De los diferentes tratamientos en virulencia fue *M. anisopliae* (M1) quien obtuvo mayor mortandad con 96 % a una concentración de $1x10^5$ esporas/ml, seguido del aislado de *B. bassiana* (BbC) con 86% a una concentración de $1x10^6$ esporas/ml. La virulencia de M1 concuerda con lo descrito por Vejar-Cota (2016) quién menciona la alta virulencia que posee *M. anisopliae* sobre lepidópteros en laboratorio.

En la propagación de los HE usando el método bifásico, se obtuvo una producción de $3.6x10^{10}$ esporas/ml para M1 y $2.7x10^9$ esporas/ml para BbC que es aproximado a lo que obtuvo Vejar-Cota (2016), ya que la diferencia radica en las necesidades nutrimentales de las dos especies, lo que complica la obtención de una mayor cantidad de esporas en *B. basssiana.*

En la formulación utilizando el método de secado por aspersión se continúa trabajando, esperando realizar últimas pruebas en agosto del presente año y hacer un análisis de varianza con productos comerciales en laboratorio.

CONCLUSIONES

El ciclo de vida de H. virescens en laboratorio es de un mes a dos meses en temporadas de frío, mientras en campo suele ser de un mes durante estaciones calurosas y no presentarse en estaciones frías.

El aislamiento de hongos entomopatógenos muestra problemas en la biota del suelo, principalmente por la alcalinidad que se está presentando en suelos cultivados y suelos no cultivados circundantes.

Metarhizium anisopliae (M1) aislada previamente de suelo agrícola del norte de Sinaloa posee mayor virulencia a una concentración baja ($1x10^5$ esporas/ml) que B.bassiana para H. virescens.

El encapsulado usando secado por aspersión posee la ventaja en reducción de costos por materiales, equipo y mayor vida de anaquel por sobre otros métodos, depende de los materiales de la matriz pared que se utilicen.

BIBLIOGRAFÍA

Food and AgricultureOrganization of UnitedNations. AGP- Agriculture and soilbiodiversity. [En línea] http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/spi/soil-biodiversity/agriculture-and-soil-biodiversity/en/ [Visto en Enero 2016].

García G. y Félix H. 2014. Técnicas de caracterización de suelos y abonos orgánicos. Fundación Produce. México. 149pgs

Hernández A. y Hansen A. 2012. Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos. Rev. Int. Contaminación Ambiental 27 (2) 115-127, 2011.

Inglis, G.D., J. Enkerly, y M.S. Goettel. 2012. Laboratory techniques used for entomopathogenic fungi: Hypocreales, pp. 189-253. *In* L.A. Lacey [ed.], Manual of Techniques in Invertebrate Pathology. Academic Press, London.

Nava P.E. 2012. Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. Rev. Ra Ximhai Vol. 8:3. 17-29.

Pandey A. y Varshneya I. 2010. ENTOMOGENOUS FUNGI: Formulation and host specificity of entomogenous fungi Beauveria basssiana and Metarhizium anisopliae against lepidopterous insects. Lambert Academy Publishing. Páginas 145.

Zimmermann G. (1986). The Galleria bait method for detection of entomopathogenic fungi in soil. Journal of Applied Entomology. 102: 213-315

PRODUCTIVIDAD DE RABANITO (*Raphanus sativus* L.) BAJO DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA CON GALLINAZA

Ana Leticia Romo-Hernández[18],
Roberto Carranza-De la Rosa[1],
Emilio Olivares-Sáenz[19],
Jesús Martínez-De la Cerda[2],
Lidia Rosaura Salas-Cruz[1]

RESUMEN

Las hortalizas son fundamentales en la alimentación humana, e integran un grupo muy diverso de especies vegetales; en México, debido a la diversidad de climas y suelos es posible producir alrededor de 70 variedades de hortalizas durante todo el año; sin embargo, en el estado de Nuevo León es necesario incentivar la producción de dichos vegetales, encontrando nuevas alternativas de fertilización, que sean económicas y más eficientes. Por tal motivo, se evaluó la respuesta a la fertilización orgánica con gallinaza en el cultivo de rabanito, en la comunidad de La Ascensión, Aramberri, Nuevo León. Se aplicaron cuatro dosis de fertilización (250, 500, 750 y 1000 g/m lineal), las variables agronómicas evaluadas fueron: ancho y largo de hoja cotiledonal, ancho y largo de hoja verdadera, número de hojas, altura de planta, peso total de la planta, diámetro polar y ecuatorial del fruto, longitud de raíz, diámetro de base foliar, diámetro de cuello radicular y consistencia del fruto. Además, se evaluó el porcentaje y velocidad de germinación. Las diferentes dosis de gallinaza contribuyeron a incrementar las variables agronómicas evaluadas. El rendimiento en un área de 307.42 m^2 es de 51.195 Kg. Una superficie de una hectárea tendrá un rendimiento de 1.6 toneladas de rabanito. El mejor rendimiento se obtiene aplicando una dosis de gallinaza de 1000 g por metro lineal.

PALABRAS CLAVE:
Hortalizas, Rábano, Nuevo León, Rendimiento.

INTRODUCCIÓN

Las hortalizas ocupan un lugar importante entre la alimentación diaria de la población, forman parte fundamental de la tradición gastronómica de nuestro país, ya que poseen un alto valor nutrimental. En la región norte de México, las hortalizas han cobrado un auge sorprendente en los últimos años en cuanto a superficie sembrada (1335 hectáreas) según lo reportado por SIAP, (2015), específicamente en el estado de Nuevo León, se presenta una diversidad de climas y ambientes que hace posible la siembra de numerosos cultivos a lo largo del año (Foroughbakhch *et al*., 2010).

No obstante, la comunidad de La Ascensión, localizada en el sur de Nuevo León, no produce hortalizas destinadas al comercio; se ha caracterizado por ser un importante productor regional de ajo (*Allium sativum*) y maíz (*Zea mayz*), generando actividad de gran importancia económica para la comunidad, así mismo los productores se han enfocado solamente al cultivo de estas dos especies antes mencionadas fertilizando el suelo con productos químicos. Por lo tanto, es importante que se busquen alternativas de fertilización viables; así como las técnicas de

[18] Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, [1]Unidad Académica-experimental "La Ascensión", [2]Campus de Ciencias Agropecuarias. letiziha_@hotmail.com
[19] Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, [2]Campus de Ciencias Agropecuarias.

agricultura orgánica, reduciendo en cierta escala el uso de agroquímicos, logrando buenos rendimientos para fortalecer así la agricultura en esta región.

Debido al incremento en el costo de los fertilizantes químicos y a la contaminación que algunos propician en el ambiente cuando se utilizan irracionalmente, es necesario encontrar nuevas alternativas de fertilización, que sean económicas y más eficientes. La utilización de los abonos orgánicos como una alternativa de agricultura, surge como complemento para satisfacer la necesidad de restituir a los suelos los minerales que se extraen de ellos (Paneque y Calaña, 2004). De la misma forma, es una manera de aprovechar las habilidades de los organismos que reemplazan o complementan a los fertilizantes y pesticidas (Rosset y Altieri, 1994; Nova, 1999 citado por Vega *et al*., 2006).

La aplicación de abonos orgánicos procesados (compost y humus de lombriz) en el cultivo del pepino permitieron obtener rendimientos superiores que cuando se usa cachaza, trayendo consigo beneficios económicos y ecológicos. En invernadero, el mayor contenido de potasio en el suelo se logró con la aplicación de compost, mientras que los mayores valores de fósforo se alcanzaron con la aplicación de cachaza. Vega *et al*., (2006).

Las diferentes características físicas y químicas de las excretas aviares, le atribuyen cualidades para ser utilizada, ya sea como abono o como alimento para animales, siempre y cuando sea transformada o procesada y así garantizar no solo su calidad como subproducto, sino su aporte al bienestar del medio ambiente (Estrada,2010).

Uno de los cultivos que llama la atención por sus distintas variedades adaptables a las condiciones edafoclimáticas de La Ascensión es el rabanito (*Raphanus sativus L.*). El origen del rabanito se ha situado en China, aunque se considera que han sido los antiguos egipcios los primeros que supieron aprovechar sus virtudes. La dieta habitual de los egipcios, reservaba un papel fundamental a alimentos tales como el ajo, la cebolla, el pepino y el rábano, los cuales proporcionaban un buen aporte energético, así como una mejor protección contra las enfermedades. Posteriormente, el rábano también fue muy valorado en las culturas griega y romana, siendo estos últimos los responsables de la difusión de su consumo por toda Europa.

Gómez (2011), afirma que los fertilizantes orgánicos aumentaron significativamente el crecimiento y desarrollo del cultivo de rábano. Desde el punto de vista agrícola y económico, se puede incrementar y mantener la productividad de forma sostenible del cultivo de rábano. En la producción de rábano rojo, Gómez y Pérez (2008), reportaron que el producto más adecuado para la fertilización orgánica es el compost propio, este fertilizante presenta buenos resultados en todas sus concentraciones, obteniendo valores de producción crecientes en relación directa con la dosis aplicada.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar la productividad en cultivo de rábano fertilizado con gallinaza en la comunidad de La Ascensión, Aramberri, Nuevo León. Considerando que, al adicionar gallinaza al suelo, la productividad del rabanito será incrementada y dará mejores resultados con respecto al rendimiento, con al menos uno de los tratamientos (dosis de gallinaza).

MATERIALES Y METODOS

Localización del área de estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el campus agrícola de la Facultad de Agronomía, Unidad La Ascensión, Aramberri, Nuevo León, México.

Materiales

Los materiales empleados durante la investigación, se describen en el Cuadro 1.

Cuadro1. Materiales empleados en la fase experimental.

Material	Cantidad y/o especificación
Fertilizante orgánico	160 Kg de gallinaza VertiaMeyfer ®
Germoplasma	8, 000 semillas de rábano variedad RadishHMX0770F1
Equipo de riego	Manguera Lay Flat de 4" - Manguera para conector Cintilla con goteros a 30 cm – Válvula - Hidrante Codo de aluminio 4"
Vernier digital	1
Cinta métrica	3m
Banderas de señalización	20
Cámara germinadora	Seedburo®
Tractor con implementos agricolas	1

Metodología

El día 13 de Octubre de 2016, se llevó a cabo la siembra del cultivo de rabanito (*Raphanus sativus L.*) variedad Radish HMX 0770 F1, colocando la semilla en surcos de 4m de longitud a una distancia entre semillas de 8 cm y profundidad de 0.4 cm.

La fertilización se realizó un día después de la siembra, vertiendo las diferentes dosis de gallinaza encima de los surcos, previamente pesadas en botes de plástico; en base a la regla de aplicación de gallinaza: 1 Tonelada de gallinaza/ha.

Durante el experimento la humedad relativa del sitio fue considerablemente alta, El riego de las semillas se realizó seis días después de la siembra, se aplicó riego por goteo con cintilla. Se regó con frecuencia de 10 días por lapso de 4 horas; aplicándose una lámina de 170 ml en cada emisor, con un gasto total de 1,360 L en las cuatro horas del riego. La finalidad de regar las plantas cada 10 días se justifica con la elevada humedad relativa que prevaleció en el sitio, regularmente <60%, de esta forma se evita la enfermedad por exceso de humedad "Dumping off". La lámina de riego fue de 270mm, cantidad suficiente para cubrir la longitud radicular del cultivo de rabanito.

Las variables agronómicas evaluadas fueron las siguientes:

a) Velocidad de germinación en germinadora (comparación de variedades) y a campo (comparación de tratamientos).
b) Ancho y largo de hoja cotiledonal*. Se utilizó un vernier digital, haciendo el conteo a una hoja por planta.
c) Ancho y largo de hoja verdadera*. Igual que anterior.
d) Número de hojas*. Se contabilizó de forma manual el número de hojas de cada planta seleccionada.

e) Altura de planta*. Se midió con ayuda de un vernier de la base foliar hasta el ápice de la hoja más alta.
f) Peso total de la planta*. Consistió en la extracción individual de los órganos de la planta: hoja y fruto comercial, lavados con agua para eliminar la tierra y secándose posteriormente con papel secante y después se pesaron en una báscula digital: f1) hoja, f2) fruto.
g) Diámetro polar y ecuatorial del fruto
h) Longitud de raíz
i) Diámetro de base foliar
j) Diámetro de cuello radicular
k) Consistencia del fruto. Se registró por medio de observación y comparación de la parte comestible del fruto, donde basados en la porosidad y perdida de humedad se calificaba su consistencia.

Para la evaluación de las variables, se tomaron al azar 10 plantas por cada una de las 20 unidades experimentales.

Para la evaluación de la velocidad de germinación en laboratorio, se contabilizaron cien semillas de rábano variedad Radish HMX 0770, variedad Red Jewel y variedad Red Castle. Se colocaron en cajas Petri, adicionándole 30 ml de agua y se introdujeron en la germinadora a una temperatura de 30°C, diariamente se contabilizó la germinación. La velocidad de germinación en campo se contabilizó conforme emergían las plántulas del suelo.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos, un testigo y 4 repeticiones de cada uno. Para el ordenamiento de los tratamientos se llevó a cabo un sorteo, para así lograr establecer al azar los cuatro tratamientos y el testigo en cada una de las cuatro repeticiones.

T1.) Gallinaza 250 gr/m lineal

T2.) Gallinaza 500 gr/m lineal

T3.) Gallinaza 750 gr/m lineal

T4.) Gallinaza 1000 gr/m lineal

Testigo.) Sin gallinaza

Cada tratamiento consistió de 4 surcos de 4m a una distancia entre surcos de 80 cm.

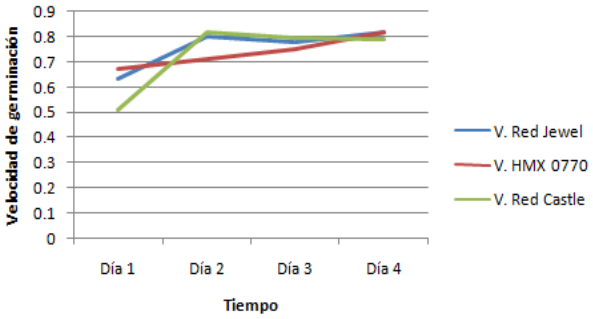
Resultados y Discusión

Para el análisis de germinación en laboratorio de las variedades agronómicas evaluadas, los resultados mostraron grandes diferencias entre cada uno de los tratamientos, el cuadro 2 muestra la velocidad de germinación registrada en laboratorio para tres variedades de rábano.

En la Figura 1 y Cuadro 2 se observa el comportamiento de la velocidad de germinación de las semillas de rábano variedad Radish HMX 0770, Red Jewel y Red Castle, donde es notable un comportamiento constante en la velocidad de germinación, en el día 4 las tres variedades habían cubierto el 99% de la germinación.

Cuadro 2. Comportamiento promedio de velocidad de germinación en laboratorio de tres variedades de rábano (*Raphanus sativus L*)

	Variedades		
Días	Red Jewel F1	Radish HMX 0770 F1	Red Castle F1
1	0.63	0.67	0.51
2	0.8	0.71	0.82
3	0.78	0.75	0.8
4	0.82	0.82	0.79



Para la variable velocidad de germinación en campo, las semillas del testigo tuvieron una acelerada actividad germinativa durante los días 1 y 2, disminuyendo esta actividad en los siguientes cuatro días. La velocidad de germinación de las semillas en el testigo, fueron superadas por las semillas de las dosis de 500g de gallinaza (T2), 750g de gallinaza (T3) y 1000g de gallinaza (T4) en los días 3 y 4, mientras que las semillas fertilizadas con 250 gr de gallinaza (T1), presentaron un alto índice de germinación durante los días 3, 4, 5 y 6 superando al resto de los tratamientos (Figura 2 y Cuadro 3).

Cuadro 3. Velocidad de germinación en campo de *R. sativus* variedad Radish HMX 0770 F1.

	Germinación de semillas		
Tratamientos	Día 1	D2	D3
T1	0.76	0.97	0.96
T2	0.88	0.96	0.95
T3	0.733	0.95	0.94
T4	0.85	0.95	0.94
Testigo	0.96	0.96	0.95

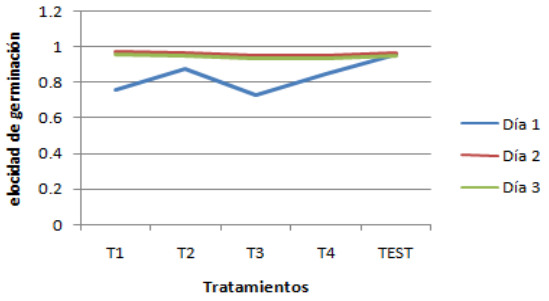


Figura 2. Velocidad de germinación en campo para rábano variedad Radish HMX 0770 F1.

Las hojas falsas o cotiledonales presentaron mayor tamaño con la dosis de 750g (T3), seguidas por 500g (T2) y 1000g de gallinaza (T4). Las hojas con menor tamaño se presentaron en las plantas con 250g de gallinaza (T1) y testigo (Figura 3 y Cuadro 4).

Cuadro 4. Diámetro de hoja cotiledonal (mm) de rábano variedad Radish HMX 0770 F1.

Tratamiento	Ancho	Largo
T1	22.06	17.87
T2	24.25	19.77
T3	25.48	19.95
T4	24.14	19.02
Testigo	19.98	15.4

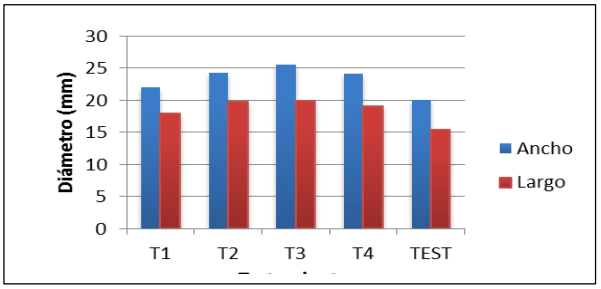


Figura 3. Diámetro de hoja cotiledonal

Las hojas verdaderas con dimensiones superiores al resto se presentaron en plantas fertilizadas con 1000g de gallinaza (T4), seguidas por hojas de plantas fertilizadas con 750g de gallinaza (T3) y 500g de gallinaza (T2). Las hojas con dimensiones inferiores se presentaron en plantas fertilizadas con 250g de gallinaza (T1) y plantas testigo (Figura 4 y Cuadro 5).

Cuadro 5. Diámetro de hoja verdadera (mm) de *R. sativus* variedad Radish HMX 0770 F1.

Tratamientos	Ancho	Largo
T1	38.19	59.58
T2	41.48	67.9
T3	49.86	75.78
T4	55.32	86.46
Testigo	42.33	61.37

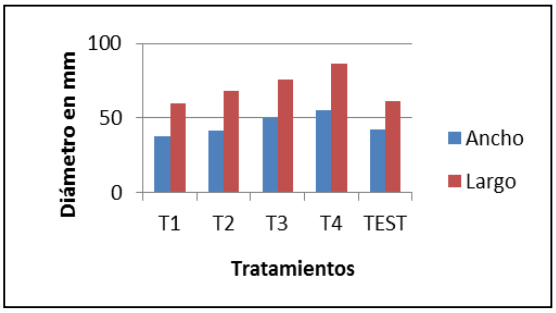


Figura 4 .Diámetro de hoja verdadera bajo diferentes

El tratamiento 4 (1000g de gallinaza) generó plantas con mayor número de hojas, seguido por los tratamientos 3 (750g de gallinaza), 2 (500g de gallinaza) y 1(250g de gallinaza). Las plantas con menor número de hojas fueron las plantas del testigo (Cuadro 6 y Figura 5).

Cuadro 6. Número de hojas de rábano (*R. sativus* L) variedad Radish HMX 0770 F1.

Tratamiento	Hojas
T1	10.92
T2	10.9
T3	10.67
T4	11.44
TEST	9.32

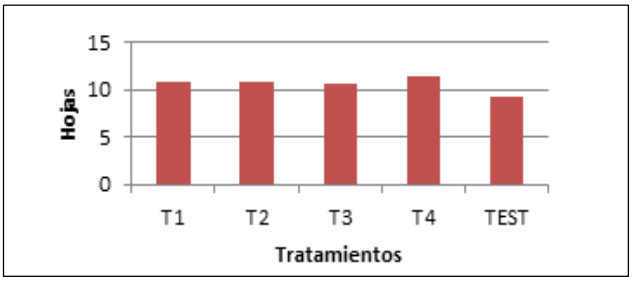


Figura 5. Número de hojas

El mayor peso de hojas lo presentaron plantas fertilizadas con 750g de gallinaza (T3), seguidas por 1000g (T4), 500g (T2) y las plantas del testigo. Las hojas con peso inferior lo presentaron las plantas fertilizadas con 250g de gallinaza (T1). (Figura 6 y Cuadro 7).

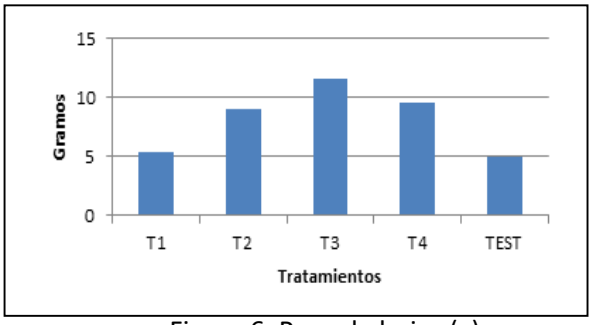


Figura 6. Peso de hojas (g)

Cuadro 7. Peso (g) de hojas de rábano variedad Radish HMX 0770 F1.	
Tratamiento	Peso
T1	5.45
T2	9.06
T3	11.6
T4	9.6
Testigo	5

Los frutos con mayor peso fueron los obtenidos de plantas fertilizadas con 1000g de gallinaza (T4), seguidas por 750g (T3), 500g (T2) y la dosis de 250g (T1). Los frutos con peso inferior lo presentaron las plantas que no fueron fertilizadas (Testigo), (Figura 7 y Cuadro 8).

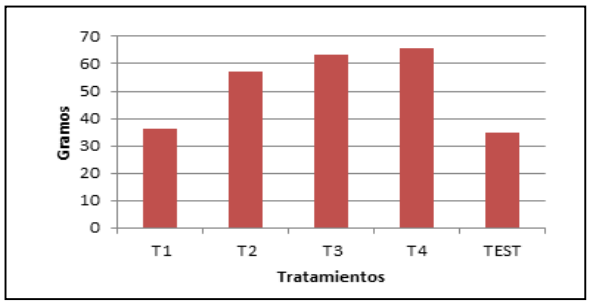


Figura 7. Peso de fruto en gramos

Cuadro 8. Peso de fruto (g) de rábano variedad Radish HMX 0770 F1.	
Tratamiento	Peso
T1	36.38
T2	57.16
T3	63.05
T4	65.47
Testigo	34.66

Las raíces con mayor longitud fueron obtenidas con 750 gr de gallinaza (T3), seguidas por 1000 gr (T4), 500 gr (T2) y 250 gr (T1). Las raíces con menor longitud se obtuvieron de plantas que no fueron fertilizadas (Testigo), (Figura 8 y Cuadro 9).

Cuadro 9. Longitud radicular (mm) de rábano variedad Radish HMX 0770 F1.	
Tratamiento	Longitud
T1	83.21
T2	88
T3	90.56
T4	90.43
TEST	77.5

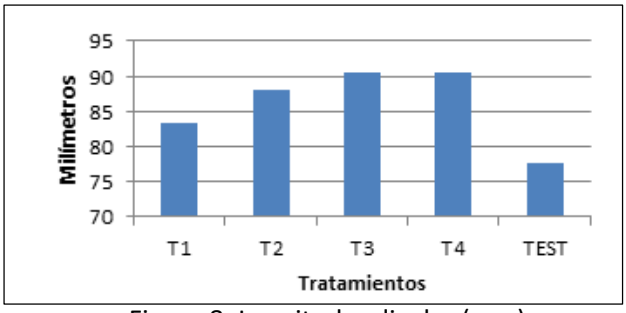


Figura 8. Longitud radicular (mm)

Los mayores diámetros polares se obtuvieron en plantas con 1000g (T4), 750g (T3) y 500g (T2) de gallinaza, de forma muy similar. Los diámetros polares inferiores se obtuvieron con dosis de 250g (T1) y plantas no fertilizadas (Testigo). El diámetro ecuatorial de mayor dimensión lo obtuvieron las plantas con 1000g de gallinaza (T4), seguidas por 750g (T3), 500g (T2) y 250g de gallinaza (T1). El diámetro polar de menor dimensión se obtuvo de las plantas no fertilizadas (Testigo), (Figura 9 y Cuadro 10).

Cuadro 10. Diámetro polar y ecuatorial del fruto (mm) de rábano variedad RadishHMX 0770F1.

Tratamiento	D. Polar	D. Ecuatorial
T1	40.02	46.02
T2	42.55	55.43
T3	44.55	59.26
T4	44.89	60.46
TEST	38.17	42.04

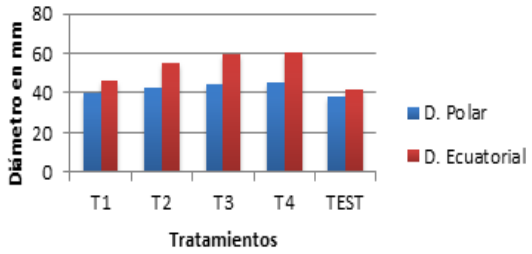


Figura 9. Diámetro polar y ecuatorial en milímetros

Los diámetros de la base foliar con mayores dimensiones se presentaron en plantas fertilizadas con 1000g (T4) y 750g de gallinaza (T3), seguidas por la dosis de 500g de gallinaza (T2) y después con 250g de gallinaza (T1). Las plantas con menores dimensiones en el diámetro de la base foliar fueron las que no tuvieron fertilización; testigo (Cuadro 11 y Figura 10).

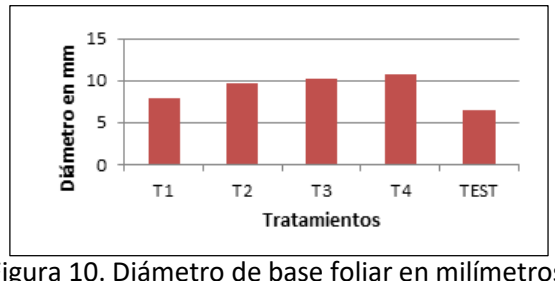


Figura 10. Diámetro de base foliar en milímetros

Cuadro 11. Diámetro de la base foliar (mm) de rábano variedad Radish HMX 0770 F1.

Tratamiento	Diámetro
T1	7.9
T2	9.62
T3	10.14
T4	10.8
TEST	6.43

Los diámetros de la base foliar con dimensiones superiores al resto lo presentaron las plantas fertilizadas con 1000g (T4), seguidas por el testigo (plantas que no fueron fertilizadas), después la dosis de 750g de gallinaza (T3). Las dimensiones del diámetro del cuello radicular fueron muy similares entre los tratamientos T2 (500g de gallinaza) y T1 (250g de gallinaza), siendo estos diámetros inferiores al resto (Cuadro 12 y Figura 11).

Cuadro 12. Diámetro de base radicular (mm) de rábano variedad Radish HMX 0770 F1.

Tratamiento	Diámetro
T1	3.72
T2	3.94
T3	4.48
T4	4.4
TEST	3.38

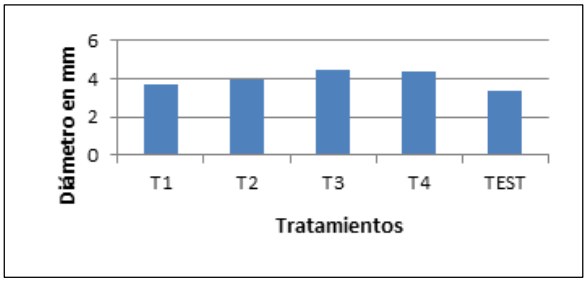


Figura 11. Diámetro de la base radicular en mm

Las plantas con mayor altura en mm, fueron las fertilizadas con 1000g de gallinaza (T4), seguidas por la dosis de 750g (T3), después la dosis de 500g de gallinaza (T2).
La altura de las plantas tratadas con dosis de 250g de gallinaza (T1) y las no fertilizadas (Testigo) tuvieron gran similitud; ya que presentaron menor altura que el resto (figura 13 y cuadro 14).

Cuadro 13. Altura de la planta (mm) de rábano variedad Radish HMX 0770 F1.

Tratamiento	Altura
T1	69.69
T2	77.5
T3	84.08
T4	87.48
Testigo	63.51

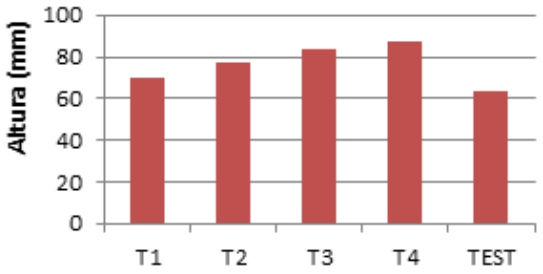


Figura 12. Altura de planta (mm)

Al momento de la cosecha la obtención del fruto comercial presentó consistencia esponjosa, siendo los frutos de las plantas fertilizadas con 250g de gallinaza (T1) los que presentaron un alto porcentaje de consistencia esponjosa en comparación con el resto, seguidos por los frutos de plantas fertilizados con dosis de 750g de gallinaza (T3), después de los frutos de plantas que no fueron fertilizadas (Testigo). Los porcentajes más bajos de consistencia esponjosa se presentaron en frutos de plantas fertilizadas con dosis de 500g (T2) y 1000g de gallinaza (T4). (Cuadro 14 y Figura 13).

En post cosecha no se obtuvieron diferencias en cuanto a la consistencia esponjosa del fruto. Más del 50% de los frutos de plantas fertilizadas con dosis de 1000g de gallinaza (T4), 750g de gallinaza (T3), 500g de gallinaza (2) y 250g de gallinaza (T1), presentaron frutos con consistencia esponjosa, mientras que los frutos de las plantas que no fueron fertilizadas (testigo) presentaron menor porcentaje de consistencia esponjosa.

Cuadro 14. Porcentaje de consistencia esponjosa del fruto de rábano variedad Radish HMX0770F1.

Tratamiento	Porcentaje
T1	14.89
T2	7.5
T3	15
T4	5
TEST	10

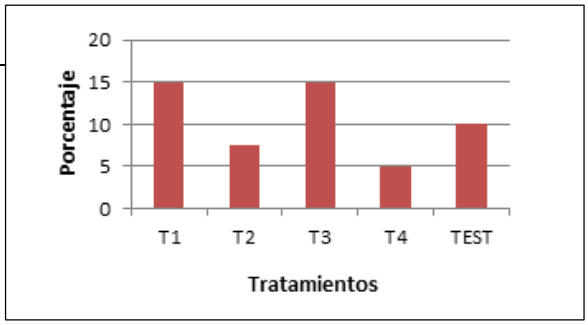


Figura 13. Porcentaje de consistencia esponjosa en el fruto

CONCLUSIONES

La adición de gallinaza al suelo incrementa la productividad y rendimiento de *Raphanus sativus* L. variedad Radish HMX 0770 F1. Las diferentes dosis de gallinaza contribuyeron a incrementar las variables agronómicas evaluadas. El rendimiento en un área de 307.42 m^2 es de 51.195 Kg. Una superficie de una hectárea tendrá un rendimiento de 1.6 toneladas de rabanito. El mejor rendimiento se obtiene aplicando una dosis de gallinaza de 1000g por metro lineal. La dosis de 250g de gallinaza al suelo, por su ligereza no impide ni retrasa la rápida emergencia de las plántulas germinadas. El tratamiento con valores más bajos fue el tratamiento con dosis de 250g de gallinaza, seguido por el testigo.

La adición de gallinaza al suelo, como fuente de nutrientes para la planta logra que el fruto (rabanito) presente un tamaño y peso superior; así también lo fortalece para conservar su vida en campo, pudiéndose prolongar el periodo de cosecha de dicha hortaliza de temporada fresca. La variedad de rabanito Radish HMX 0770 F1 presenta un buen índice de germinación y buena emergencia de plántulas. Esta variedad acepta bien la fertilización orgánica por medio de gallinaza, obteniéndose excelentes resultados de producción; además de ser altamente resistente a bajas temperaturas; tolerando temperaturas inferiores a los 5°C y presentando resistencia parcial a las heladas, regenerando su follaje cuando es afectado por heladas severas. Desde el punto de vista agronómico y económico el rendimiento del rabanito, variedad Radish HMX 0770 F1 puede ser aumentado de manera sostenible con la adicción de gallinaza al suelo, mejorando de esta forma la estructura del terreno donde se establezca el cultivo.

LITERATURA CITADA

Estrada P.M.M. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Revista Lasallista de Investigación. 2:1-5.

Gómez A.R., Lázaro J.G., León N.J. 2008. Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y rábano (*Raphanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco. Uciencia 24 (1):11.

Gómez. P.L. 2011. Evaluación del cultivo de rábano (*Raphanus sativus L.*) bajo diferentes condiciones de fertilización orgánica e inorgánica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro División de Agronomía. Tesis: Ingeniero en Agrobiología. 54pp.

Gómez. P., Pérez J. 2008. Efectos sobre el cultivo de rábano rojo (*Raphanus sativus, L*.) de tres fertilizantes orgánicos. VIII Congreso SEAE Murcia. Disponible en línea: https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2009/eventos-seae/cds/congresos/actas-bullas/seae_bullas/verd/posters/9%20P.%20FER/fer6.pdf

Mullo. G.I. 2012. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Tesis: Ingeniero Zootecnista. 68p.

FAO. 1996. Enseñanzas de la revolución verde: hacia una nueva revolución verde. Cumbre Mundial sobre la Alimentación, Roma Italia. Disponible en línea: http://www.fao.org/docrep/003/w2612s/w2612s06.htm

Vega. R. E. Rodríguez. G. R. De Cárdenas. L. M. Almaguer. SM. A. Serrano G. N. 2006. Abonos orgánicos procesados como alternativa de sustrato de cultivos organopónicos de invernadero. Naturaleza y Desarrollo. 1, Vol. 4. 34p.

INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE AZUFRE EN EL SUELO SOBRE LA DIVERSIDAD DE MICORRIZAS ARBUSCULARES

Flor Silvestre Hernandez – Hernandez[1*]
Rosalinda Mendoza -Villarreal[1]
Valentín Robledo -Torres[1]
Laura Verónica Hernández -Cuevas[2]
Antonio Cárdenas- Flores[3]

RESUMEN

En México La deficiencia de azufre es poco estudiada y la cifra de deficiencias son alarmantes en suelos de la región norte del continente americano. Existen microorganismos como las micorrizas que ayudan a asimilar este nutriente sin embargo son pocos o nulos los estudios sobre la relación que existe en la concentración de este elemento y la presencia de diferentes morfoespecies en base a las concentraciones de este elemento. Es por ello que la investigación tiene como objeto determinar la población y diversidad de micorrizas en base al contenido de azufre presente en el suelo y así hacer un uso eficaz y eficiente de estos microrganismos. Se estudiaron suelos con mediano, alto y muy alto contenido de azufre (S). Se realizó una extracción de esporas por el método de tamizado húmedo y decantación (Gerderman y Nicolson, 1963), seguido por centrifugación en un gradiente de sacarosa 2 M a 3500 rpm durante 5 min, de la muestra obtenida se realizó conteo y caracterización morfológica. Para el procesamiento de los datos de número de esporas se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación de medias Tukey (≤ 0.05). De acuerdo a los resultados obtenidos el suelo con alto contenido de Azufre (S1) presentó mayor número de esporas y diversidad morfológica en comparación de Z2 y P3 quienes se clasifican con mediano y muy alto contenido de azufre respectivamente. El número de esporas y diversidad morfológica es influenciado por las concentraciones de azufre presentes en el suelo.

Palabras clave: morfotipos, micorrizas, concentraciones, azufre

[1]Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.
[2] Centro de Investigación en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Tlaxcala., México.
[3]Centro de Investigación de Química Aplicada. Saltillo, Coahuila.
*e-mail: fungi_dap@outlook.es

INTRODUCCIÓN

Años atrás el azufre se consideró como un elemento contaminante del ambiente, en consecuencia, surgieron normativas para reducir las emisiones del elemento a la atmósfera, provocando un desbalance en el ciclo global de azufre, estas legislaciones trajeron como respuesta que el contenido de azufre ya era insuficiente en suelos donde se practica la agricultura intensiva (Corrales-Maldonado et al.2014). En base a la problemática que se originó el azufre (S) paso a ser un macronutriente esencial para el desarrollo de las plantas (Takahashi *et al* ., 2011a), sin embargo se reportó que la disponibilidad de azufre (S) en los suelos de tierra agrícola se encuentra muy por debajo de los niveles recomendados para los cultivos (Giovannetti et al., 2014). Las cifras de deficiencia de este elemento son alarmantes en suelos de la región norte del continente americano y pocos como Lazcano-Ferrat (2013) habla sobre esta problemática. En

México La deficiencia de azufre es poco estudiada (Randazzo, 2009), y sobre todo en la búsqueda de alternativas para minorizar el problema. El uso de hongos micorrícicos arbusculares son muy estudiados en el aspecto de la nutrición de las plantas sobre todo en la vía de absorción del ion fosfato(Smith & Smith, 2011) así como transportadores de amonio (Gómez *et al* ,. 2009 ; Guether *et al* ., 2009a ; Kobae *et al* ., 2010). Sin embargo la funcionalidad de las concentraciones de azufre sobre las poblaciones de HMA ha sido poco estudiada.
Por lo citado anteriormente la presente investigación tiene como objetivo determinar la población y diversidad micorrícica en base a la concentración de azufre en el suelo y así poder proporcionar una herramienta más para hacer un uso eficaz y eficiente de las morfoespecies de micorrizas.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, México (25 ° 23 'de latitud norte y 101 ° 02' de longitud oeste).

Muestreo de suelo

En noviembre del 2015, se tomaron muestras de suelo de 1 kg en áreas naturales de los municipios de Parras, Zaragoza y Saltillo Coahuila es importante mencionar que el contenido del elemento azufre (S) es diferente en cada región de estudio. La muestra se tomó en la rizosfera de girasol silvestre con un perfil de 0-30 cm de profundidad se utilizó el método de zig-zag (ICA, 1992). Se colectaron un total de 20 muestras de 1 kg.

Las muestras de suelo se mezclaron para formar una muestra compuesta para el análisis azufre (S) y caracterización de hongos micorrícicos arbusculares (HMA).

Análisis de azufre (S).

Este elemento se determinó con la metodología que establece el método turbidimétrico (ppm) (Moyano et al., 1997).

Extracción de esporas y conteo de esporas

Se realizaron 10 extracciones de esporas para obtener un promedio de cada localidad y realizar el análisis correspondiente. La extracción se realizó a partir de una muestra de suelo (100 g) utilizando el método de tamizado húmedo (tamices No. 50 µm,400 µm, y 325 µm y decantación (Gerderman y Nicolson, 1963), seguido por centrifugación en un gradiente de sacarosa 2 M a 3500 rpm durante 5 min. Las esporas sujetas a centrifugación fueron lavadas con agua destilada y retenidas por el tamiz de 325 µm. Una vez que se recuperó la muestra de esporas limpias se contaron usando un microscopio estereoscópico.

Preparación de laminillas y caracterización morfológica

Se realizaron agrupaciones de esporas de acuerdo a su forma, color y tamaño con ayuda de un microscopio estereoscopio objetivo 4x; posteriormente se realizaron montajes de 100 esporas por laminilla para determinar forma, color y tamaño de acuerdo a la descripción proporcionada por INVAM (2015), para determinar los diámetros se utilizó un microscopio compuesto con cámara integrada con el software 2.0 Dino capture objetivo 10 X.

Análisis estadístico

Para el procesamiento de los datos de número de esporas, se utilizó el paquete Statistical Analisys Systems (SAS) versión 9.0. Se realizo un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación de medias Tukey (≤ 0.05)

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Niveles de azufre

Es poco o nulo el estudio de las concentraciones de azufre (S) sobre la población de hongos micorrícicos arbusculares; en el cuadro 1 se muestra el contenido de azufre de cada uno de los suelos en estudio, observándose tres niveles desde mediano contenido, alto contenido hasta muy alto contenido de este elemento, mismo que será relacionado con la población de (HMA).

Cuadro 1. Contenido de azufre (S) en suelos de Saltillo (S1), Zaragoza (Z2) y Parras (P3)

Suelo en estudio	contenido de azufre (S) ppm	Clasificación
S1	23.8	Alto contenido
Z2	8.41	Mediano contenido
P3	339	Muy alto contenido

S1= suelo de Saltillo; Z2= suelo de Zaragoza; P3= suelo de Parras.

En la figura 1 y 2 se muestra el número y diversidad de esporas presentes en relación al contenido de azufre de los diferentes suelos en estudio (S1, Z2, P3).

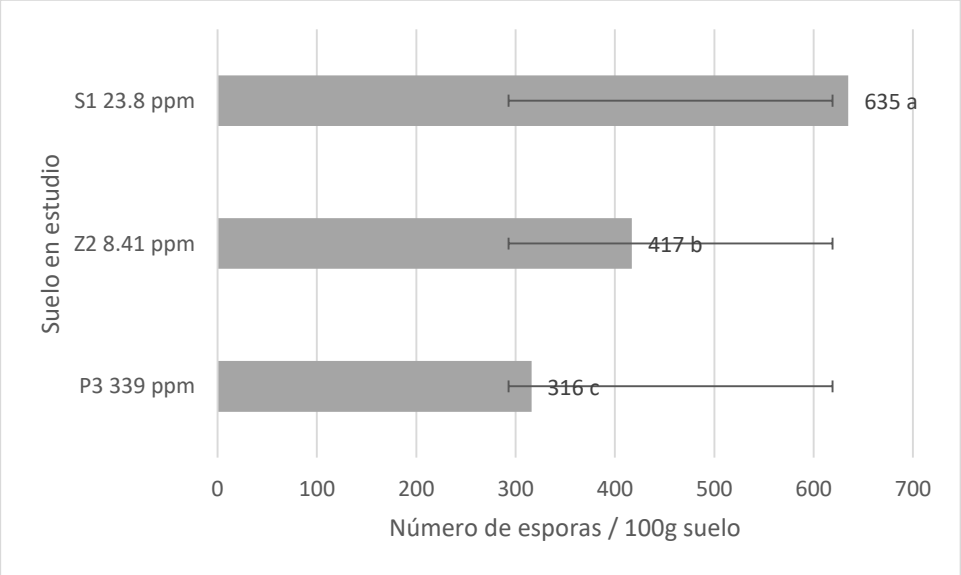


Figura 1. Numero de esporas de HMA en relación al contenido de azufre (S) en el suelo. S1= suelo de Saltillo; Z2= suelo de Zaragoza; P3= suelo de Parras. Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey ≤ 0.05).

De acuerdo al análisis estadístico realizado y la prueba de comparación de medias (Tukey ≤ 0.05) el S1 muestra diferencia significativa en cuanto a número y diversidad de esporas en comparación de Z2 y P3 respectivamente. Se observa que con 339 ppm (P3) de azufre es menor el número y diversidad de esporas (316) y con 23.8 ppm duplica la cantidad de esporas (635). Ahora si se

comparan las 339 ppm (P3) con 8.41 ppm (Z2) se aprecia que a menor contenido de azufre hay mayor número de esporas.

Estudios realizados por Alhendawi et al. (2005) mencionan que con Concentraciones baja de sulfato conducen a una disminución de los exudados de la planta y por lo tanto puede afectar la actividad microbiana del suelo esto debido a la baja disponibilidad de fotosintatos como fuente de carbono. En base a la referencia citada y comparada con el presente estudio se observa que con concentraciones medias de sulfato es mayor el número de esporas en comparación de las muy altas concentraciones del mismo, sin embargo, con un nivel alto se aprecia que el número de esporas es duplicado; entonces se puede decir que existe un nivel medio de la concentración de azufre para que se expresen las diferentes poblaciones de HMA. Estudios realizados por Casieri et al. (2012) en el trasncriptoma de plantas de *Medicago trucatula* con micorriza y sin micorrizas muestran que la colonización de las micorrizas depende de la concentración de azufre (S) presente. En base a lo mencionado anteriormente se puede atribuir que el número y diversidad de esporas presentes en el suelo puede estar relacionado con la concentración de azufre.

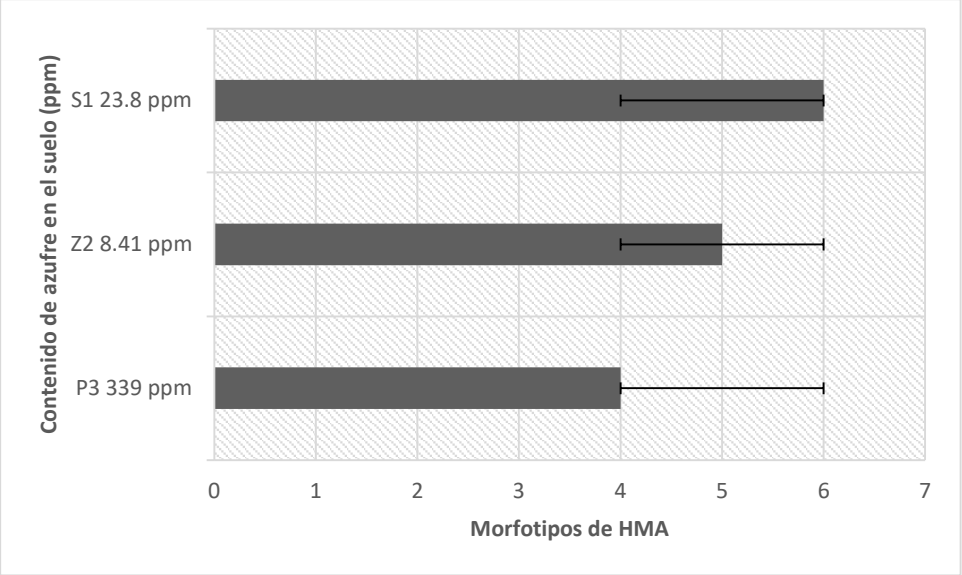
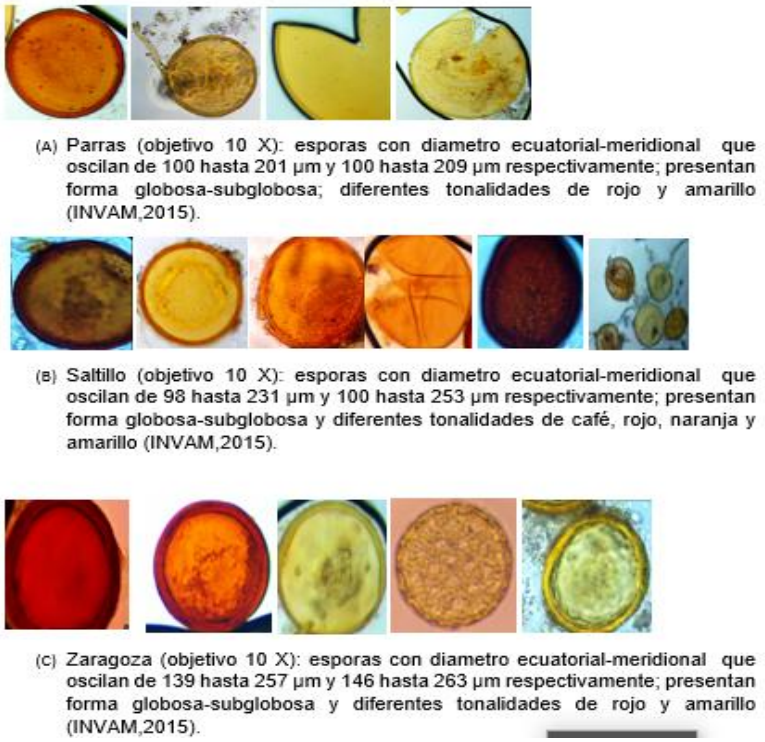


Figura 2. Diversidad morfológica de esporas de HMA en base al contenido de azufre (S) en el suelo. S1= suelo de Saltillo; Z2= suelo de Zaragoza; P3= suelo de Parras.

En la figura 3 se aprecia la morfología de los diferentes morfotipos en base al contenido de azufre en el suelo.



(A) Parras (objetivo 10 X): esporas con diametro ecuatorial-meridional que oscilan de 100 hasta 201 µm y 100 hasta 209 µm respectivamente; presentan forma globosa-subglobosa; diferentes tonalidades de rojo y amarillo (INVAM,2015).

(B) Saltillo (objetivo 10 X): esporas con diametro ecuatorial-meridional que oscilan de 98 hasta 231 µm y 100 hasta 253 µm respectivamente; presentan forma globosa-subglobosa y diferentes tonalidades de café, rojo, naranja y amarillo (INVAM,2015).

(C) Zaragoza (objetivo 10 X): esporas con diametro ecuatorial-meridional que oscilan de 139 hasta 257 µm y 146 hasta 263 µm respectivamente; presentan forma globosa-subglobosa y diferentes tonalidades de rojo y amarillo (INVAM,2015).

Figura 3. Caracteres morfológicos de esporas aisladas en suelos que presentan diferentes niveles de azufre (S)

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos un suelo con muy alto contenido de azufre (P3) presenta menor número de esporas y menor diversidad morfológica en comparación de los suelos que fueron clasificados con mediano (Z2) y alto contenido de azufre (S1).

Se aprecio un mayor número y diversidad de esporas en suelos con alto contenido de azufre (S1) seguido del mediano contenido (Z2) por tanto se puede decir que la concentración de azufre en el suelo es un factor que influye sobre el número y diversidad morfológica de esporas de hongos micorrícicos arbusculares.

El encontrar más o menos número y diversidad de esporas no es una respuesta negativa, si no una herramienta más para seguir estudiando las morfoespecies obtenidas con diferentes concentraciones de azufre, esto nos permitirá conocer las concentraciones ideales a las que trabajan este elemento los HMA y así poder hacer un uso eficaz y eficiente de estas morfoespecies.

LITERATURA CITADA

Alhendawi R. A., Kirkby E. A., Pilbeam D. J. (2005). Evidence that sulfur deficiency enhances molybdenum transport in xylem sap of tomato plants. *J. Plant Nutr.* 28 1347–1353.

Casieri L, Gallardo K, Wipf D. 2012. Transcriptional response of *Medicago truncatula* sulphate transporters to arbuscular mycorrhizal symbiosis with and without sulphur stress. *Planta* 235: 1431–1447.

Corrales-Maldonado, Vargas-Arispuro I, Vallejo-Cohén S y Martínez-Téllez MA (2014). Deficiencia de azufre en suelos cultivables y su efecto en la productividad. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud. 1: 38-44.

Gerderman, J; Nicholson, T (1963) Spores of mycorrhizal endogene species extracted from soil by wet sieving and decanting. J. BMS.46:235-244.

Gomez SK, Javot H, Deewatthanawong P, Torres-Jerez I, Tang Y, Blancaflor EB, Udvardi MK, Harrison MJ. (2009). *Medicago truncatula* and *Glomus intraradices* gene expression in cortical cells harboring arbuscules in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *BMC Plant Biology* 22: 10.

Guether M, Balestrini R, Hannah M, He J, Udvardi MK, Bonfante P. 2009a. Genome-wide reprogramming of regulatory networks, transport, cell wall and membrane biogenesis during arbuscular mycorrhizal symbiosis in Lotus japonicus. *New Phytologist* 182: 200–212.

ICA, Instituto Colombiano Agropecuario (1992) Fertilization de different crops. Fifth approximation. Manual of Tecnhical Extension No. 25. Bogotá: ICA. In Spanish.

INVAM (International culture collection of VA mycorrhizal fungi). (In line). Viewed July 19, 2015. Available http://invam.wvu.edu/the-fungi/species-descriptions.

Kobae Y, Tamura Y, Takai S, Banba M, Hata S. (2010). Localized expression of arbuscular mycorrhiza-inducible ammonium transporters in soybean. *Plant and Cell Physiology* **51**: 1411–1415.

Lazcano-Ferrat, I. (2013). El papel del azufre y el potasio en la producción de hortalizas de alta calidad en México. Documento publicado por: El Instituto Internacional de Nutrición de Plantas. http://www.ipni.net.ppiweb/iamex. nsf/$webindex/CE4605B3701F2B5506256AE80063C02C/$file/El+Papel.pdf Revisado el: 15 de Agosto del 2013.

Marco Giovannetti, Matteo Tolosano,Veronica Volpe, Stanislav Kopriva (2014). Identification and functional characterization of a sulfate transporter induced by both sulfur starvation and mycorrhiza formation in *Lotus japonicus.* New Phytologist. 204: 609-619.

Moyano O, M. E. (1997). Evaluación del método turbidimétrico para análisis de sulfatos en suelos. Viña del Mar: UTFSM-Sede Viña.

Randazzo, C. A. (2009). Sulfur-Essential to the fertilizer industry as a raw material, plant nutrient and soil amendment. The Sulfur Institute. En: 15th AFA International Annual Fertilizer Forum and Exhibition. Cairo, Egipto, del 10-12 de Febrero del 2009.

Smith SE, Jakobsen I, Grønlund M, Smith FA. (2011). Roles of arbuscular mycorrhizas in plant phosphorus nutrition: interactions between pathways of phosphorus uptake in arbuscular mycorrhizal roots have important implications for understanding and manipulating plant phosphorus acquisition. *Plant Physiology* 156: 1050–1057.

Takahashi H, Kopriva S, Giordano M, Saito K, Hell R. (2011a). Sulfur assimilation in photosynthetic organisms: molecular functions and regulations of transporters and assimilatory enzymes. *Annual Review of Plant Biology* **62**: 157–184.

EFECTO ANTIMICROBIANO DE NANOPARTÍCULAS DE COBRE OBTENIDAS A PARTIR DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS REGIONALES

Erick Guerrero-González[20]
Límbano Aguilar-López[1]
Rafael Betanzos-San Juan[1]
Sergio A. Águila-Puentes[1]

RESUMEN

La nanotecnología es un área de estudio versátil, la cual ha demostrado poder generar soluciones en distintos campos de aplicación, incluyendo los sectores alimenticios, electrónicos, médicos, ambientales, agropecuarios, entre otros. La generación de nuevas alternativas para el control de fitopatógenos en los procesos de cosecha y post-cosecha es vital para la economía agrícola nacional, sobre todo para los productores relacionados con la agricultura orgánica. El uso de nanopartículas metálicas puede proveer una mejor protección a las plantas y frutos debido a su mayor actividad y distribución de superficie, brindando una mayor protección con menor cantidad de metales, con lo que se pretende disminuir la cantidad de sales metálicas aplicadas en el campo, ayudando así a mejorar la calidad del suelo y cuerpos de agua. En el presente trabajo se realizó la síntesis de nanopartículas de cobre a base de diferentes fórmulas conformadas por extractos de algas marinas provenientes de las costas de Baja California y otros componentes orgánicos que sirven como adyuvantes y estabilizantes. También, dichas fórmulas fueron utilizadas en el tratamiento de papel grado alimenticio para analizar la protección antimicrobiana sobre Carica papaya en condiciones controladas. Como resultado, se obtuvieron nanopartículas ultra pequeñas de cobre de manera estable, que han demostrado ser eficaces para el control antimicrobiano de enfermedades como la antracnosis en el fruto del papayo durante su proceso de maduración después de la cosecha de la fruta en un periodo aproximado a 7 días, evitando la aparición de manchas y micelios sobre la cáscara de la fruta.

PALABRAS CLAVE

Nanotecnología, química verde, control de fitopatógenos, agricultura orgánica.

INTRODUCCIÓN

En México una gran cantidad de la producción agrícola total se pierde en los distintos procesos de su producción, que incluyen la siembra, crecimiento, cosecha, manejo, almacenamiento y transportación, debido a infecciones ocasionadas por distintos hongos y/o bacterias que alcanzan condiciones óptimas para su desarrollo y reproducción, sobre todo durante la maduración del fruto. Las estrategias tradicionales para reducir estas mermas se basan en programas integrales de rotación de cultivos, el uso de variedades de plantas sanas y resistentes, cambios en los periodos de siembra y el control biológico de las plagas. Si bien es cierto que estas estrategias pueden ser efectivas, con la industrialización de la agricultura, pueden no ser las más eficientes y económicas para la producción agrícola masiva. Razón por la cual, muchos productores agrícolas recurren a técnicas a base de compuestos químicos sintéticos que son más agresivos con el medio ambiente y el ser humano (Bravo-Mojica, 1999).

[20] *Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Departamento de Nanoestructuras.* erickonsta_22@hotmail.com, *aguila@cnyn.unam.mx*

Nanomateriales

El estudio de los materiales a escala nanométrica es recientemente una de las ramas más activas dentro de la nanociencia debido al descubrimiento de importantes propiedades dependientes de la forma y tamaño de los mismos. Un nanomaterial puede definirse como aquel que posee al menos una de sus dimensiones dentro de un rango de 1 a 100 nm de longitud y pueden estar compuestos de elementos de distinta naturaleza, incluyendo cristales, materiales porosos, a base de carbono, silicio, metales u óxidos metálicos. Las principales diferencias que presentan los nanomateriales con respecto a los materiales en bulto son: aumento del área superficial, que le permite un mayor contacto con la sustancia de interés, y desarrollo de propiedades ópticas, eléctricas y catalíticas para aplicaciones específicas (Jia et al., 2016).

Síntesis verde de nanopartículas

Hoy en día existen diferentes métodos para la producción de nanopartículas a partir de procesos físicos y químicos. Sin embargo, descubrimientos recientes han demostrado la capacidad de distintos sistemas biológicos que pueden realizar o asistir la síntesis de nanopartículas metálicas, como son: el uso de microorganismos, moléculas activas o extractos naturales. Por otra parte, la biosíntesis de nanopartículas metálicas basada en la química verde es un método amigable con el medio ambiente que evita el uso de productos químicos recalcitrantes, tóxicos y costosos, así como la producción de subproductos no deseados, disminuyendo la cantidad de energía y recursos renovables empleados siempre que sea posible. Recientes investigaciones en biosíntesis de nanomateriales usando extractos de plantas, han abierto una nueva era de métodos rápidos no tóxicos para producción de nanopartículas. Varios investigadores han reportado la biosíntesis de nanopartículas por medio de extractos de hojas de plantas y sus potenciales aplicaciones (Iravani, 2011).

Uso del cobre como control fitopatógeno

El cobre ha sido usado como fungicida y bactericida por largo tiempo debido a su control de amplio espectro y buena persistencia que pueden impedir o inhibir procesos vitales para hongos y bacterias. En general, el cobre es retenido fuertemente en la zona superficial del suelo y se mantiene prácticamente inmóvil, mostrando una elevada afinidad por los coloides del suelo y capacidad para formar complejos estables con compuestos orgánicos (Brumbaugh et al., 2014). La actividad antimicrobiana de las nanopartículas de cobre se ha investigado con diferentes microorganismos, tales como Salmonella sp., Pseudomonas sp., Staphilococcus sp., Bacillus sp., algunos tipos de coliformes, entre otros (Chatterjee et al., 2014).
En diversos artículos y manuales de control de plagas y enfermedades de la papaya se puede encontrar al cobre como un agente bactericida y antifúngico eficaz, siendo utilizado en diferentes mezclas a base de cobre metálico o sus sales, y teniendo buenos resultados para el control de enfermedades como la antracnosis. En Estados Unidos se utilizan fungicidas compuestos de cobre para control de enfermedades en café basándose en diferentes fuentes minerales compuestas por sulfatos u oxicloruros (Paez, 2003). Según Vázquez-García y colaboradores, el cobre agrícola es bueno como fungicida y bactericida mientras se utilicen en las dosis y condiciones que señalen las etiquetas de los productos y estos hayan sido previamente probados y analizados en pruebas de campo. Además, el cobre presenta la ventaja de ser considerado como un componente de origen natural y, por ende, puede ser empleado en el sector orgánico, sobre todo para mercado de exportación (Vázquez-García et al., 2010).
Por lo tanto, el presente trabajo pretende proponer nuevas alternativas basándose en los principios de la nanotecnología y la química verde para obtener productos con base orgánica para el control de fitopatógenos de interés agrícola que afectan al mercado. Por lo cual, se realizó la

síntesis y caracterización de nanopartículas de cobre obtenidas en base a distintas fórmulas conformadas por extractos de algas marinas y otros componentes considerados como orgánicos, así como ensayos cualitativos para analizar el efecto antimicrobiano de los compuestos sobre Carica papaya.

MATERIALES Y MÉTODOS

La confidencialidad del presente proyecto está protegida por distintos convenios y trámites de propiedad intelectual e industrial, por lo cual no se pueden revelar datos que comprometan la invención.

Localización del área de estudio

La investigación se realizó durante el periodo comprendido desde octubre del 2016 a marzo del 2017 en las instalaciones y laboratorios del Centro de Nanociencias y Nanotecnología (CNyN-UNAM) que se localiza en el Km. 107 de la Carretera Tijuana-Ensenada, con apartado postal 14 y código postal 22800, en Ensenada, Baja California, México.

Materiales

Se emplearon distintos tipos de algas marinas provenientes de la zona costera de Baja California, usando algas de origen natural y comercial para obtener un extracto líquido con la capacidad de disolver fácilmente distintas sales de cobre, incluyendo nitratos, sulfatos y oxicloruros de grado reactivo. Todos los reactivos fueron usados sin ninguna purificación adicional. Los experimentos se realizaron con agua desionizada, con una resistencia específica de 18.2 MΩ cm (25 °C), la cual fue obtenida con un sistema de purificación de agua Direct-Q 5 UV.

Síntesis de nanopartículas de cobre

Las mezclas de extractos, sales de cobre y otros componentes adyuvantes fueron sometidas a diferentes condiciones de pH, temperatura, tiempo de reacción y agitación hasta obtener un producto idóneo con la capacidad de producir y estabilizar nanopartículas de cobre ultra pequeñas.

Caracterización de nanomateriales.

La caracterización fisicoquímica y morfológica de los materiales se realizó por medio de las técnicas de Espectrofotometría Ultravioleta-Visible (UV-Vis) con un equipo Agilent Cary 60, analizando el espectro de los materiales con un barrido en la longitud de onda de 900 a 200 nm y una velocidad de barrido de 240 nm s^{-1} en volúmenes de 1 ml de muestra con celdas de cuarzo. También, se utilizó la Microscopia Electrónica de Transmisión (TEM) con un microscopio electrónico JEOL JEM-2100F, equipado con un detector de energía dispersiva de rayos X (EDS), fue utilizado para conocer el tamaño y morfología de las muestras. Los materiales se prepararon por dispersión en 2-propanol y se depositaron sobre rejillas de cobre.

Preparación de muestras y análisis del efecto antimicrobiano

Para la determinación del efecto antimicrobiano sobre Carica papaya, se procedió a la compra de papayas en un mercado de conveniencia, asegurando un estándar en cuanto a tamaño, peso y maduración por medio del lote registrado por el productor. Los frutos fueron envueltos en papel

blanco grado alimenticio previamente tratado con la solución que contiene nanopartículas de cobre, asegurando se cubriera toda el área del fruto. Las muestras problemas, así como los blancos correspondientes, se realizaron por triplicado y fueron almacenadas en un contenedor de plástico limpio, lejos de cualquier foco de contaminación, en un cuarto con temperatura controlada no mayor a 20 °C. Los frutos fueron revisados cuidadosamente cada 24 h durante un periodo de 10 días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después del proceso de síntesis realizado se mostró un cambio de coloración de las soluciones correspondiente a la correcta formación de nanopartículas de cobre, la coloración se encontraba desde verde a marrón. Las formulaciones no presentaban ningún tipo de precipitados o cambios de consistencia considerables, lo cual es importante para evitar problemas al momento de su aplicación.

Espectrofotometría UV-Vis

Se obtuvieron distintas formulaciones con base en extractos de algas marinas capaces de llevar a cabo la síntesis de nanopartículas de cobre, hecho que puede ser comprobado a través de los espectros obtenidos por UV-Vis (Figura 1), demostrando un pico característico de dichas nanopartículas a aproximadamente 635 nm. Las señales obtenidas no mostraron ninguna modificación o desplazamiento en un periodo de por lo menos 30 días (datos no mostrados), lo cual indica la estabilidad de las nanopartículas en la solución.

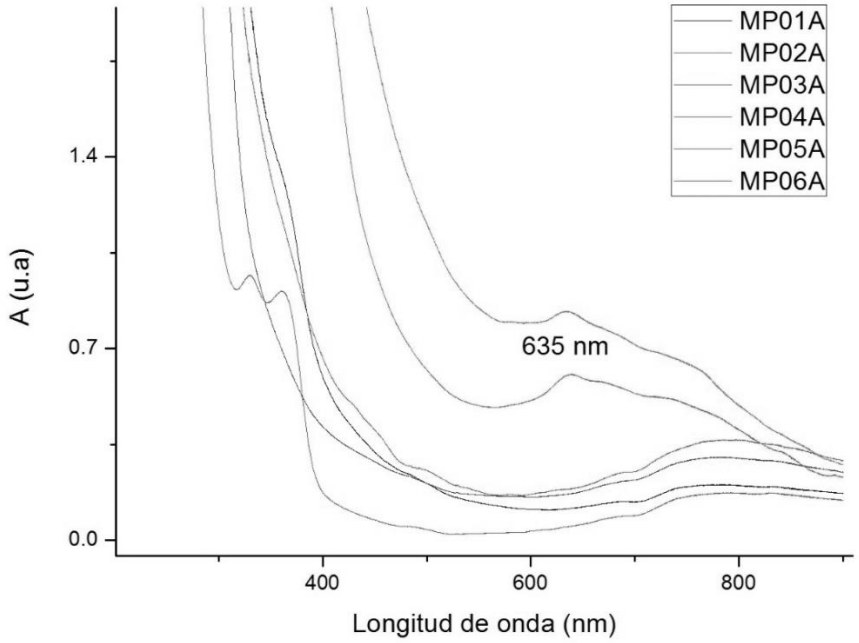


Figura 1. Espectro UV-Vis de distintas Muestras Problema (MP) formuladas para la síntesis de nanopartículas de cobre a partir de extractos de algas marinas. Se observa la señal correspondiente a las nanopartículas de cobre a aproximadamente 635 nm.

Microscopia Electrónica de Transmisión

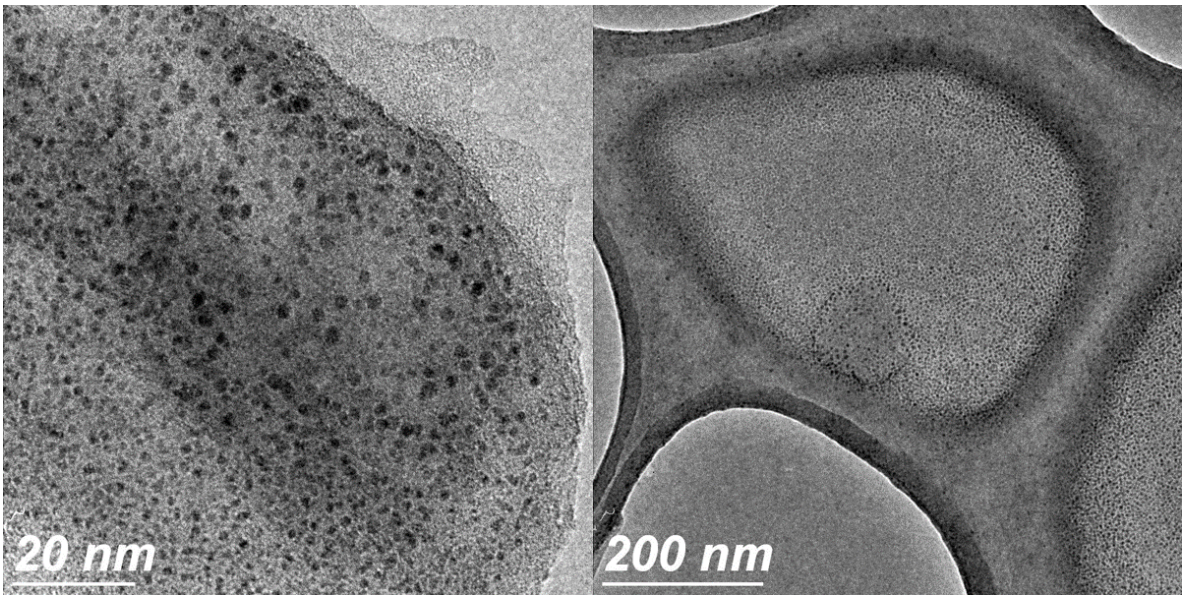


Figura 2. Micrografías TEM en campo claro de muestras con nanopartículas de cobre a distintas resoluciones. En ambas imágenes se demuestra la dispersión y uniformidad del tamaño de las nanopartículas obtenidas.

Las micrografías realizadas por TEM, demostraron la presencia de nanopartículas pseudo esféricas en las muestras, mismas que se encontraban distribuidas de manera uniforme con un rango de diámetro de 2 a 10 nm (Figura 2). La aplicación de los componentes orgánicos en las fórmulas logró cumplir su función para estabilizar las nanopartículas, evitando su aglomeración.

Actividad antimicrobiana

Por último, los ensayos realizados para determinar las propiedades antimicrobianas del compuesto utilizado en un papel grado alimenticio sobre el fruto Carica papaya, revelaron actividad frente a determinados fitopatógenos que se presentaron en el la muestra testigo, sobre todo en forma de manchas y micelios (Figura 3), junto con un olor húmedo característico y ablandamiento del fruto desde el cuarto día posterior al experimento. Por su parte, los frutos protegidos con papel tratado con nanopartículas de cobre no presentaron ningún crecimiento o mancha anormal sobre su superficie, además, la consistencia y olor de la papaya no fueron irregulares.

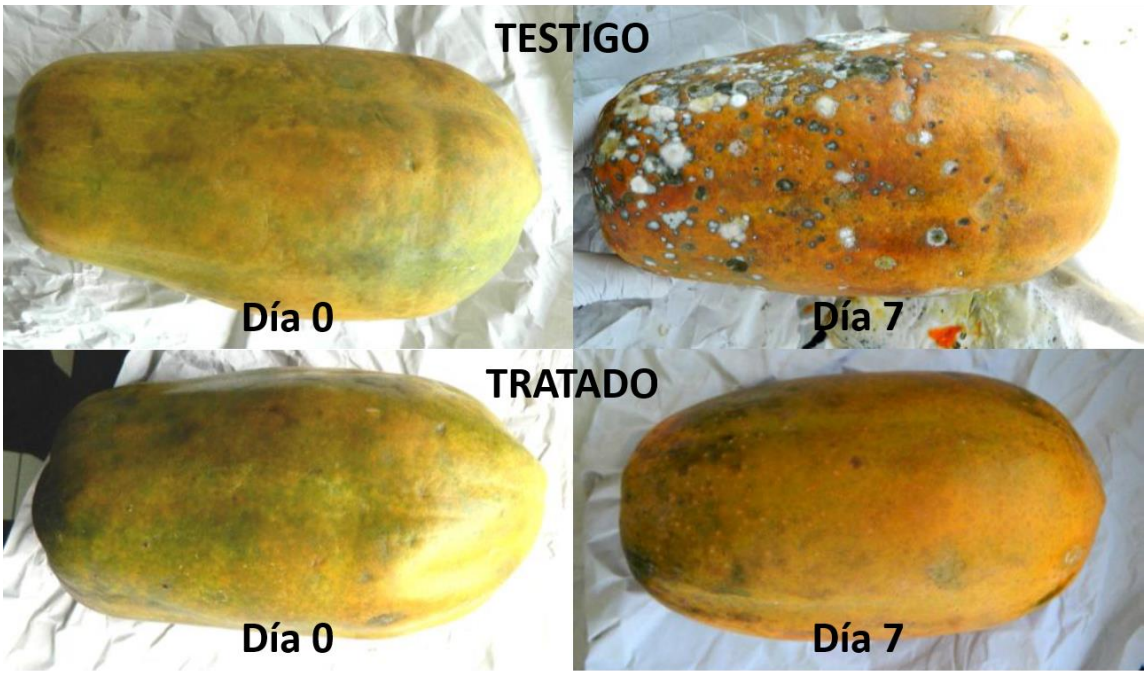


Figura 3. Efecto antimicrobiano de formulaciones sobre Carica papaya después de 7 días. Arriba se observa la muestra testigo que no fue tratada con la fórmula. Abajo está la muestra que se envolvió en un papel grado alimenticio con el tratamiento de nanopartículas de cobre.

CONCLUSIONES

Se logró la formación y estabilización de nanopartículas de cobre ultra pequeñas con diámetros entre 2-10 nm aplicando un método amigable para el medio ambiente a través de formulaciones basadas en extractos de algas marinas provenientes de las costas de Baja California y otros componentes orgánicos.
Las nanopartículas de cobre sintetizadas presentan actividad antimicrobiana al ser aplicadas por impregnación sobre la cobertura de papel de Carica papaya y pueden mantener al fruto libre de hongos durante un tiempo aproximado de 7 días, aumentando de esta forma su vida de anaquel.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACyT por el apoyo brindado a través del Programa de Estímulos a la Innovación PEI-Conacyt 241529.

LITERATURA CITADA

Bravo-Mojica, H. 1999. Manejo de plagas en cultivos hortícolas. En hortalizas, plagas y enfermedades. Editorial Trillas, México. pp. 428 – 434.

Brumbaugh, A. D., Cohen, K. A., and St. Angelo, S. K. 2014. “Ultrasmall Copper Nanoparticles Synthesized with a Plant Tea Reducing Agent.” ACS Sustainable Chemistry & Engineering 2(8):1933–39.

Chatterjee, A. K., Chakraborty, R., and Basu, T. 2014. “Mechanism of Antibacterial Activity of

Copper Nanoparticles.” Nanotechnology 25(13):135101.

Iravani, S. 2011. Green synthesis of metal nanoparticles using plants. Green Chemistry, 13 (10): 2638.

Jia, X., Dong, S., and Wang, E. 2016. “Engineering the bioelectrochemical interface using functional nanomaterials and microchip technique toward sensitive and portable electrochemical biosensors.” Biosensors and Bioelectronics 76: 80–90.

Paez, R. A. R. 2003. Tecnologías sostenibles para el manejo de la antracnosis (Colletotrichum gloeosporioides) en papaya y mango (Mangifera índica L.) Corpoica Regional 3, Programa Regional Agrícola. Valledupar: Produmedios.

Vázquez-García, E., Mata-Vázquez, H., Ariza-Flores, R., y Santamaría-Basulto, F. 2010. Producción y manejo post-cosecha de papaya maradol en la Planicie Huasteca. Villa Cuauhtémoc, Tamaulipas.

AGRICULTURA ORGÁNICA: UNA NUEVA REVOLUCIÓN VERDE PARA EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Juan Manuel Cortés Jiménez[1]
Alma Angélica Ortiz Avalos[21]

RESUMEN

El Valle del Yaqui, Sonora, es una de las zonas agrícolas más importantes del país. Se ha denominado el granero de México y la cuna de la revolución verde. En las condiciones de clima, suelo y manejo actuales, es factible obtener a nivel regional, rendimientos de 6.5 ton ha^{-1} de trigo, 10.0 de maíz, 2.5 de soya, cártamo, canola, girasol, frijol y garbanzo. La utilidad en general es reducida debido principalmente a los altos costos de producción. Predomina el monocultivo de trigo con 155,000 hectáreas, en el cual, se estima que se realizan al menos dos aplicaciones de agro tóxicos por hectárea, cantidad que, de manera muy conservadora, se puede extrapolar a todo el Valle del Yaqui en el resto de los cultivos. Con el objetivo de evaluar la factibilidad de implementar la agricultura orgánica en la región, se realizó un estudio durante siete años en el Campo Experimental Norman E. Borlaug. Se evaluaron variedades, fechas y métodos de siembra, rotaciones de cultivos, insumos orgánicos certificados y elaborados localmente, así como tratamientos donde no se fertilizó ni se realizó ningún tipo de control fitosanitario. Los resultados obtenidos, indican que es factible producir sin el uso de agroquímicos; trigo, triticale, cártamo, garbanzo, girasol, canola y maíz. Mediante la utilización de insumos locales y herramientas de biocontrol de plagas y enfermedades elaborados por el mismo productor, es factible reducir los costos de producción, dar valor agregado de origen a los cultivos al certificarlos como orgánicos, e incrementar la rentabilidad y sostenibilidad de la agricultura regional. Al obtener el certificado orgánico No. 00175/2017 de la empresa Agricert, se concluyó que es factible realizar actividades de innovación en agricultura orgánica en el Valle del Yaqui, Sonora.

PALABRAS CLAVE

Agroquímicos, agroecología, convencional

INTRODUCCIÓN

El Valle del Yaqui, Sonora, es una de las zonas agrícolas más productivas de nuestro país. Se le ha denominado el granero de México y la cuna de la revolución verde. En las condiciones de clima, suelo y manejo actuales, es factible obtener a nivel regional, rendimientos de 6.5 ton ha^{-1} de trigo, 10.0 de maíz, 2.5 de soya, cártamo, canola, girasol, frijol y garbanzo. La utilidad en estos cultivos es reducida debido entre otros factores al precio de la cosecha y a que los costos de producción son muy elevados. Durante el ciclo 2016-2017, se establecerán 232,500 hectáreas con diversos cultivos, tanto perennes como anuales (DDR, 2017). De manera muy conservadora, se puede estimar que se aplican al menos dos dosis por hectárea de agro tóxicos.

En la región predomina el monocultivo de trigo durante el ciclo otoño invierno, con 155,000 hectáreas, 18,500 ha de maíz y 7000 ha de cártamo. Durante el verano sólo se estima una superficie de 10,000 ha de soya, maíz o sorgo debido a la baja disponibilidad de agua. En el caso de trigo que es el más importante por la superficie que se siembra, se estima que se realiza al menos una aplicación de herbicida para hoja ancha en la mayor parte de la superficie y una

[21] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Norman E. Borlaug. cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

aplicación contra maleza de hoja angosta (gramíneas) en el 30% del área. Es frecuente que se aproveche la aplicación del herbicida para aplicar un insecticida contra pulgón, principal plaga del cultivo en la región. Durante la fase de llenado de grano, pueden presentarse problemas con lepidópteros o enfermedades foliares si no se utilizan variedades tolerantes. En este último tema, La liberación de variedades tolerantes, es la estrategia que se ha utilizado para solucionar el problema de enfermedades en la mayoría de los cultivos, por lo cual, esta parte del manejo fitosanitario ya tiene una solución a mediano y largo plazo, sin menoscabo de que, en un futuro, se liberen variedades con tolerancia a plagas o más eficientes en la absorción de nutrimentos.

El manejo agroecológico de los cultivos es aún incipiente en la región, pero existe infraestructura, el mercado y el interés de los agricultores para llevarla a cabo, lo cual es la base para plantear una propuesta para implementar la agricultura orgánica certificada. La polémica sobre el tema ya se inició como en otras partes del mundo, donde diversos autores reportan resultados en donde la producción orgánica les ha dado menor rendimiento que la convencional (Bacenetti *et al.,* 2016; Mazzoncini *et al.,* 2015; Sacco *et al.,* 2015; Kumar *et al.,* 2014; Bilsborrow *et al.,* 2013); todos atribuyen la baja de su producción al uso de fertilizantes orgánicos con poca disponibilidad de nitrógeno o que este elemento no se encuentra inmediatamente disponible en las fuentes de nitrógeno utilizadas. Sin embargo, estudios comparativos de siembra de maíz con manejo convencional y orgánico, reportaron rendimientos de 6.6 y 11.3 ton ha^{-1} respectivamente. El costo de producción del sistema orgánico reportó una reducción de costos del 3.5% e ingresos brutos que superan en un 71% a los ingresos que reporta el manejo convencional (Vidal *et al.,* 2016).

En el Valle del Yaqui, Sonora, estudios conducidos por Cortés y Ortiz (2012) en trigo reportaron un rendimiento de 7.139 ton ha^{-1} para el manejo tradicional y de 8.030 ton ha^{-1} para el manejo orgánico. En cártamo la producción orgánica superó a la tradicional en un 11% (Cortés y Ortiz, 2012). En canola, el sistema orgánico reportó 2.940 ton ha^{-1} y el manejo convencional 2.893 ton ha^{-1} (Ortiz y Cortés, 2015). En el caso del girasol, la variedad Hornet CL, rindió 1.684 ton ha^{-1} en siembra contínua y 1.713 ton ha^{-1} con dos surcos sembrados y uno sin sembrar, este efecto no se observó en la variedad Ausigold 62 (Cortés *et al.,* 2016a). En cártamo, el manejo de la competencia intraespecífica mediante la siembra de dos surcos y uno sin sembrar, reportó rendimientos de 2.741 ton ha^{-1}, mientras que, en la siembra continua, la producción fue de 2.586 ton ha^{-1} (Cortés *et al.,* 2016c). En el caso de maíz, se obtuvo un rendimiento de 4.824 ton^{-1} con la aplicación de 10 ton de gallinaza peletizada (Cortés *et al.,* 2016b). En Girasol, las dosis de 1.5 y 3.2 ton ha^{-1} de un fertilizante orgánico certificado, rindieron 1.491 y 1.702 ton ha^{-1} respectivamente (Ortiz *et al.,* 2016). Para un análisis económico de los resultados, se debe considerar que en los surcos que no se siembran, es factible eliminar la totalidad de los insumos, incluido el fertilizante, los insecticidas, la semilla y el agua de riego. Además, mediante un sistema donde se reutilice el mismo surco, es factible aplicar dosis menores de fertilizantes orgánicos, ya que se pueden aplicar en banda. Estos resultados dieron la pauta para seguir estudiando opciones de cultivos en este sistema de producción y alcanzar la certificación orgánica.

Definición de Agricultura Orgánica

En septiembre de 2005 en Adelaide, Australia, la Asamblea General de IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica), aprobó una moción para establecer una definición de agricultura orgánica basada en los principios de salud, ecología, equidad y de precaución (IFOAM, 2005). Después de tres años de trabajo, se adoptó la definición siguiente;
“La agricultura orgánica es un sistema de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa fundamentalmente en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, sin usar insumos que tengan efectos adversos. La agricultura orgánica combina tradición, innovación y ciencia para favorecer

el medio ambiente que compartimos y promover relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los que participan en ella". (IFOAM, 2008).

Importancia de la Agricultura Orgánica

De acuerdo con Lernoud y Willer (2017), para el año 2015 la agricultura orgánica se practicaba en 179 países en una superficie de 50.9 millones de hectáreas (Figura 1). Los países con mayor superficie orgánica son Australia, Argentina y Estados Unidos, mientras que México ocupa la posición número 13 (Figura 2). Sin embargo, México ocupa el tercer lugar por el número de productores dedicados a esta actividad (Figura 3). En México, la superficie orgánica aumentó de 21,265 hectáreas en 1996 a 584,093 hectáreas en 2015 más de 25 veces la superficie inicial, lo cual representa una tasa de crecimiento de 29,600 ha por año (Figura 4).

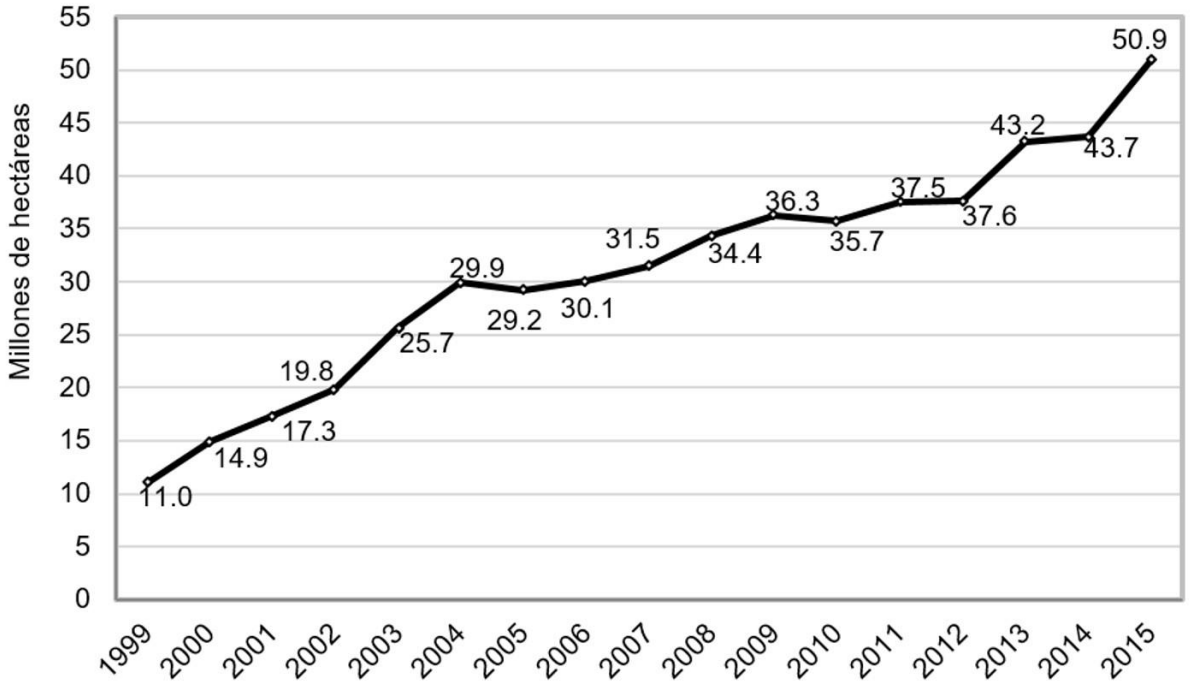


Figura 1. Superficie de producción orgánica mundial.
Fuente: Willer y Lernoud, 2017.

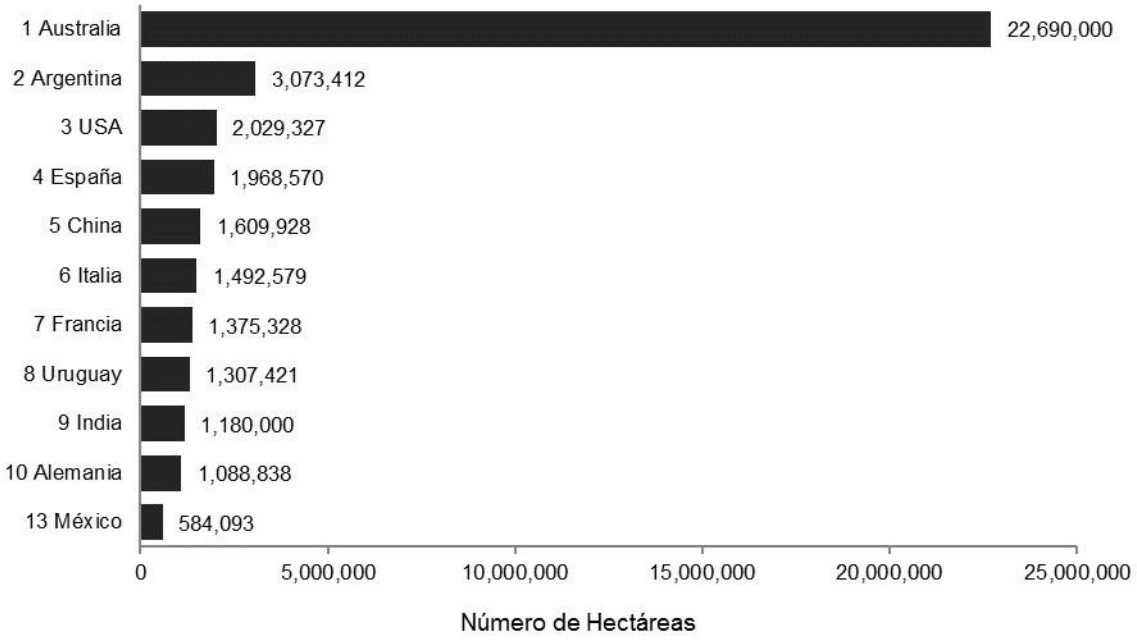


Figura 2. Países con mayor superficie de producción orgánica.
Fuente: Lernoud y Willer, 2017.

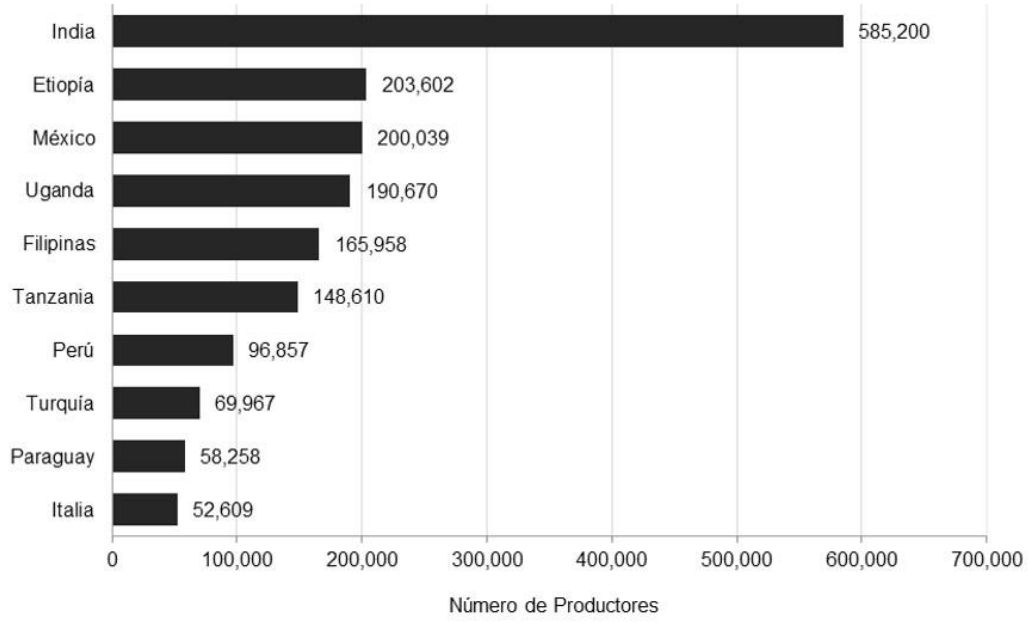


Figura 3. Países con mayor número de productores orgánicos.
Fuente: Lernoud y Willer, 2017.

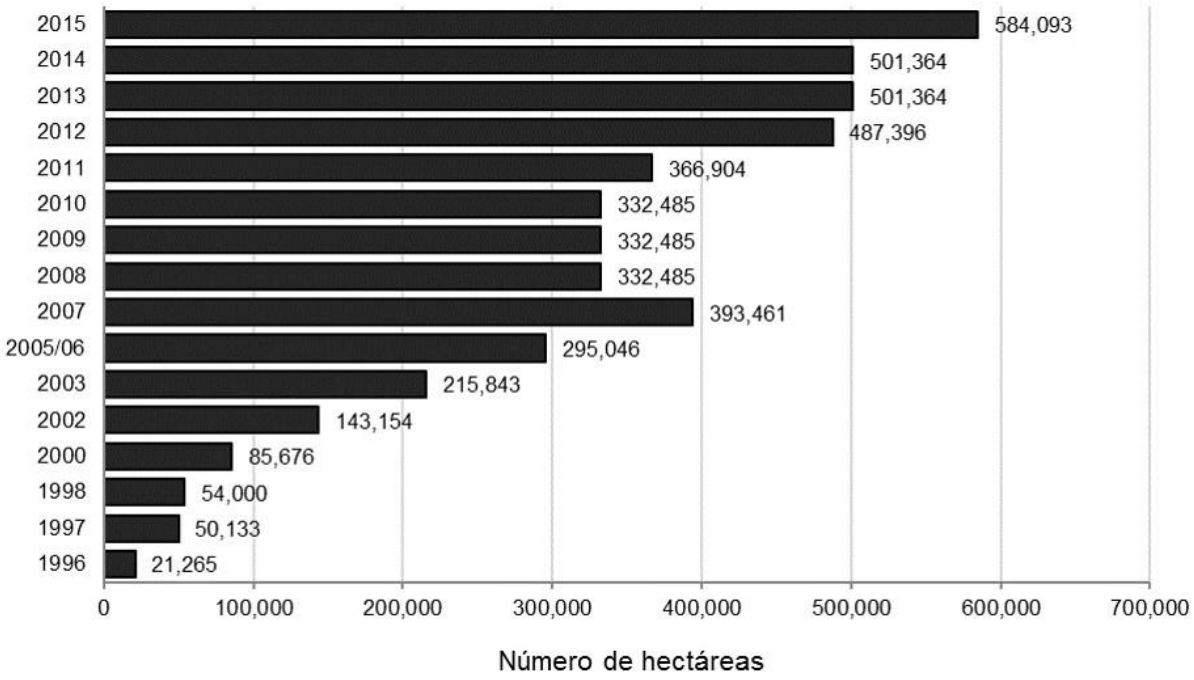


Figura 4. Evolución de la superficie de producción orgánica en México, 1996-2015. Fuente: (Lernourd and Willer, 2015; 2016; 2017); (Willer and Klicher, 2009; 2010; 2011); (Willer and Lernoud, 2012; 2013); (Willer and Yussefi, 2001); (Willer *et al*., 2014); (Yuseffi, 2003; 2004; 2005/2006); (Yuseffi and Willer, 2000).

Los principales cultivos orgánicos producidos en México

La demanda de alimentos orgánicos en México ha crecido en los últimos años junto con la tendencia general por una alimentación más sana. Nuestro país es el principal productor y exportador de café orgánico y el tercer productor de miel orgánica. Otros cultivos orgánicos producidos en México son maíz, cacao, aguacate, ajonjolí, nopal verdura, vainilla, leche y productos lácteos entre otros (SAGARPA, 2015). De acuerdo con El Economista (2013), en el país se cultivan más de 45 productos orgánicos. La población de países desarrollados destina una mayor proporción de su ingreso a productos saludables, naturales y orgánicos. Europa, y en especial Alemania, son líderes en consumo. México se ubica entre los principales 20 países con ventas de productos orgánicos; es el tercero más importante del continente. En el 2012, el valor de las ventas de productos orgánicos en Estados Unidos ascendió a 12,246 millones de dólares; el de Canadá, a 1,424 millones de dólares, y el de Brasil a 78 millones de dólares. Euromonitor proyectó que este tipo de venta crecerá a una tasa media anual de 15.4% en México durante el periodo 2012- 2017, superando al dinamismo de Brasil (14.9%), Estados Unidos (4.8%) y Canadá (4.2 por ciento). Según la Secretaría de Economía, 85% de la producción orgánica mexicana se exporta a Alemania, Francia y Estados Unidos.

El objetivo de la presente investigación, fue determinar la factibilidad de implementar la agricultura orgánica certificada en el Valle del Yaqui, Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

La fase experimental se llevó a cabo del ciclo 2009-2010 al ciclo 2016-2017 en las instalaciones del Campo Experimental Norman E: Borlaug, CENEB-CIRNO-INIFAP, el cual se encuentra ubicado en el block 910 del Valle del Yaqui, Sonora, a 109°55´31.07" Oeste y 27°22´06.41" Norte a una altura de 38 msnm, en un suelo de textura arcillosa.

Plan de manejo

A partir de agosto de 2009 se dejaron de aplicar agroquímicos en el sitio donde se ubicó el predio con manejo orgánico. En septiembre del mismo año se compararon tres abonos orgánicos; composta, estiércol de bovino y gallinaza en dosis de 10 ton ha^{-1}, los cuales se incorporaron con rastra. En diciembre se sembró trigo en surcos a 80 cm de separación, con dos hileras de plantas sobre la cama de siembra. Se sembró sobre humedad para controlar mecánicamente la maleza y se cultivó el trigo antes del primer riego de auxilio. No se aplicó ningún tipo de agroquímico durante el ciclo. Después de la cosecha, se sembró sesbania en junio y se incorporó como abono verde en septiembre de 2010.

Durante los siete ciclos siguientes, se evaluaron variedades de diferentes cultivos y sus rotaciones, además de tratamientos con descanso de la tierra. Primero se estudió lo que sucede al aplicar únicamente fertilización orgánica sin ningún tipo de control fitosanitario, posteriormente, se estudió el rendimiento que se obtiene sin aplicar ningún tipo de insumo, lo anterior para obtener información de escenarios catastróficos, para determinar lo que podía pasar en el peor de los casos, cuando los cultivos se vieran infestados por enfermedades y plagas.

A partir del segundo ciclo, se incorporó el control biológico mediante la liberación de crisopa y la aplicación de jabón agrícola, posteriormente, se agregó el uso de trampas, repelentes y entomopatógenos. Se evaluaron fechas de siembra, como mecanismo de escape al ataque de plagas y enfermedades. Para el manejo de patógenos, se utilizaron en primera instancia las variedades tolerantes. En variedades susceptibles, se evaluaron métodos de siembra que permiten mantener una humedad relativa baja en el dosel del cultivo, como sembrar dos surcos si y uno no, o dos surcos sembrados y dos sin sembrar, lo cual dio excelentes resultados en la mayoría de los casos. Posteriormente, se evaluaron extractos de origen vegetal y el biocontrol para el manejo de patógenos de suelo y de aquellos que causan enfermedades foliares. Durante este último proceso, se evaluaron insumos con registro OMRI e insumos elaborados localmente.

La semilla utilizada por primera vez, fue proporcionada por el Patronato para la investigación y experimentación agrícola del estado de Sonora (PIEAES, A.C.) sin ningún tratamiento químico. Cada año se guardó una parte del grano cosechado para usarlo como semilla producida sin agroquímicos para el ciclo siguiente. El lote con manejo orgánico, se mantuvo sin cultivos adyacentes con manejo convencional a menos de 20 metros. Se mantuvo una barrera viva con maíz en la parte oriente, donde se establecen cultivos con manejo convencional a una distancia menor a la requerida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el ciclo 2016-2017, se establecieron en el lote con manejo orgánico los cultivos de trigo, cártamo y garbanzo. Se fertilizó con 9.0 ton ha^{-1} de una composta de gallinaza peletizada y con registro OMRI vigente. La aplicación se realizó al voleo y se incorporó con rastra.

En el caso del trigo, el cultivo se sembró sobre humedad el día 23 de noviembre, con 108 kg ha^{-1} de semilla de la variedad CIRNO C2008. Se aplicaron 4 riegos de auxilio. Se realizaron liberaciones de crisopa y una aplicación preventiva contra pulgón con extracto de Neem y ajo. Se obtuvo un rendimiento de 5.862 ton ha^{-1}. La variedad CIRNO perdió su tolerancia a roya de la hoja durante el presente ciclo, sin embargo, no fue necesaria la aplicación de fungicidas.

El cártamo se sembró el 26 de noviembre con 20 semillas por metro de la variedad CIANO Oleica. El cultivo se estableció con sembradora neumática de cuatro botes, uno de los cuales se levantó para dejarlo sin sembrar, lo mismo se hizo en garbanzo. De esta manera quedaron intercalados surcos sin sembrar cada 4 y 2 surcos consecutivamente. Se aplicaron 4 riegos de auxilio, en los primeros dos no se regaron los surcos sin sembrar. No fue necesaria la aplicación de insumos para biocontrol, ya que no detectó presencia de plagas ni enfermedades. Se obtuvo un rendimiento de 3.157 ton ha^{-1}.

En el caso de garbanzo, se sembró la variedad Blanoro, con 20 semillas por metro. Se aplicaron dos riegos de auxilio y fue necesaria una aplicación de extracto de ajo como repelente para el control de minador y otra de azufre como preventivo para el control de enfermedades. Se obtuvo un rendimiento de 1.88 ton ha^{-1}. En ningún cultivo se trató la semilla (Figura 4).



Figura 4. Aspecto del trigo, cártamo y garbanzo en la etapa vegetativa con manejo orgánico

En base al plan de manejo del presente ciclo, a los antecedentes sin uso de agroquímicos prohibidos desde agosto de 2009, y al resultado del análisis de grano y paja realizado antes de la cosecha, la empresa Agricert otorgó el certificado orgánico No. 00175/2017 para los cultivos de trigo, cártamo y garbanzo en dos hectáreas ubicadas en el CENEB-INIFAP-PIEAES.

CONCLUSIONES

Se concluyó que es factible implementar actividades de innovación en agricultura orgánica certificada, bajo las condiciones del Valle del Yaqui, Sonora.

LITERATURA CITADA

Bacenetti, J., Fusi, A., Negri, M., Bocchi, S. and Fiala M. 2016. Organic production systems: Sustainability assessment of rice in Italy. Elsevier. Agriculture, Ecosystems and Environment. 225:33-44

Bilsborrow, P., Cooper, J., Tétard, J.C. Srednicka, T. D., Baraski, M., Eyer, M., Schmidt, C., Shotton, P., Volakakis, N., Cakmak, I., Ozturk, L., Leifert, C. and Wilcockson S. 2013. The effect of organic and conventional management on the yield and quality of wheat grown in a long-term field trial. European Journal of Agronomy. 51:71-80.

Cortés, J.J.M., Ortiz, A.A.A., Zazueta, E.G. y Rivera, G.M. 2016a. Producción orgánica y manejo de la competencia intraespecífica en girasol, en el Valle del Yaqui, Sonora. Memoria de la XXVIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango. p. 182-186.

Cortés, J.J.M., Ortiz, A.A.A., Zazueta, E.G. y Rivera, G.M. 2016b. Producción orgánica de maíz en el Valle del Yaqui. Memoria de la XXVIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango. p. 187-193.

Cortés, J.J.M., Ortiz, A.A.A., Zazueta, E.G. y Rivera, G.M. 2016c. Producción orgánica y manejo de la competencia intraespecífica en cártamo, en el Valle del Yaqui, Sonora. Memoria de la XXVIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango. p. 194-200.

Cortés, J.J.J., Ortiz, A.A.A. y Zazueta, E.G. 2015. Producción de trigo y triticale sin el uso de agroquímicos, en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias del XVIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Octubre 29-30, 2014. Mexicali, B.C., México. p 473-477.

Cortés, J.J.M. y Ortiz, A.A.A. 2012. Expectativas para la producción de trigo orgánico en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias de la VII Reunión Nacional de Innovación agrícola. Septiembre 10-13, 2012. Querétaro, Querétaro, México. p 27

Cortés, J.J.M. y Ortiz, A.A.A. 2012. Producción de cártamo orgánico: una estrategia para la diversificación agrícola en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias de la VII Reunión Nacional de Innovación agrícola. Septiembre 10-13, 2012. Querétaro, Querétaro, México. p 41

Kumar, S., Bauddh, K., Barman, S.C. and Patrap, S.R. 2014. Amendments of microbial biofertilizers and organic substances reduces requirement of urea and DAP with enhanced nutrient availability and productivity of wheat (Triticum aestivum L.) Elsevier. Ecological Engineering. 71:432-437

Mazzoncini, M., Antichi, D., Silvestri, N., Ciantelli, G. and Sgherri, C. 2015. Organically vs conventionally grown winter wheat: Effects on grain yield, technological quality, and on phenolic composition and antioxidant properties of bran and refined flour. Elsevier. Food Chemistry. 175:445-451

DISTRITO DE RIEGO DEL RIO YAQUI. 2017. Cédula de cultivos 2016-2017. http://drryaqui.org.mx/ceduladecultivos.html consultado el 30 de junio de 2017.

El Economista. 2013. México, con el mayor mercado de orgánicos de Al. http://eleconomista.com.mx/industrias/2013/12/15/mexico-mayor-mercado-organicos (Consultado el 4 de noviembre de 2016)

Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM). 2008. Definition of organic agriculture. https://www.ifoam.bio/en/organic-landmarks/definition-organic-agriculture. (Consultado 4 de noviembre de 2016).

Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM). 2005. Los principios de la agricultura orgánica. https://www.ifoam.bio/sites/default/files/poa_spanish_web.pdf (Consultado el 4 de noviembre de 2016).

Lernoud, J. and Willer, H. 2015. Current statistics on Organic Agriculture Worlwide: Organic Area, Producers, Market and Selected Crops. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2015. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn. p 37.

Lernoud, J. and Willer, H. 2016. Current statistics on Organic Agriculture Worlwide: Organic Area, Producers, Market and Selected Crops. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2016. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn. p 40.

Lernoud, J. and Willer, H. 2017. Current statistics on Organic Agriculture Worlwide: Area, Operators, and Market. The World of organic agriculture statistics and emerging trends 2017. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn. p 23, 25, 30.

Ortiz, A.A.A., Cortés, J.J.M., Zazueta, E.G. y Rivera, G.M. 2016. Evaluación de dos genotipos de girasol y un fertilizante orgánico certificado en el Valle del Yaqui, Sonora. Memoria de la XXVIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango. p. 201-206

Ortiz, A.A.A., Cortés, J.J.J. y Loredo, O.C. 2015. Producción de canola sin el uso de agroquímicos en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias del XL Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Agosto 31– Septiembre 04, 2015. San Luis Potosí, S.L.P. México. p 738–741.

SAGARPA. 2015. Cultivos más importantes de la producción orgánica en México. http://sagarpa.gob.mx/Delegaciones/nayarit/boletines/Paginas/BNAG072015.aspx# Consultado: 4 de noviembre de 2016.

Vidal, M.V., Camarena, O.E. y Coutiño, E.B: 2016. Manejo agronómico integral-orgánico y su impacto en la producción y productividad del maíz de riego en Nayarit. Memorias del IV Foro Internacional de Agricultura Orgánica. Junio 16-17, 2016. Nuevo Vallarta, Nayarit, México. p 319-323.

Willer, H. And Lernoud, J. 2012. Current statistics on Organic Agriculture Worlwide: About. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2012. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn. p 40.

Willer, H. And Lernoud, J. 2013. Current statistics on Organic Agriculture Worlwide: Organic Area, Producers, Markets and Selected Crops. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2013. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn. p 42

Willer, H., Lernoud, J. and Schlatter, B. 2014. Current statistics on Organic Agriculture Worlwide: Organic Area, Producers and Market. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2014. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn. p 39,283.

Willer, H. and Klicher, L. 2009. Anexos. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2009. FiBL-IFOAM Report. IFOAM, Bonn and FiBL, Frick. p 279.

Willer, H. and Klicher, L. 2010. Anexos. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2010. FiBL-IFOAM Report. IFOAM, Bonn and FiBL, Frick. p 217.

Willer, H. and Klicher, L. 2011. Anexos. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2011. FiBL-IFOAM Report. IFOAM, Bonn and FiBL, Frick. p 250.

Willer, H. and Yussefi, M. 2001. Organic Agriculture World-Wide. Statistics and Perspectives. Stiftung Ökologie & Landbau. - Bad Dürkheim: SÖL, 2000. p 23.

Yuseffi, M. 2003. Development and State of Organic Agriculture Worldwide. The World of Organic Agriculture - Statistics and Future Prospects – 2003. Tholey-Theley: International Federation of Organic Agriculture Movements, 2003. p 15.

Yuseffi, M. 2004. Development and State of Organic Agriculture Worldwide. The World of Organic Agriculture - Statistics and Future Prospects – 2004. Tholey-Theley: International Federation of Organic Agriculture Movements, 2003. p 15.

Yussefi, M. 2005/2006. Organic Agriculture by Continent. The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends-2004. p 15.

Yussefi, M. and Willer, H. 2000. Organic Agriculture World-Wide. Statistics and Perspectives. Stiftung Ökologie & Landbau. - Bad Dürkheim: SÖL, 2000. p 17, 19.

USO DE MICORRIZAS Y CALIDAD DE SEMILLAS EN AMARANTO

Judith Callejas-Hernández[22]
Filogonio Jesús Hernández-Guzmán[23]
Alejandro Rodríguez Ortega[1]
Irvin Cruz-Vera[1]
Nadia Landero Valenzuela[1]
Francisco Marcelo Lara Viveros[1]
Yamil Oropeza-Arteaga[1]

RESUMEN

El amaranto es un cultivo milenario, originario de Mesoamérica, las civilizaciones precolombinas, lo consumían en igual importancia que el maíz y el fríjol (Morales Guerrero, *et al*., 2008; Espitia Rangel, *et al*., 2010). El grano se caracteriza por su alto valor nutritivo en sus múltiples aplicaciones por ello se propone como una alternativa de cultivo en el Valle del Mezquital, municipio de Chilcuautla, Hidalgo. El cultivo se estableció el 21 de junio y se cosechó a los 150 dds, las panículas se dejaron secar a temperatura ambiente para extraer la semilla con mayor facilidad y evaluar su calidad. Se limpió la semilla y se analizó el % de pureza, tamaño, humedad, peso volumétrico, peso 1000 semillas, conductividad eléctrica y % de germinación. Se encontró diferencia significativa en pureza, con mayor % de semilla pura en la variedad Nutrisol, en peso volumétrico se registró una diferencia entre variedad y tipo de tratamiento para la variedad Revancha con aplicación de micorrizas.

PALABRAS CLAVE

Micorrizas, amaranto, calidad, semillas.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de *Amaranthus spp*., mejor conocido como amaranto, es uno de los cultivos más antiguos de Mesoamérica, entre los aztecas, se ofrecía como tributo a los dioses, se consumía como atole porque aportaba fortaleza física, sin embargo a la llegada de los españoles su cultivo y consumo fue prohibido. Solamente sobrevivió en pequeñas áreas de cultivo esparcidas en zonas montañosas de México y los Andes (Asociación Mexicana del Amaranto, 2010; Franco, 2010). En 2015 los estados de Tlaxcala, Puebla, México, Morelos, Distrito Federal, Oaxaca, San Luis Potosí y Guanajuato fueron los principales productores de grano de amaranto (SAGARPA-SIAP, 2015).

La familia *Amaranthaceae*, está compuesta de 60 géneros y alrededor de 800 especies. Hunziker (1991) estima que en el mundo existen poco menos de 90 especies del género *Amaranthus*, sumando a las 17 del viejo mundo, 14 australianas y 56 de América, éstas últimas incluyen 10 especies dioicas, entre EEUU y México, lo cual son 29 especies (Espitia *et al*., 2010).

En México para los años 80´s este cultivo fue revalorado por la sociedad, por ser uno de los cereales más ricos en proteínas y minerales esenciales para el hombre, entre ellos lisina (Moreno *et al*., 2005).

[22] *Universidad Politécnica de Francisco I Madero, Ingeniería en Agrotecnología.* jcallejas@upfim.edu.mx, judith_callejas@yahoo.com.mx
[23] *Universidad Politécnica de Francisco I Madero, Ingeniería en Producción Animal*

La disponibilidad de semilla de alta calidad es importante para todos los sectores de la agricultura. El análisis de pureza y las pruebas de germinación han sido ampliamente utilizadas en la evaluación de la calidad de las semillas durante aproximadamente un siglo. Sin embargo, en los últimos tiempos se ha dado énfasis en las mediciones de otros componentes de la calidad de semillas, tales como: sanidad, pureza genética y vigor. La caracterización física y fisiológica en semillas de amaranto permite planear de mejor manera la emergencia en campo y de éste modo, tener la cantidad recomendable de plantas por hectárea, también es útil para conservar en buen estado la semilla durante el almacenamiento, tomando en cuenta la pureza, humedad, peso volumétrico, número de semillas y tamaño, indicativos importantes en el proceso de producción que indicaran la adaptabilidad de la semilla a diferentes condiciones ambientales y culturales además de su rendimiento. El uso de micorrizas representa una alternativa al uso de fertilizantes sintéticos, otra de las grandes ventajas es que no contamina suelos y cuerpos de agua, se ha reportado que incrementa el rendimiento en cultivos a un bajo costo. Es por ello que se realizó la caracterización física y fisiológica en amaranto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El cultivo se estableció en Chilcuautla, Hidalgo el 25 de junio y se cosechó a los 150 días después de la siembra (dds), las panículas se dejaron secar a temperatura ambiente para extraer la semilla con mayor facilidad y evaluar su calidad. Se limpió la semilla y se analizó el % de pureza, tamaño, humedad, peso volumétrico, peso 1000 semillas, conductividad eléctrica y % de germinación. Las variedades en estudio fueron Revancha y Nutrisol colocadas en un área de estudio de 420 m^2. Se establecieron 6 surcos de cada variedad con una longitud de 35 m de largo y una separación de 80 cm, a tres de los surcos se realizó la aplicación de productos orgánicos (inoculación con micorrizas) al momento de la siembra, para ello las semillas se humedecieron y se aplicó micorrizas, la siembra se realizó a chorrillo. El experimento se realizó bajo sistema de riego rodado con un total de tres aplicaciones.

Caracterización física y fisiológica de semillas

Se realizó la caracterización de cada lote de semillas al término del ciclo mediante las siguientes pruebas:

Tamaño de semilla: se realizó una homogenización para determinar el tamaño uniforme de las dos variedades de amaranto, se midió largo, ancho y grosor de semilla. Posteriormente se colocaron 200 g en un agitador mecánico durante 5 min, para homogenizar el tamaño.

Pureza: se pesaron 3 g y se separó en tres componentes: semilla de la especie, otras semillas y material inerte (piedras, partículas de suelo y fragmentos de plantas). Se consideran semillas normales o intactas, de tamaño inferior al normal, arrugadas, enfermas o germinadas, siempre que puedan ser identificadas como pertenecientes a la especie analizada (ISTA 1996).

Humedad: se utilizó el método directo de estufa, se colocaron 2 g a una temperatura de 103 °C durante 5 h, por diferencia de peso de semilla antes y posterior al secado (Moreno, 1996) se estimó la humedad.

Peso volumétrico: se llenó una probeta de 50 ml, posteriormente se determinó el peso de la semilla con una balanza analítica.

Número de semillas en 1 g: se pesó 1 g y se contó la cantidad de semillas. De igual manera se registró el peso de 1000 semillas, a partir de ocho repeticiones de 100 semillas tomadas al azar de la muestra, registrando el peso de cada una.

En la determinación de la conductividad eléctrica (CE) se utilizaron las muestras provenientes de la prueba de humedad. Las semillas se pesaron y posteriormente se colocaron en 50 ml de agua desionizada durante 24 h, a 25 º C. Después de colocar las semillas en frascos se registró el valor de la CE a diferentes tiempos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 24 horas, el valor de cada lectura de CE fue dividido por el respectivo peso de la muestra y los resultados fueron expresados en µS cm-1 g-1 de semilla, metodología descrita por Colete *et al*., (2004).

El análisis estadístico para cada tratamiento y sus respectivas réplicas fue realizado mediante un análisis de varianza en el programa estadístico SAS 9.0, se realizaron pruebas de comparación de medias de Tukey. Para minimizar el error en cada prueba se llevó a cabo por triplicado, lo que indica que las determinaciones guardan un grado de confiabilidad aceptable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La humedad es un factor importante para el manejo poscosecha, es indispensable que la humedad sea inferior al 14%, condición que cumplen, ya que la humedad se encuentra entre el 8 y 10%, es importante su control para evitar pérdidas o el deterioro prematuro del grano (fermentación, formación de mohos, ataque de insectos y pudrición del mismo) (Ramírez, 2010). El análisis estadístico muestra que no hay diferencia significativa al igual que en la prueba de pureza en las dos variedades de semilla, de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana ((INEN), 2012) se considera un amaranto limpio aquel que presenta impurezas por debajo del 5%, por lo que el estudio revela que cumple con esa especificación.

El rendimiento de semilla de amaranto para las variedades en estudio, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2016 en Chilcuautla, Hidalgo mostró diferencias por variedad y tratamiento ($P<0.0001$) al inocular con micorrizas ($P<0.001$). Se observó mayor rendimiento de semilla en la variedad Nutrisol (4274 kg ha^{-1}) en comparación con Revancha (1,514 kg ha^{-1}) cuando se trabaja con micorrizas, mientras que de no hacerlo el rendimiento disminuye significativamente para ambas variedades, 3264 kg ha^{-1} y 1188 kg ha^{-1} respectivamente. Una de las limitantes del cultivo de acuerdo a Márquez *et al.,* (2015) es el bajo rendimiento que presenta, situación reflejada en las estadísticas (SIAP, 2015) donde el máximo rendimiento lo alcanza el estado de México con 2.06 Ton ha^{-1} y el resto de los de estados se encuentran por debajo de 1.57 ton ha^{-1} datos que corresponden al año agrícola en condiciones de temporal y de riego. Cabe destacar que existe una gran diferencia por las condiciones que existen en el estado de Hidalgo, donde se cuenta con aguas negras para el riego de cultivos; el estudio se realizó dentro del Distrito de Riego 03 (DDR03) sin embargo por los resultados se observa que a pesar de no realizar la inoculación con micorrizas se supera el rendimiento reportado para el año 2015 para la variedad Nutrisol con 3264 kg/ha, no así para Revancha. Revisando los reportes para el cultivo en estudio pero bajo condiciones de riego desde 2005 hasta 2015 la máxima producción registrada para este cultivo fue en el año 2010 con 2.6 ton/ha, donde el estado de Guanajuato, reporta un máximo rendimiento de 3 ton/ha. Existen varios factores que limitan su alto rendimiento, entre ellos otro factor que está relacionado con el rendimiento es el tamaño. Algunos autores reportan que el tamaño está relacionado directamente con las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrollaron, si las semillas se desarrollaron bajo estrés hídrico serán más pequeñas y menos vigorosas (McDonald, 1994) y como consecuencia tendrán materiales de reserva limitados que se agotarán rápidamente tras iniciarse la germinación, crucial cuando se trata de semillas pequeñas como en el caso del amaranto, ya que son más sensibles a cambios ambientales comparadas con especies de mayor

tamaño. En muchas especies es indicativo de la calidad fisiológica, en estos casos las de mayor peso y tamaño presentan mayor porcentaje de germinación y vigor (Popinigis, 1985). Los resultados mostraron diferencia significativa entre las variedades, siendo la variedad Revancha de mayor tamaño (largo x ancho).

En cuanto al peso volumétrico se observó diferencia significativa entre las variedades, con mayor peso volumétrico Nutrisol (870 g) a diferencia de Revancha (802 g), esta diferencia puede atribuirse a la inoculación con micorriza, ya que al inocular se obtiene mayor ganancia de peso.

El peso de mil semillas también mostró diferencias entre las variedades ya que Revancha presenta mayor peso comparada con Nutrisol siendo está un poco más pequeña que la de mayor peso.

La conductividad eléctrica en las semillas de amaranto para las variedades en estudio resultaron diferentes ($P<0.05$), las semillas inoculadas con micorriza presentaron mayor CE a las 24 horas. Colete *et al., (2004)*, manifiesta que la medida de iones en solución podría considerarse una medida del potencial fisiológico y que a mayor cantidad de iones en disolución la germinación será menor. La prueba para semillas inoculadas son similares pero se encuentran por encima de 100 µS $cm^{-1}g^{-1}$, con estos valores las semillas son consideradas de bajo vigor a pesar de tener alto porcentaje (98%) de germinación en laboratorio para ambas; a pesar de ello podrían presentar un comportamiento satisfactorio en campo si las condiciones son adecuadas (Colete *et al., 2004)* pero bajo desempeño en condiciones de estrés. Semillas con baja cantidad de iones en disolución son consideradas de alto vigor, en este caso coinciden nuevamente ambas variedades sin inoculación, sin embargo el porcentaje de germinación es menor (92%).

En cuanto al establecimiento del cultivo en campo ambas variedades presentaron buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas. El amaranto puede ser una opción como cultivo alternativo para los productores de la región y con ello mejorar sus ingresos económicos así como la situación de desnutrición por el valor nutritivo que presenta el grano en su consumo. Sin embargo existen limitantes como la disponibilidad de maquinaria para la cosecha, ya que tiene que ser de forma manual, porque no se dispone de una trilladora, otra desventaja es que hay pérdida de grano al momento de corte de panículas por lo que se hace necesario mejoras genéticas para evitar estas pérdidas.

CONCLUSIONES

El sistema de producción orgánico es una buena alternativa a la producción convencional de amaranto. El uso de micorrizas representan una opción viable al uso de fertilizantes químicos, con costos menores.

Las variedades en estudio al ser inoculadas con micorrizas presentaron mayor rendimiento comparadas con aquellas que no fueron inoculadas.

De las variedades inoculadas, Nutrisol presentó el mayor rendimiento (4274 kg ha-1) en comparación a Revancha (1,514 kg ha-1.

La calidad de semillas en ambos casos cumple con las especificaciones de pureza, humedad, peso volumétrico, peso de mil semillas y vigor.

LITERATURA CITADA

Asociación Mexicana de Amaranto, 2010. EL Amaranto y su origen.

Colete F. J., V. R., D., y D.A., S. 2004. Electrical conductivity and soybean seedling emergence. Sci. Agric. 61(4):386-391.

Espitia Rangel, E. y otros, 2010. Conservación de los recursos genéticos de amaranto (Amaranthus). México, p. 356.

(INEN), I. E. d. N., 2012. Norma técnica ecuatoriana. Ecuador

Márquez Berber, S. R., Almaguer Vargas, G. y Khalil Gardezi, A., 2015. Producción orgánica y optimización de costos del cultivo de amaranto en el Distrito Federal. AGRICULTURA SOSTENIBLE, Volumen 5.

McDonald, M. B., 1994. Seed germination and seedling establisment.

Morales Guerrero, J. C., Vázquez Mata, N. y Bressani Castignoli, R., 2008. El Amaranto características y aporte nutricional.. 2a. ed. s.l.:Trillas.

Popinigis, F., 1985. Fisiologia de sementes. Brasilia.

Ramírez, V. M., 2010. Calidad física y fisiológica en la semilla e industrial en el grano de Amaranthus. Hipochondriacus en la fertilización y densidad de población. Montecillo, Mexico.: s.n.

LA AGROFORESTERIA Y GANADERIA ORGANICA COMO ALTERNATIVAS SUSTENTABLES PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMATICO EN CHIAPAS.

Jorge Luis Ruíz-Rojas[1]
Ramón Járquin -Gálvez[2]
Rey Gutiérrez –Tolentino[3]
Gilberto Yong –Angel[1]
Patricia Macias- Farrera[1]

RESUMEN

Por sus características ambientales, socioeconómicas y geográficas del estado, Chiapas es un punto de referencia en materia de cambio climático en México. Últimamente la entidad ha experimentado una serie de eventos hidrometeorológicos que han generado desastres y graves daños, poniendo de manifiesto su vulnerabilidad. La mayoría de la población depende del sector agrícola y pecuario, lo cual aumenta sus riesgos a los efectos del cambio climático. La entidad es también la más importante productora de alimentos orgánicos en México. La agroforestería contribuye de manera importante al alivio de la pobreza, la deforestación, impulsar la seguridad alimentaria, incrementar la producción de bienes y servicios, fortalecer la cultura de los pueblos y enfrentar los efectos del cambio climático. Se pretende discutir y presentar a la agroforesteria y la ganadería bovina orgánica como sistemas de producción sustentables que contribuyen a mitigar de manera importante el cambio climático en Chiapas. Se consultaron diversas fuentes bibliográficas, revistas especializadas, estadísticas de la FAO, opiniones de expertos, entrevistas con informantes claves de ONGs e instituciones oficiales; del 2014 al 2017 se realizaron diversos recorridos de campo y reuniones con 43 grupos de ganaderos convencionales y orgánicos de 14 municipios de la entidad. Los ganaderos que han implementado estos sistemas de producción sustentables aplican de alguna manera y en diferente proporción las siguientes actividades: La utilización de insumos externos es prohibido o limitado; se utilizan cultivos y razas de animales adaptadas a la región, controlan el sobrepastoreo, usan cercos vivos y tienen plantado árboles en los potreros, se evita la contaminación del agua, las quemas y la deforestación. Los sistemas agroforestales y de ganadería orgánica tienen un gran potencial para mitigar el calentamiento global; sin embargo es necesario realizar mayores investigaciones a largo plazo que lo confirmen y ampliar estos sistemas de producción a otras explotaciones.

PALABRAS CLAVE: Sustentabilidad, gases, efecto invernadero, clima

[1] Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia jlrojas89@hotmail.com
[2] Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria ramon.jarquin@uaslp.mx

[3] Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. reygut@correo.xoc.uam.mx

INTRODUCCIÓN

Con unas emisiones estimadas en 7.1 Gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente (CO_2-eq) por año, que representa el 14.5% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) inducidas por el ser humano, el sector ganadero incide de manera importante en este renglón (Gerber et al., 2013). Según la FAO (2009), la ganadería es responsable del 18% de las emisiones de GEI. Específicamente es responsable del 9% de las emisiones de CO_2, el 37% de las emisiones de metano y el 65% del óxido nitroso. La producción de carne y leche de vacuno es responsable de la mayoría de las emisiones, ya que contribuyen con el 41% y el 29% respectivamente de las emisiones del sector.

Por sus características ambientales, socioeconómicas y geográficas, el estado de Chiapas es un punto de referencia en materia de cambio climático en México. En los años recientes el estado ha experimentado una serie de eventos hidrometeorológicos que han generado desastres y graves daños, poniendo de manifiesto su alta vulnerabilidad. (SEPC, 2010). Chiapas es una entidad cuya población comparte una alta dependencia del sector agrícola y pecuario, lo cual aumenta su riesgo a los efectos del cambio climático.

La ganadería extensiva tradicional, tal como generalmente se lleva a cabo en nuestra entidad, suele estar asociada al sobrepastoreo, degradación de suelos, pérdida de cobertura vegetal y de biodiversidad, reducción de la fertilidad del suelo, poca retención de agua pluvial, incremento de la erosión y compactación del suelo. Lo anterior puede conducir a la desertificación y al aumento en las emisiones de GEI. Por otro lado, la ganadería es precedida del cambio en el uso del suelo, áreas naturales que solían ser selvas tropicales, son destruidas para establecer pastizales. Debido a ello, la ganadería es una de las principales causas de la deforestación en Chiapas (PACCH, 2011)

Por otro lado, la entidad es la más importante productora de alimentos orgánicos a nivel nacional. Cuenta con la mayor superficie y el mayor número de productores (el 54.19% del total nacional) dedicados a esta actividad y es uno de los principales estados donde más se ha desarrollado y crecido la agricultura orgánica; sin embargo, es también una entidad que ha sufrido una enorme degradación de suelos. Existen alrededor de 220 organizaciones de productores en las que están involucrados más de 67 000 mil personas (Gómez et al., 2010). Se producen más de 20 diferentes productos orgánicos, resaltando el café con el mayor número de organizaciones y con la mayor superficie (98 000 hectáreas). Este cultivo representa más del 89% del total de hectáreas dedicadas a la producción a nivel nacional, siendo Chiapas el primer productor y exportador mundial de café orgánico. (Gómez et al., 2010; Ruiz, 2016).

En cuanto a la producción bovina, en la entidad se dedican casi 3000 hectáreas orientadas a la ganadería orgánica. Esta producción se lleva a cabo principalmente en diversas localidades de los municipios de Tecpatán, Mezcalapa, Ocotepec, Acala, Pijijiapan, Ocozocoautla y Palenque. Una parte de los productores pecuarios de carne, leche y quesos ya estuvieron certificados y/o están en la etapa de transición buscando convertirse en orgánicos certificados, lo cual, por diversas razones no lo han logrado (Ruiz, 2016).

Según el PACCH (2011) en el año 2005, Chiapas emitió 28,161.08 Gg de CO_2 eq, es decir 28 161 080 toneladas de CO_2 eq. El principal sector emisor fue el uso del suelo y Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS), con un 57% proveniente principalmente de la deforestación y degradación forestal para la transformación de las tierras forestales a tierras agrícolas y pastizales para uso ganadero.

La agroforestería ha sido reconocida como una de las alternativas sociales y técnicas que más han contribuido en aliviar la pobreza, evitar la deforestación, impulsar la seguridad alimentaria, incrementar la producción de bienes y servicios, fortalecer la cultura de los pueblos y enfrentar los efectos del cambio climático.

Este sistema impulsa las prácticas silvopastoriles y la reforestación, destacando la siembra de árboles en las áreas de pastoreo, con mayor diversidad de especies para mejorar la producción de frutos y madera, promoviendo prácticas que ayudan a elevar la producción y calidad de alimentos de origen animal (Jiménez, 2015).

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es el de discutir y presentar a la agroforesteria y la ganadería bovina orgánica como sistemas de producción sustentables que contribuyen a mitigar de manera importante el cambio climático en Chiapas.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El estado de Chiapas colinda al norte con el estado de Tabasco, al sur con el océano Pacifico, al oeste con los estados de Oaxaca y Veracruz y al este con la república de Guatemala. La frontera con este vecino país es de 658.3km. Tiene una extensión territorial de 75,634 km y representa el 3.8% de la superficie total del país. Los climas predominantes son el cálido subhúmedo (35%) y el cálido húmedo (24%) con lluvias de verano (AEGCH, 2015)
La información presentada se obtuvo consultando diversas fuentes bibliográficas, revistas especializadas, estadísticas de la FAO, entrevistas semiestructuradas a productores y expertos en el tema, informantes claves de ONGs e instituciones oficiales; del 2104 al 2107 se hicieron diversos recorridos de campo y reuniones con 43 grupos de ganaderos convencionales y orgánicos de 14 municipios de la entidad en los que se visitaron a 86 explotaciones. La información recabada se organizó y sistematizo para su interpretación correspondiente a través de estadística descriptiva como media y desviación estándar, tabla de frecuencias, así mismo se utilizaron métodos gráficos y tabulares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ganadería en Chiapas además de proveer alimentos de calidad y de ser un medio de sustento para miles de familias, tiene un alto potencial para mitigar la generación de GEI, a través de diferentes estrategias que se realizan en mayor o menor proporción las explotaciones encaminadas hacia la certificación orgánica y que llevan a cabo prácticas agroforestales A continuación se mencionan las más importantes:

1.- La utilización de insumos externos es limitado en el 93% de las explotaciones estudiadas. Los fertilizantes y agroquímicos sintéticos están prohibidos; por lo que existe un ahorro en la energía que se utiliza para elaborarlos. La información presentada por la FAOSTAT (2009), menciona que lo anterior puede representar hasta un 10% de las emisiones globales del sector y alrededor del 1% de total de las emisiones de los GEI de origen antropogénico.

2.- El 90% de las explotaciones utilizan cultivos forrajeros y razas de animales adaptados a las condiciones locales, los cuáles por naturaleza, son más resistentes a las plagas y enfermedades de la región, lo que permite un ahorro tanto económico como ambiental al evitar los tratamientos farmacéuticos requeridos.

3.- La ganadería orgánica por norma se lleva a cabo de manera extensiva, en libertad, lo que no permite la acumulación de las excretas, al contrario estas se esparcen naturalmente en el terreno. Lo anterior evita la acumulación excesiva de nutrientes a cielo abierto y por lo tanto la lixiviación y la emisión al ambiente de óxido nitroso (DOF, 2103). Esta estrategia la realizan todas las explotaciones visitadas.

4.-En el 89% de los casos la carga animal está limitada a mantener en promedio anual dos unidades por hectárea, con lo que se evita el sobrepastoreo y por ende, la degradación de los suelos y pasturas. Smith, et al., (2007) menciona que regulando la carga animal por hectárea, aunado a un buen manejo y mantenimiento de potreros representan una buena alternativa para disminuir las pérdidas de suelo y aumentar el secuestro de carbono.

5.- En todas las explotaciones ganaderas se utilizan razas de doble propósito (leche y becerro), lo que no siempre ocurre en las explotaciones convencionales, las cuáles utilizan razas especializadas a fin de obtener mejores rendimientos. Rosenberger et.al. (2004) demostraron que la emisión de metano proveniente de la producción conjunta de leche y carne, puede reducirse hasta un 20% utilizando razas de doble propósito.

6.- Mantenimiento y restauración de paisajes. De acuerdo a las normas del IFOAM (2003) los productores orgánicos deben de mantener y mejorar el paisaje natural y la biodiversidad. Lo anterior es una estrategia importante de mitigación. Por ejemplo, los cercos vivos y los arboles existentes en los potreros además de secuestrar carbono, reducen la erosión y las pérdidas de materia orgánica lo cual favorece la fertilidad del suelo. Lo anterior también representa un hábitat natural que favorece la vida silvestre y protege de los vientos (El-Hage and Muller, 2010). En la entidad el 95% de los productores estudiados utilizan los cercos vivos para dividir sus potreros; sin embargo, en el 80% de los casos, las mejoras a la biodiversidad es realizado con menor intensidad y de manera elemental.

7.- Quema de biomasa y deforestación. En Chiapas, esta es la fuente más importante de emisiones de GEI ya que representa el 57% del total del estado (PACCH, 2011). En el presente estudio se encontró que en el 87% de las explotaciones se evita la quema de biomasa y la deforestación con lo cual se limita el cambio en el uso del suelo y por lo tanto, se reducen las emisiones de GEI.

8.- En el 93% de las unidades de producción se realiza el manejo y rotación de cultivos y potreros, cultivos de cobertura, control manual de malezas y en un 50% utilizan compostas orgánicas. Lo anterior tiene un importante potencial de mitigación al aumentarse el secuestro de carbono del suelo, el cual se almacena como materia orgánica (Lal, 2004) teniendo efectos favorables en la captación de agua, resistencia a las sequias y actividad microbiana, mejorándose así, la fertilidad del suelo (Lotter *et al*., 2003).

9.- Por lo general, los sistemas orgánicos suelen alcanzar más bajos rendimientos lecheros comparativamente con el convencional, debido a que los animales consumen básicamente pastos y muy poco alimentos concentrados; sin embargo en un mismo medio ambiente, en el Estado de Chiapas el 85% de las explotaciones estudiadas que tienen un manejo orgánico son más productivas que las convencionales; lo anterior se debe a que la dieta de los animales se complementa con árboles forrajeros; los animales también reciben una mejor sanidad, manejo y un mejor bienestar animal (Ruíz, 2016).

10.- El gasto energético y las emisiones de GEI que se llevan a cabo en las cadenas de valor de la leche y la carne también deben de tomarse en cuenta. En éstos gastos y emisiones se incluyen: el transporte (aéreo, marítimo y terrestre), la industrialización, envasado, etiquetado, distribución, uso de conservadores etc. que suelen tener en mayor proporción los productos convencionales ya que en la ganadería orgánica se buscan principalmente y en la medida de lo posible, mercados locales, productos frescos, artesanales, con escaso procesamiento industrial, con envasados reciclables, biodegradables y con un etiquetado sencillo. Lo anterior es más evidente en los productos que se comercializan en los tianguis orgánicos existentes en país y en el estado de Chiapas. (Ruiz, 2016).

En cuanto a la agroforestería, la integración de árboles en los sistemas ganaderos representa una opción para mejorar la productividad y sustentabilidad de las explotaciones pecuarias. Permite diversificar la producción, ya que es posible obtener madera, postes, frutos, medicinas, entre otros, además el follaje puede ser una fuente de alimento de calidad para el ganado que reduzca la generación de metano. También la sombra de los árboles ayudan a disminuir el estrés calórico de los animales, lo que significa un mayor bienestar para los mismos, con el consecuente aumento en la producción de carne y leche (Ibrahim et al., 2007; Gerber et al., 2013).
Este sistema contribuye al logro de la sostenibilidad de la ganadería y hacerla más amigable con el medio ambiente.

CONCLUSIONES.

Los sistemas de producción de alimentos orgánicos y la agroforesteria tienen un gran potencial para mitigar y reducir las emisiones de GEI al incrementar el secuestro de carbono del suelo y por lo tanto, su capacidad de resiliencia ante los fenómenos meteorológicos extremos, mejoran la calidad de la dieta, el bienestar animal y el rendimiento en la producción, entre otros; sin embargo, se requiere cuantificarlos con mayor precisión. Es necesario el acompañamiento técnico para ampliar y mejorar las diversas estrategias que actualmente están llevando a cabo los ganaderos encaminados hacia la producción orgánica, también se requieren un mayor número de investigaciones a largo plazo en las que se incluya la búsqueda de alternativas para reducir las emisiones de metano procedentes de la fermentación entérica, la utilización de razas más productivas y mejor adaptadas al entorno, mejoras en las estrategias para la siembra de cercos vivos y de árboles forrajeros, medicinales y maderables en los potreros. Habría que valorar la importancia que pudiera tener de que en el etiquetado de los productos, se incluyera la huella de carbono y el impacto climático que representan. De esta manera se reafirmaría que tanto la agroforesteria asi como la ganadería orgánica representa una fuente de alimentos sanos, frescos, libres de contaminantes y sustentables que además de mejorar el nivel de vida de las familias del sector rural ayudan a mitigar la producción de GEI y por lo tanto representan una alternativa real para combatir el calentamiento global.

LITERATURA CITADA

AEGCH. Anuario Estadístico y Geográfico de Chiapas 2015. INEGI, Gobierno del Estado. Chiapas. Disponible en http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos//prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2015/702825077150.pdf (Consultado el 14 de Junio del 2107)

DOF. Diario Oficial de la Federación. 2013. Acuerdo por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación Orgánica de las actividades agropecuarias. Disponible en http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5319831&fecha=29/10/2013. (Consultado el 7 de Junio del 2017)

El-Hage N. and Muller L.M. 2010. Organic agriculture and climate change. Renewable Agriculture and Food Systems: 25(2); 158-169.

FAO 2009. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La ganadería a examen. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. Roma. Italia. Disponible en http://www.fao.org/docrep/012/i0680s/i0680s.pdf (Consultado el 23 de Mayo del 2017)

FAOSTAT. 2009. FAO Statistical Database Domain on Fertilizers: ResourceSTAT-Fertilizers. Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO) Rome, Italy. Disponible en http://faostat.fao.org/site/575/default.aspx#anchor (Consultado el 7 Marzo del 2017).

Gerber, P.J., Steinfeld, H., Herderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. 2013. Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), Roma, Italia.

Gomez C.M.A., Schwentesius R.R., Ortigoza R.J., Gómez T.V., May T.V., López R. U.I., Arreola Q. J. A. y Noriega A. G. 2010. México. Agricultura, Apicultura y Ganadería Orgánicas de México – 2009. Estado Actual Retos – Tendencias. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. México.

IFOAM 2003. Normas Básicas de IFOAM Para la Producción y Procesamiento Orgánico. Disponible en http://beee.es/documentos/Normas%20IFOAM.pdf . (Consultado el 7 de Junio del 2017).

Ibrahim M., Villanueva C.P. y Casasola F. 2007. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehanilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centroamérica. Revista Archivos Latinoamericanos de. Producción. Animal. 15 (Supl. 1): 73-87.

Jiménez F.G. 2015. Ganadería y árboles: una antigua y estratégica amistad. Revista Ecofronteras. Ecosur. 19(54): 2-5.

Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science 304:1623–1627.

Lotter, D., Seidel, R., and Liebhardt, W. 2003. The performance of organic and conventional cropping systems in an extreme climate year. American Journal of Alternative Agriculture 18:146–154.

PACCCH. Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas. 2011. Secretaria de Medio Ambiente e Historia Natural. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Rosenberger, E., Götz, K.-U., Dodenhoff, J., Krogmeier, D., Emmerling, R., Luntz, B., and Anzenberger, H. 2004. Überprüfung der Zuchtstrategie beim Fleckvieh. Bayerische Landesanstalt fu¨r Landwirtschaft, Poing, Germany. Disponible en http://www.lfl.bayern.de/itz/rind/09285/index.php (Consultado el 23 Marzo del 2017).

Ruiz R. J.L. 2016. La producción de carne y leche orgánica en el estado de Chiapas. Documento Interno. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Chiapas. México.

SEPC .Sistema Estatal de Protección Civil . 2010. Boletín de Prensa 371, Tuxtla Gutiérrez, 27 de Septiembre de 2010, Autoridades dan atención a los municipios afectados por “Matthew”. Disponible en

http://www.proteccioncivil.chiapas.gob.mx/nSite/Pensa/index.php?action=11Gid=371. (Consultado el 14 de Mayo del 2107)

Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., and Sirotenko, O. 2007. Agriculture. In B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, and L.A. Meyer (eds). Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK

FACTORES QUE INCIDEN EN LA RENTABILIDAD DE DOS FINCAS CON DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO EN EL MUNICIPIO DE COMAPA, VERACRUZ, MÉXICO

Nancy Nazario-Lezama[24]
Arturo Pérez-Vázquez[25]
Clemente Flores-Martínez[26]
Rafael Zayed Rodríguez-Hernández[27]
Victoria Cessa-Reyes[28]

RESUMEN

La producción de café en la región centro de Veracruz, es una actividad económica importante. Sin embargo, la inestabilidad de los precios, especialmente precios bajos genera recurrentes crisis económicas en éste sistema. Para hacer frente a esta situación, los productores han explorado diferentes alternativas, una de ellas es mejorar la calidad y el rendimiento, a través de diversas prácticas agronómicas. El objetivo fue determinar los factores que inciden en la rentabilidad financiera y eficiencia energética de dos fincas cafetaleras con diferentes sistemas de manejo en el Municipio de Comapa, Veracruz, México. Se realizaron entrevistas semiestructuradas en dos comunidades (Boca del Monte y Agua Santa). En cada caso se realizó un análisis beneficio-costo para determinar su beneficio, además se determinó la eficiencia energética. Se encontró que ambos sistemas de producción son rentables y está se determina por la edad de las plantaciones, la variedad, el manejo y el rendimiento. El sistema orgánico mostró mejores beneficios económicos comparados con el sistema convencional, esto se debe a que muestra mejores rendimientos (15 ton $ha^{-1)}$, además de contar con plantas jóvenes, en contraste, la Finca convencional, muestra rendimientos de 6 ton/ha^{-1} y plantas de mayor edad. Desde el punto de vista de eficiencia energética, el sistema convencional es menos eficiente, a la medida que para producir un kilogramo de café cereza se invirtieron 0.040 Btu´s/kg, a diferencia la Finca orgánica se invirtieron 0.048 Btu´s/kg.

Palabras clave: Sistema de finca, análisis financiero, cafeticultor, análisis energético, agroecosistema.

[24] Colegio de postgraduados, Campus Veracruz, Correo: nazario.nancy@colpos.mx
[25] Colegio de postgraduados, Campus Veracruz, Correo: parturo@colpos.mx
[26] Colegio de postgraduados, Campus Veracruz, Correo: flores.clemente@colpos.mx
[27] Colegio de postgraduados, Campus Veracruz, Correo: rodriguez.rafael@colpos.mx
[28] Colegio de postgraduados, Campus Veracruz, Correo: victoria.cessa@colpos.mx

INTRODUCCIÓN

La producción de café en la región centro Veracruz, es una actividad que genera una derrama económica a nivel regional, sin embargo la inestabilidad de los precios, especialmente precios bajos genera recurrentes crisis económicas en éste sistema (finca), ante esta situación los cafeticultores han optado diferentes alternativas, una de ellas es, es el uso de variedades con mayores rendimientos y resistentes debido a la roya ((*Hemileia vastatrix* Berk & Broome) y mejorar la calidad.

El sistema de finca se define como un nivel de una jerarquía de sistemas agrícolas. Las fincas son sistemas con diferentes tipos de recursos, procesos y componentes de producción, que los agricultores, individual o colectivamente, combinan para formar supra sistemas (Hart, 1988). Cuando el sistema de producción en finca ya se ha consolidado en una zona, es de gran importancia conocer indicadores de rendimiento, financieros y económicos que permitan determinar el desempeño de diversos agroecosistemas. Además de realizar seguimientos (evaluación ex post) para identificar posibles restricciones de adopción tecnológica y cuantificar el impacto de la tecnología con la medición de diferentes variables, como producción, ingreso, empleo, rentabilidad e impacto ambiental.

Las evaluaciones financieras son diferentes alternativas productivas que constituyen la forma práctica de estimar la rentabilidad interna de una inversión, a través del cálculo de indicadores como el valor actual neto (VAN), la relación beneficio/costo (B/C) y la tasa interna de retorno (TIR). A su vez, los análisis de energía cumplen un papel importante en la evaluación de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Se han realizado numerosos estudios para cuantificar el consumo de energía en dichos sistemas (Pimentel et al. 1983).

Los análisis de energía cumplen un papel importante en la evaluación de la sostenibilidad de los agoecosistemas. Estos análisis permiten comprender el gasto de energía entre las agriculturas con tecnología orgánica y tecnología convencional (Mora-Delgado, 2007) e identificar agroecosistemas que no solo sean eficientes en términos energéticos sino también en términos financieros.

Estos estudios demuestran que los ahorros de energía pueden lograrse cuando se sustituyen insumos convencionales (altos energía indirecta) por insumos orgánicos o en prácticas culturales (Langue y Khelifi, 2000). Dichos estudios integran los análisis de energía, mano de obra y rentabilidad financiera en sistemas de producción convencionales y alternativos (Karlen *et al.,* 1995). Es decir, que el análisis de sustentabilidad de un agroecosistema debe de integrar no solo lo financiero sino también lo ambiental, y en este caso el uso o eficiencia de la energía en el sistema. Los ahorros en energía se pueden lograr cuando se sustituyen insumos convencionales por insumos orgánicos o prácticas culturales alternativas (Lockeretz *et al.* 1984).

En este sentido, cabe mencionar que el presente trabajo, se hizo un análisis de ingresos y egresos a un corto plazo de 5 años, los cuales se recabaron datos y para los cálculos a través de entrevistas estructuradas, completando la información con datos estadísticos de precios. El VAN indica la ganancia generada por el proyecto y una inversión resulta viable en términos financieros cuando este valor es mayor que cero (Romero 1998). La relación B/C resulta de dividir los beneficios actualizados entre los costos actualizados (Louman et al. 2001). Este cociente indica la ganancia neta generada por un proyecto por cada unidad monetaria invertida, lo cual constituye un indicador de la rentabilidad relativa de un proyecto (Romero, 1998). La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés de actualización para la cual el VAN es igual a cero (Louman *et al*.

2001), y se dice que una inversión es viable cuando su TIR excede el tipo de interés al cual el inversor puede conseguir recursos financieros (Romero, 1998).

Por lo anterior, el objetivo de este estudio, fue determinar los factores que inciden en la rentabilidad financiera y productividad energética de dos fincas cafetaleras con diferentes sistemas de manejo en el Municipio de Comapa, Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en dos comunidades pertenecientes al municipio de Comapa (Boca del Monte y Agua Santa). Este estudio se realizó en el mes de marzo y abril del 2017. Para la selección del área de estudio, se tomaron en cuenta dos fincas con diferentes sistemas de manejo: Finca 1, (Sistema convencional) y la Finca 2, (Sistema orgánico). Para determinar el tipo de finca, se hizo inicialmente un recorrido general en la zona, lo que permitió identificar los requerimientos relevantes para llevar a cabo el estudio. Se consideró el tipo de sombra y el manejo del cafetal. Identificando, la producción convencional y producción orgánica.

La metodología empleada para determinar la eficiencia energética entre los dos tipos de finca, se realizó un análisis de la energía invertida, es decir tomando como base los indicadores socioeconómicos, tomando en cuenta que ambas fincas cuentan con plantaciones mayores a tres años. Los insumos y mano de obra. Los insumos y mano de obra invertidos, se utilizó el método de proceso (Fluck 1994). El análisis energético permite determinar la energía que el productor invierte en cada una de las actividades del proceso de producción y la energía que gana. Para ello, existen tres indicadores, el de eficiencia energética (input/output), el de productividad energética y rentabilidad energética (kg/unidad de energía) (Fluck, 1994).

Para la determinación de la sombra, se hizo de manera visual, con conocimientos de los productores, identificando varias especies de sombra. Posteriormente para la obtención de datos, se realizó una entrevista semiestructurada, abordando los siguientes temas: Precio, costos de producción, # de hectáreas, rendimientos, escolaridad, manejo del cafetal, insumos y actividades realizadas.

UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Geográficamente, el municipio de Comapa se ubica dentro de la región de las grandes montañas del estado de Veracruz. Localizado entre las coordenadas de los paralelos 19°04’ y 19°13’ de latitud norte; los meridianos 96°29’ y 96°56’ de longitud oeste. Con una altitud entre 100 m y 1,300 msnm (INEGI, 2009). Sus colindancias municipales se muestran en la Figura 1 y éstas son: al Norte colinda con los municipios de Totutla, Tlacotepec de Mejía, Puente Nacional y Paso de Ovejas; al este con los municipios de Paso de Ovejas y Soledad de Doblado; al Sur colinda con los municipios de Soledad de Doblado, Zentla y Huatusco; al Oeste, con los municipios de Huatusco, Sochiapa, Totutla y Tlacotepec de Mejía (INEGI, 2009). Al año 2010 contaba con 67 localidades registradas, de las cuales 66 se consideran rurales y una superficie territorial total de 311.8 Km^2. De su territorio total, 55 Km^2 son destinados a la agricultura y 219.1 Km^2 son destinados a pastizales (SEFIPLAN, 2015).

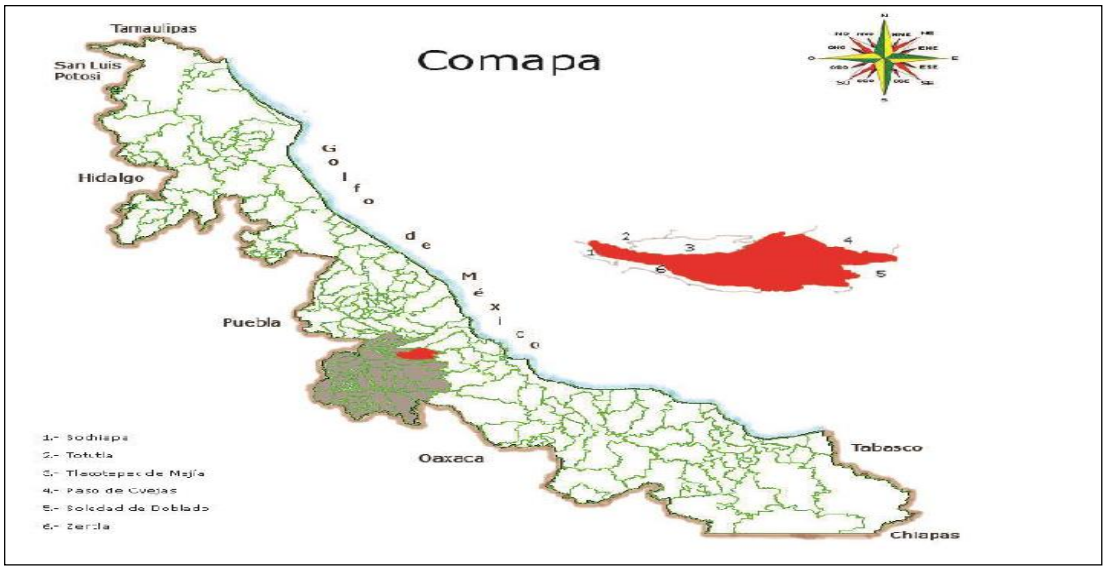


Figura 1. Localización geográfica y colindancias del municipio de Comapa, Veracruz. Fuente: SEFIPLAN, 2015.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se describe las características de los dos sistemas de finca para su análisis financiero y eficiencia enérgicos, estos datos , tipo de tenencia y la tenencia de la tierra, no son muy relevantes, sin embargo el rendimiento está en función de la variedad y el manejo en el cafetal, el productor orgánico muestra tener mejor manejo en el cafetal, en base a su experiencia como trabajador en viveros para café, ha implementado la tecnología adquirida a su cafetal, muestra de ello, la densidad de plantación, la variedad y la edad de las plantaciones, le genera mejores rendimientos de café cereza y por lo tanto mejores ganancias.

Cuadro 1. Características de las fincas cafetaleras del municipio Comapa, Veracruz.

Finca	Ubicación de la comunidad	Altitud (msnm)	Tipo de tenencia	Tipo de sombra	Variedad	Superficie (ha)	Edad de la plantación
Sistema convencional	Boca del Monte19°09´12.39´´N 96°49´08.80´´O	850	Privada	Tradicional	Criollos (Garnica, Mundo Nuevo) Costa rica y San Román	8	3-25
Sistema orgánico	Agua Santa 19°11´06.85´´N 96°54´51.10´´O	1210	Privada	Tradicional	Costa rica Colombia	6	2-15

Análisis de costos

En el Cuadro 3 indica los costos por mano de obra y los insumos de cada finca, en el sistema con producción orgánica el rubro que más influye es en establecimiento de la plantación y fertilización orgánica, tanto por la proporción que representa el costo del abono orgánico, como la mano de obra para su elaboración y distribución. Las altas cantidades de fertilizantes orgánico aplicados demandan una mayor mano de obra, esto se corrobora con la densidad de plantación 1m x 0.50 cm. A diferencia de la finca convencional que es de 1x1m En los dos sistemas de producción los costos por mano de obra representan la mayor proporción respecto a los insumos, evidentemente la mano de obra invertida en la cosecha, sin embargo en el sistema de producción orgánica representa un mayor inversión en los costos de producción en la aplicación de abono orgánico y la cosecha, debido a los mayores volúmenes cosechados y productividades obtenidas respecto al modelo convencional.

Comúnmente en los sistemas de producción en México, por lo regular no se lleva a cabo un registro contable y administrativo para cada labor. A demás los tiempos dedicados a cada actividad son muy variables entre una finca y otra (Mora *et al*., 2007). Sin embargo se constató que las labores culturales y la cosecha, para ambos sistemas, existe una mayor demanda de mano de obra, para el caso específico del sistema orgánico en especial la aplicación de abono orgánico ocupa una mayor inversión en la mano de obra. Así que se pudo establecer que la mayor parte de los jornales empleados son contratados, algunos son cerca de las zonas, sin embargo en tiempos de cosecha entre noviembre-marzo, la demanda de jornales aumenta y se tienen que contratar familias completas fuera de la región. Para realizar el análisis económico financiero, se tomó en cuenta el precio pagado al productor de café cereza $9.00/kg, y el rendimiento, como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 3. Costos de mano de obra e insumos.

Rubro	Finca Convencional		Finca Orgánica	
	Pesos	%	Pesos	%
JORNALES				
Establecimiento de la plantación	$ 16, 120.00	26.40%	$12,090	26.36%
Fertilización	$2,400.00	4.00%	$4,800.00	10.50%
Fitosanitario	$,1,300.00	2.00%	$975.00	2.12%
Labores Culturales				
Deshierbes	$650.00	1.06%	$487.50	1.06%
Podas y dehiege	$390.00	0.63%	$292.50	0.64%
Regulación de la sombra	$650.00	1.06%	$487.50	1.06%
Aplicación de abono orgánico	$ 10,000.00	16.35%	0,0	
Cosecha	$9,180.00	15.01%	$6,885.00	15.01%
Trasplante	$2,600.00	4.20%	$1,950.00	4.25%
Subtotal	$43,290.00		$27,967.50	
INSUMOS				
Control de enfermedades				
Plaguicidas	$520.00	0.85%	$390.00	0.85%
Control de la roya	$4,000.00	6.50%	$7,500.00	16.35%

Otros gastos	$13,340.00	21.81%	$10,005.00	21.81%
Subtotal	$17,860.00		$17,895.00	
Total	$ 61, 150.00	100%	45,862.50	100%

Cuadro 4. Tipo de productor y números de hectáreas

Tipo de Finca	Productor	Ha	Rendimiento (Ton)	Precio por kg. Café cereza
Convencional	Productor (Ciro)	8	4 Ton	$ 9.00
Café orgánico	Productor (Vicente)	6	15 Ton	$ 9.00

Cuadro 5. Comportamiento de los indicadores financieros de los dos sistemas de producción.

Finca 1 (Sistema convencional			Finca 2 (Sistema orgánico)		
VAN (10%)	TIR	R/C	VAN (10%)	TIR	R/C
$505,212.23	35%	1.62	$3,136,580.72	194%	6.66

Cuadro 6. Resumen financiero de los dos sistemas de producción.

Concepto	Finca 1 (Sistema convencional)	Finca 2 (Sistema orgánico)
Costos fijos	$31,330.00	$23,497.50
Costos Variables	$13,340.00	$10,005.00
Costos Totales	$44,670.00	$33,502.50
Utilidad Bruta	$243,330.00	$776,497.50
Utilidad Neta	$228,330.00	$767,497.50
Ingresos Totales	$288,000.00	$810,000.00

Para calcular el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio-Costo (R/C), se tomó una tasa de descuento del 10%, que es lo recomendado en proyectos productivos. En los Cuadros 5 y 6, como punto de comparación los costos implicados en los dos sistemas de producción varían de acuerdo a cada actividad realizada, estos datos muestran la variabilidad financiera de cada sistema de producción. La Finca convencional muestra mayores costos de inversión, en contraste a la Finca orgánica, cuyos costos son menores, teniendo ingresos mayores, sin embargo, ésta producción muestra mejores rendimientos, lo cual se debe a la edad de plantación (>3, < 15), así como también a su densidad de siembra y variedad de la plantación. En los dos sistemas de producción, probablemente los productores estén dispuestos

a mantener su cafeticultora, una de las estrategias que está adoptando es cambiar de variedad para obtener mejores rendimientos.

Análisis de la eficiencia energética

Se realizó un análisis de eficiencia energética en plantaciones (>3 años), éste análisis de realizo en base a una ha, para los dos sistemas de producción. Los insumos y mano de obra invertidos en los dos modelos fueron analizados utilizando el método de proceso de (Mora *et al*., 2007) tomado de (Fluck, 1994) y (Baird 1980), en cual asignan valores de conversión energética, considerando tanto las acciones directas (aplicación de fertilizantes, pesticidas, cosecha, podas) como las indirectas (energía invertida en la fabricación de insumos, fertilizantes, plaguicidas. Los resultados son expresados en British Thermal Unit Btu´s/kg, de producto obtenido.

El sistema de producción orgánica muestra mayor eficiencia financiera y mejor eficiencia energética, diferencia del sistema de producción convencional, éste es menos eficiente, a medida en que para producir un kilogramos de café cereza, por lo que (Qq/ 250Kg) se invirtieron 0.048 Btu/ha, para la producción orgánica y (0.040 Btu/ha), para la producción convencional, sin embargo el número de hectáreas y el rendimiento/ ha, se relaciona con el costo de inversión en energía invertida para la aplicación de abono orgánico y costo de mano obra por energía invertida para la cosecha en el sistema orgánico. En esta misma sintonía estudios demuestran que existe una mejor eficiencia energética de los sistemas tradicionales y orgánicos frente a los sistemas convencionales de altos insumos (Mora *et al*., 2006).

Cuadro 7. Factor de conversión de energía (ha), Finca 1 (Sistema Convencional)

Insumo	**Cantidad**	**Factor de conversión**	**Energía base primaria, miles Btu/ha**
Fertilizante			
Nitrógeno (20)	120 kg	72 156.1 Btu/kg	8 660
Fósforo (10)	60 kg	16 538.8 Btu/kg	992.3
Potasio (10)	60 kg	12 985 Btu/kg	779.1
Herbicida (Faena)	3 L	26 790.6 Btu/L	8 037.1
Fungicida (Alto 100)	333ml	172 422.8 Btu/ml	57 416. 7
Costales (pieza)	80	26 670 Btu/$	2 133.6
Hilo rafia (pieza)	1	16 850 Btu/$	16 850
Jornal (hombre)	60	54 133 Btu	3 240
Otros costos	$100	13 213 Btu/$	1 321.3
Energía total			99 430.1
			4 000/99 430.1= 0.040 kg/miles Btu´s/ha

Insumo	Cantidad	Factor de Conversión	Energía base primaria, miles Btu/ha
Composta	160 ton	53 262.8 Btu/kg	8 522.0 Btu
Sustrato negro	5 ton	53 262.8 Btu/kg	266.3 Btu
Tezontle	30 m^3	100 853 Btu/m^3	3 025.5 Btu
Charolas de plástico (pieza)	1 512	26 670 Btu/kg	40 325 Btu
Fungicida orgánico (Zol)	1 L	172 422.8 Btu/L	172 422.8 Btu
Fertilizante			
Mucílago de café	500 $	72 156.1 Btu/$	36 078 Btu
Diesel	400 $	44 780 Btu/$	17 912 Btu
Trabajo manual (hombre)	30	541 330 Btu/hombre	16 239 Btu
Otros costos	1000 $	13 213 Btu/$	13 213 Btu
Energía total			308 003.6
Eficiencia productiva			15 000/308 003.6= 0.048 kg/miles Btu´s/ha

Cuadro 8. Factor de conversión de energía (ha) Finca 2 (Sistema Orgánico)

CONCLUSIONES

Se determinó la rentabilidad financiera de dos fincas de café. Ambos presentaron resultados positivos en cuanto a indicadores como VAN, TIR y B/C, sin embargo se pudo apreciar que dichos valores dependen en gran medida de la edad de las plantaciones, las variedades, el tipo de manejo y el rendimiento, el sistema orgánico muestra mejores rendimientos con 15 ton/ha^{-1}, como consecuencia te contar con plantaciones jóvenes y una densidad de siembra de 1mx.50cm, a diferencia del sistema convencional, mostrando 6 ton/ ha^{-1} con plantaciones de edad avanzada y baja productividad, sin embargo el productor ha optado por sembrar variedad resistentes a la roya y con mayores rendimientos (Costa rica y San Román y Colombia). En cuanto a eficiencia energética, el sistema de producción orgánica muestra ser mejor eficiente, a medida que para producir un kilogramo de café cereza se invirtieron 0.048 Btu´s/kg, en contraste la producción convencional fue de 0.040 Btu´s/kg.

Anexo 1.

Vegetaciones arbustivas de los dos sistemas de finca cafetalera estudiadas.

Boca del Monte 850msnm		Agua Santa (1260 msnm)	
Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Nacaxtle u orejón	*Enterolobium cyclocarpum*	Yoloxochitl	*Magnolia grandiflora L.*
Palo cucharo	*Myrsine guianensis*	Ixpepe	*Trema micrantha (L.) Blume*
Cedro rojo	*Cedrela odorata*	Teca	*Tectona grandis*
Vainillo plumoso	*Inga edulis*	Cedro rosado	*Acrocarpus fraxinifolius* Wight et Arn.
Ficus	*Ficus benjamina*	Grevillea	*Grevillia robusta* A Cunn
		Palo blanco	*Celtis laevigata*
Plátano	*Musa sp.*	Cítricos	*Citrus spp.*
Mango	*Mangifera indica* L	Macadamia	*Macadamia integrifiolia* Maiden & Betche
		Roble	*Quercus oleoides* Schltdl. & Cham
		Duela	*Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake

En general, en la finca cafetalera de la comunidad Boca del Monte, la producción es totalmente bajo sombra y ésta es de tipo nativa. La única especie introducida es el árbol de ficus y las plantas de plátano. En su mayoría son árboles adultos que miden aproximadamente de 10 a 15 metros de alto. La finca cafetalera de la comunidad Agua Santa, es de media sombra y se maneja con especies nativas e introducidas como la teca y el cedro rosado (Sánchez, 2017). En su mayoría son árboles adultos que miden aproximadamente más de 20 m de alto.

Literatura citada

FLUCK R.C., Baird CD. 1980. Agricultural energetics. Avi Publishing. University of Florida, USA. 192 p.

Fluck, R C (1994) Energy: The hidden input. University of Florida. SARE/AEE.

García, P., Díaz, F., Sánchez, M. and García, F. 2009. Assessment of the sustainability in dehesa farms according to size and livestock prevalence. ITEA, 105: 117-141.

Hart, R. 1988. Componentes, subsistemas y propiedades del sistema finca como base para un método de clasificación. En: Clasificación de sistemas de finca para Generación y Transferencia de Tecnología Apropiada. Seminario efectuado en Ciudad de Panamá, Panamá. Pág. 9-24.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Comapa, Veracruz de Ignacio de la Llave. Pág. 9.

Languë C., Khelifi M. 2000. Energy use and time requirements for different weeding strategies in grain corn. Canadian Biosystems Engineering 43:2.13-2.21.

Louman B; Quirós, D; Nilson, M. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, CR, CATIE. Pág. 265.

Lockeretz W., Shearer G., Kohl D.H., Klepper R.W. 1984. Comparison of organic and conventional farming in the corn belt. In: Organic farming: current technology and its role in a sustainable agriculture, Pág. 37-48.

Mora-Delgado, J.R; Ramírez M, C; Quirós M, O. 2006. Análisis beneficio costo y cuantificación de la energía invertida en sistemas de cafeticultura campesina de Puriscal, Costa Rica. Agronomía Costarricense. Vol. 30, 2: 71-82.

Mora-Delgado, J. R., Ramírez, C. M., Quirós, O. M. 2007. Mano de obra, análisis beneficio-costo y productividad de la energía en la caficultura campesina de Puriscal, Costa Rica. Cuad. Adm. Bogotá (Colombia), Vol. 20, 33: 79-101.

Niembro R, A, Vázquez T, M y Sánchez S, O. 2010. Árboles de Veracruz. 100 especies para la reforestación estratégica. Comisión del Estado Veracruz de Ignacio de la Llave para la conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución, Centro de Investigaciones Tropicales. Veracruz, México. 130 p.

Pimentel D., Beradi G., Fast S. 1983. Energy efficiency of farming systems: organic and conventional agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment. 9: 359-372.

Restrepo J., D.I. Angel y M. Prager. 2000. Agroecología. Sección 2. El Agroecosistema. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF), Santo Domingo, República Dominicana Pág. 18.

Romero, C. 1998. Evaluación financiera de inversiones agrarias. México, Ediciones Mundiprensa. Pág. 78.

Sánchez, H. S. 2017. Diversificación de la sombra tradicional de cafetales en Veracruz mediante especies maderables. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. Vol. 8 (40): 7-17.

Secretaría de Finanzas y Planeación del estado de Veracruz (SEFIPLAN). 2015. Sistema de Información Municipal. Cuadernillos municipales, Comapa. Gobierno del estado. Pág. 10.

ELABORACIÓN DE COMPOSTA A BASE DE RESIDUOS DE PESCADO

Jaqueline García-Hernández[1]
German Leyva-García[1]
Daniela Aguilera-Márquez[1]

RESUMEN

El aprovechamiento de residuos orgánicos municipales no solo brinda beneficios al medio ambiente, sino que podría ser una opción sustentable de fertilización agrícola. En la ciudad de Guaymas, Sonora se producen alrededor de 120 toneladas de residuos diarios, de los cuales un 82 toneladas son orgánicos, y una parte importante son residuos de pescado, los cuales son depositados en el relleno sanitario. El objetivo de este trabajo es el de llevar a cabo una composta con residuos de pescado y otros materiales y determinar su contenido de nutrientes. Para lo cual se obtuvieron 4 toneladas de residuo de pescado (cabeza, esqueleto y piel), 12 toneladas de estiércol de vaca y 3 toneladas de aserrín, (19 toneladas iniciales). Los resultados indican un incremento en temperatura (hasta 68.5 °C) en la semana 3 y un descenso a partir de la 4ª semana, el %MO al cabo de 6 semanas fue de 38% y la relación C/N fue de 28. El proceso de compostaje aún no termina, y se espera que los valores de C/N disminuyan en las próximas semanas.

Palabras clave: nitrógeno, temperatura, materia orgánica, descomposición

INTRODUCCIÓN

Se define el proceso de compostaje como la descomposición biológica de forma aeróbica de la materia orgánica, en un producto estable similar al humus, llamado compost o composta. Este proceso es el mismo que se lleva a cabo en la naturaleza, a excepción de que éste es mejorado y acelerado con la mezcla de materia orgánica con otros ingredientes para optimizar el crecimiento microbiano (USDA, 2000).

De acuerdo con la OECD (2015), los países que más reciclan y compostean sus residuos sólidos municipales (RSM) son Alemania con un 65%, seguido de Korea del sur con 59% y Eslovenia con un 58%. Estados Unidos tiene un 35% de índice de reciclaje y composteo, por debajo de la mayoría de los países europeos. México queda en el penúltimo lugar con un 5%, por encima de Chile con un 1%. Sin embargo, esta fuente también reporta un crecimiento de un 190% de composteo en los últimos 15 años en nuestro país.

En la comunidad de Guaymas, Sonora, se generan aproximadamente 120 toneladas de RSM diariamente (PASA Promotora Ambiental S.A. de C.V., 2007), el municipio cuenta con 135,628 habitantes lo que resulta en un aproximado de 800 gramos de RSM diarios per cápita. Esta generación es similar a la media nacional de 853 g/diarios/habitante (SEMARNAT, 2013). De acuerdo con un estudio realizado por PASA en 2007, 69% son materiales de origen orgánico y 31% plásticos y materiales no reciclables. Los materiales orgánicos incluyen residuos de alimento (20%), residuos de jardín (29%) y otros (20%) (Figura 1).

[1]Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD) Guaymas, (Jaqueline García jaqueline@ciad.mx), German Leyva (gleyva@ciad.mx), Daniela Aguilera (daguilera@ciad.mx)

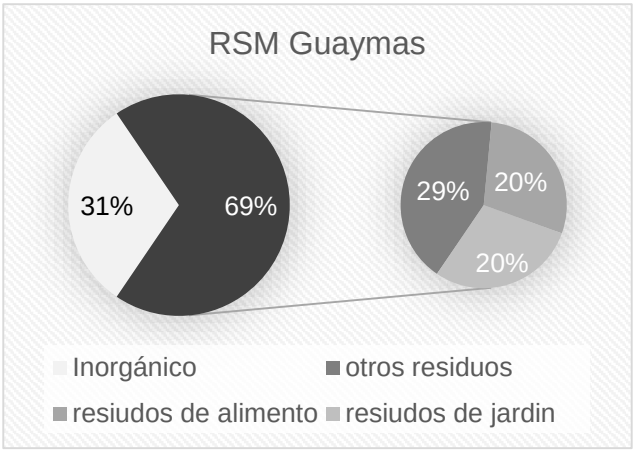


Figura 1. Composición de los RSM en Guaymas, Sonora (PASA, 2008).

Una contribución importante a los residuos de alimento en la comunidad de Guaymas, son los cortes de pescado generados en las plantas y pescaderías de la región, los cuales si no son recolectados rápidamente, generan malos olores y plagas, por lo que la mayoría de las empresas pagan para la recolección diaria de sus residuos a empresas privadas.

Por lo tanto, teniendo en cuenta la generación de este residuo en la comunidad, el presente estudio tiene como objetivo principal determinar la factibilidad de la elaboración de una composta a base de residuos de pescado como principal fuente de nitrógeno, agregando ademas otros materiales disponibles como estiércol de ganado y aserrín.

MATERIALES Y MÉTODOS

La composta se llevó a cabo en las instalaciones de CIAD en Carretera al Varadero Nal. Km 6.6 Col. Las Playitas, Guaymas, Sonora.

Para la elaboración de la composta, se utilizó la tabla de porcentajes de N y C de la USDA (2000), y se formuló una mezcla con residuos de pescado, estiércol de vaca y aserrín que tuviera una relación C/N inicial entre 25 y 30 y una humedad entre 40 y 60% (O´Ryan-Herrera y Riffo-Prado, 2007).

Los residuos de pescado consistieron en esqueleto, cabeza y piel de cochito (*Balistes polylepsis*) principalemente, los cuales se obtuvieron de una pescadería local. El estiércol se colectó en corrales del valle de Empalme a 30 km de Guaymas y el aserrín, de una maderería de Empalme.

Todo el material se mezcló con ayuda de una retroexcavadora y se construyó una pila de 1.5 m de alto 2 m de base y 20 m de largo, se le colocó una malla sombra y se regó cada tercer día. Cada semana se volteó el material con la retroexcavadora regresando a la forma de pila horizontal una vez conluido el volteo. La temperatura se midió diariamente con un termómetro digital de espiga y se colectó una muestra compuesta de 10 puntos sobre la pila, semanalmente para la determinación de nitrógeno total (% N), materia orgánica (% MO), pH y conductividad.

La determinación química se realizó en el laboratorio de Ciencias Ambientales y Fisicoquímica de CIAD Guaymas. Los análisis de nitrógeno total se realizaron por medio del método Kjeldhal (AOAC International método 955.04), la MO por medio de pérdida por ignición a 400°C por 4 horas (Benton, 2001), pH y EC se midieron en una solución 1:4 de extracto soluble utilizando un potenciómetro y una sonda YSI respectivamente. Con el % MO se obtuvo una aproximación del % de Carbono orgánico (% C) dividiendo el % de MO entre un valor de 1.72 (Benton, 2001), y la relación C/N se obtuvo al dividir el porcentaje de C entre el porcentaje de N total.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1 muestra las cantidades en toneladas utilizadas para este proceso, en total fueron 19 toneladas iniciales.

Cuadro 1. Composición inicial de la composta

Material	Peso (ton)	% del peso
residuos de pescado	4	21%
estiércol de vaca	12	63%
aserrín	3	16%
Total	**19**	**100**

La composta se inció el 19 de mayo del 2017. Cabe destacar que no se generaron malos olores ni plagas durante el proceso de compostaje. A continuación se presentan los resultados de las primeras 6 semanas del proceso. La temperatura máxima fue de 68.5 °C el 29 de mayo (semana 3) y la mínima de 45 °C al inicio del proceso (semana 1). Se observa un incremento en temperaturas a partir de la segunda semana, y un decenso a partir de la 4ª semana (Figura 2). Lo que indica que se llevó a cabo la fase termofílica del proceso de composteo adecuadamente

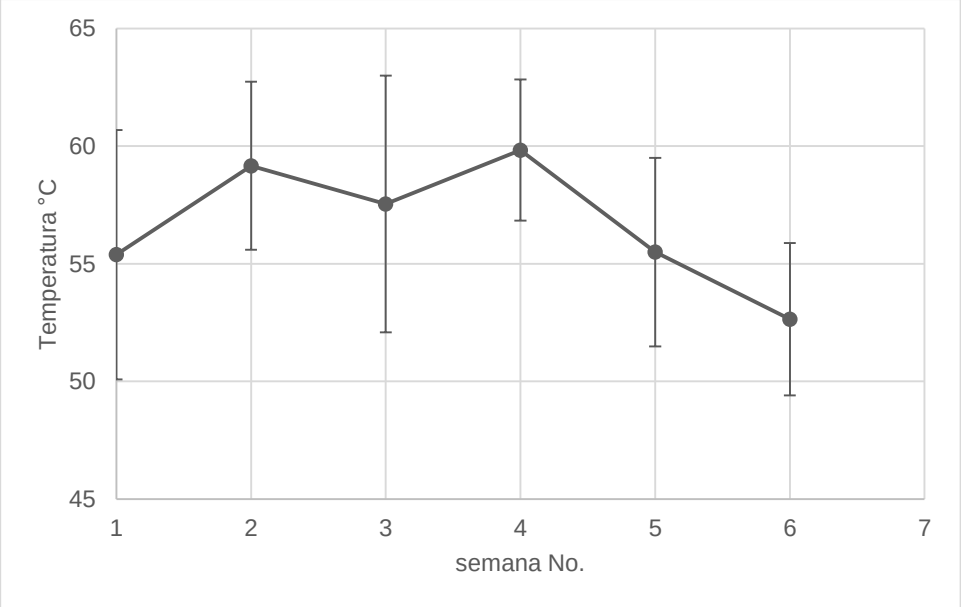


Figura 2. Temperaturas promedio semanales a partir del 19 de mayo al 23 junio de 2017.

En cuanto a la composición de química, se cuentan con resultados de %MO que indican un decenso de 47.8 a 38 % desde el inicio a la sexta semana (cuadro 2), los análisis de N iniciales están pendientes, sin embargo se realizaron las últimas dos lecturas, que indican 0.7% de Nitrógeno, lo que nos da una relación C/N de 28.4 (cuadro 2). El porcenaje de humedad se ha mantenido por arriba del 40% a excepción del inicio.

Cuadro 2. Características fisicoquímicas de la composta

Semana No.	pH	EC (mS/cm)	% Humedad	%N	%MO	%C	C/N
1	9.0	3.3	25.0		47.84	27.81	
2	8.9	1.7	45.5		41.69	24.24	
3	9.0	1.3	49.4		42.60	24.77	
4	9.2	1.1	45.9		40.12	23.33	
5	8.9	1.7	34.6	0.76	37.72	21.93	28.9
6	9.0	1.2	47.0	0.78	38.04	22.12	28.4

La composta aún no ha concluido su proceso ya que las temperaturas aun estan altas y la composición C/N es alta todavía. Lo que indica que aún queda carbono disponible para los procesos bacterianos. Lopez-Mosquera et al (2011) realizaron una composta de pescado que duró 4 meses (16 semanas), al cabo de los cuales, la %MO fue de 82, el %C de 47 y el %N de 2.13, lo que resultó en una relación C/N de 22.56. En nuestro caso, el %MO y %C es menor, al igual que el %N. Sin embargo, aun falta tiempo del proceso y es muy probable que se incremente el %N disminuyendo aun mas la relación C/N, ya que de acuerdo a la Norma Técnica Ambiental (NTEA-006-SMA-RS-2006) lo ideal es un valor < 12 y > 15% de MO, para compostas. Al final del proceso se harán análisis de fósforo (P) y potasio (K) así como coliformes fecales y *salmonella* spp. para comparar estos valores con los de la normativa.

CONCLUSIONES

Se concluye que es factible realizar compostaje con residuos de pescado en la comunidad de Guaymas, Sonora, ya que se cuenta con la materia prima necesaria para la descomposición microbiana de estos residuos. Los resultados preliminares indican una composición > 15% de MO como lo indica la Norma Técnica Ambiental, sin embargo, en esta etapa del proceso, aún no se obtiene una relación C/N < a 12.

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

Benton J. Jr. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. Boca Ratón. CRC Press LLC. 363 pp.

López-Mosquera, M.E., Fernández-Lema E., Villares, R., Corral R., Alonso, B., Blanco, C. 2011. Composting fish waste and seaweed to produce a fertilizer for use in organic agriculture. Procedia Environmental Sciences. 9:113-117.

NTEA 2006. Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-006-SMA-RS-2006 que establece los requisitos para la producción de los mejoradores de suelo elaborados a partir de residuos orgánicos. Toluca de Lerdo, México: 64 pp.

PASA. 2007. Reporte Generación y caracterización de Residuos Sólidos Municipales en Guaymas Sonora. Auditoriía y Gestión Ambiental.

OECD. 2015. Environment at a Glance 2015: OECD Indicators, OECD Publishing. Paris. DOI:http://dx.doi.org/10.1787/9789264235199-en
O´Ryan-Herrera, J. y M.O. Riffo-Prado. 2007. Manual El compostaje y su utilización en la agricultura. Santiago de Chile. Fundación para la Innovación Agraria-Universidad de las Américas. 40 pp.
SEMARNAT, 2013. El medio ambiente en México 2013-2014. Residuos sólidos urbanos. Consultado en: semarnat.gob.mx
USDA, 2000. National Engineering Handbook. Chapter 2 Composting. U.S. Department of Agriculture. 88 p.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y COMPORTAMIENTO POSTCOSECHA DE UN BIOFERTILIZANTE

Ronald León-Aroca [29]
Eduardo Chavéz Navarrete[30]
Karla Aguaguiña Méndez[1]
Carlos Arias Vega[1]
Daynet Sosa del Castillo[1]

RESUMEN

Los biofertilizantes son productos ricos en nutrientes y microorganismos, los cuales al ser aplicados al suelo o la planta promueven el crecimiento e incrementan la producción de una forma amigable con el medio ambiente. El uso de herramientas biotecnológicas ha contribuido enormemente al desarrollo de estos productos y optimizar su proceso de elaboración. Los biofertilizantes son la alternativa al uso de fertilizantes convencionales, cuyo uso indiscriminado amenaza la sostenibilidad agropecuaria, también ha sido relacionado con la contaminación de aire, agua y suelo. Contrariamente, los biofertilizantes son una alternativa segura a los insumos químicos, son rentables, respetuosos con el medio ambiente y su uso prolongado mejora sustancialmente la fertilidad del suelo. El objetivo de la investigación fue determinar el comportamiento de un biofertilizante, producido mediante fermentación anaeróbica, en la etapa de postcosecha (separación de la fase líquida de sólida) la vida útil, calidad, inocuidad y acción fúngica. Para cumplir con el objetivo, el biofertilizante, se elaboró durante 4 meses mediante un proceso de fermentación transformación anaeróbica, luego de esto, se monitorearon los parámetros físicos-químicos (pH, conductividad eléctrica, solutos totales, sales y T°) durante un periodo de nueve meses. La inocuidad se determinó mediante la presencia/ausencia de Salmonella spp. y de Coliformes fecales. La acción fúngica se evaluó contra el patógeno *Moniliophthora roreri* (agente causal de la moniliasis en cacao). El estudio reveló que el producto almacenado tiene un leve comportamiento decreciente de los parámetros físicos-químicos a medida que pasa el tiempo, es inocuo, hay ausencia del 100% de salmonella spp. y de coliformes fecales. Se pudo observar en condiciones in vitro un decrecimiento del hongo patógeno Moniliophthora roreri luego de haber sido intoxicado con el biofertilizante.

PALABRAS CLAVE

Biofertilizante, fermentación, vida útil, inocuidad, calidad

INTRODUCCIÓN

Los biofertilizantes son productos que contienen los nutrientes esenciales para el crecimiento y producción de las plantas, adicionalmente, contienen una gama de microorganismos, que, al ser inoculados en el suelo o planta, promueven el crecimiento y confieren resistencia a ciertas enfermedades. Algunos microorganismos aumentan el suministro de nutrientes y agua, como es el caso de las micorrizas arbusculares. Los biofertilizantes son ampliamente utilizados en la agricultura moderna, entre los beneficios más importantes se pueden identificar: mejoran la

[29] *Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL); Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE) cibe@espol.edu.ec*
[30] *Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL);* Facultad Ciencias de la Vida (FCV)

fertilidad del suelo, producen ácidos orgánicos y nutrientes para las plantas, ayudan a sobrellevar enfermedades y otros estrés, mejoran la descomposición de materia orgánica, entre otros (Mahanty, Bhattacharjee, & Goswami, 2016).

Existen diferentes tipos de biofertilizantes, comúnmente se reconocen de acuerdo con su forma como líquidos y sólidos. Las características de los productos y los procesos de elaboración varían entre ambos productos, la disponibilidad de materias primas, formas de utilización y fuentes de microorganismos, son las principales diferencias. El avance de la tecnología, específicamente, la biotecnología ha sido fundamental en la transformación de los desechos agroindustriales en biofertilizantes. Para la transformación, es indispensable la digestión anaerobia, que son procesos de tratamientos biológicos destinados a estabilizar la materia orgánica, calidad que es determinada por la evaluación de parámetros físico-químicos como: conductividad eléctrica, sólidos totales disponible, salinidad y pH, obteniendo al final un producto estable y valioso, que en el mercado agrícola debería encontrar una mayor aceptación por parte de los agricultores, extensionistas y fabricantes de biofertilizantes comerciales.(Ngampimol & Kunathigan, 2008; Mahdiet al., 2010).

El uso de los biofertilizantes no es muy satisfactorio debido a ciertas desventajas como: la vida útil del producto almacenado de 3 a 4 meses, problemas en encontrar el envase adecuado y el alto costo del transporte por el volumen de materia prima, y materiales (Youssef & Eissa, 2014).

Sin embargo, el uso indiscriminado de fertilizantes químicos o convencionales muestra una gran amenaza para la naturaleza, contaminando el aire, agua y suelo, como también en el exterminio de insectos benéficos denominados controladores biológicos. Los productos químicos, empiezan a acumularse en las aguas subterráneas y son responsables de causar eutrofización en los cuerpos de agua, como también afectando al suelo en términos de agotamiento de la capacidad de retención, fertilidad, aumento de la salinidad y disparidad en los nutrientes del suelo (Savci, 2012)

Teniendo en cuenta los efectos peligrosos de los fertilizantes químicos, se supone que los biofertilizantes son una alternativa segura a los insumos químicos, minimizando las perturbaciones ecológicas en gran medida. Los biofertilizantes son rentables, respetuosos con el medio ambiente y su uso prolongado mejora sustancialmente la fertilidad del suelo (Mahanty et al., 2016)

En Ecuador, uno de los centros que ha venido desarrollando este tipo de biotecnologías es el Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), el centro de investigación cuenta con un producto orgánico “biofertilizante”, elaborado por el CIBE, en los predios de la ESPOL, que es obtenido de una fermentación anaeróbica, que contribuye a la nutrición de los cultivos por su alto aporte en macronutrientes, estimula el crecimiento, la floración y activa los sistemas naturales de defensa de las plantas

En el 2008, la ESPOL, a través del CIBE, en conjunto con la organización Maquita Cushunshic Comercializando como Hermanos (MCCH), desarrolló el proyecto: “Implementación de tecnologías amigables con el medio ambiente para la recuperación de plantaciones de cacao fino y de aroma improductivas”. Este proyecto tuvo como objetivo principal la elaboración, aplicación, y evaluación de un fermentado anaeróbico (conocido como biol) en un paquete de rehabilitación de huertas seniles de cacao. Como resultado, el efecto del biol en la nutrición de las plantas, en promedio, las fincas demostrativas tuvieron un incremento del 160% en el primer año de aplicación, mientras que en el segundo año el incremento fue de 227% (Chavéz E, 2016). El CIBE continúa trabajando en afinar la formula, dosis, frecuencia y métodos de aplicación, en conjunto con empresas privadas y organismos gubernamentales.

El biofertilizante ha demostrado tener excelentes resultados en proyectos que se han ejecutado, sin embargo, no se ha evaluado la vida útil luego de ser cosechado, envasado y puesto en perchero durante un tiempo determinado. Por eso esta investigación tiene como objetivo: Determinar el comportamiento del biofertilizante en etapa postcosecha, vida útil, calidad, inocuidad y acción fúngica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El biofertilizante estandarizado previamente por investigadores del CIBE-ESPOL, obtuvo el CERTIFICADO DE REGISTRO DE PRODUCTOR DE FERTILIZANTES Y AFINES como productor nacional por cinco años con el N° de código 02468. El biofertilizante, se fermentó durante 4 meses en un proceso de transformación anaeróbica, luego de su tiempo de fermentación se procedió a cosechar el producto del biodigestor, se determinaron los parámetros físicos-químicos (pH, conductividad eléctrica, sólidos totales, salinidad y temperatura) con un equipo multi-parámetro (orion star A329Thermo scientific, USA), y para los parámetros nutricionales (N total ,P2O5 y K2O) se tomaron tres muestras en envases PET (T-28) de 1 litro de capacidad y fueron enviadas al laboratorio.

Se utilizaron botellas PET (T-28) de 1 litro del biofertilizante con 3 colores diferentes que simulaban la luminosidad: ambar, blanco y transparente, que fueron colocadas en 3 diferentes condiciones de temperatura: 9.6°C; 27.8°C y 32.4 °C, simulando las diferentes condiciones climáticas que posee el Ecuador durante 9 meses. A través de un diseño completamente aleatorizado con 5 repeticiones, en un total de 45 observaciones las variables de estudio fueron: pH, conductividad eléctrica, sólidos totales, salinidad y temperatura, que fueron evaluados una vez por mes “utilizando el mismo instrumento” antes mencionado.

La presencia de Salmonella se monitoreó mediante protocolo del kit comercial Compact Dry SL de R-biopharm todos los meses durante 4 meses, las variables que se midieron son presencia y ausencia para un total de 45 observaciones, el análisis estadístico que se realizó fue un análisis de proporciones. Para la presencia de Coliformes fecales se utilizó el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: 9221 B. Standard Total Coliform Fermentation Technique, 9221 E. Fecal Coliform Procedure y 9221 F. Escherichia coli Procedure (PROPOSED) en el mes 9, las variables que se midieron y los análisis estadísticos fueron los mismos que se utilizó para la identificación de Salmonella.

El efecto fungicida invitro se evaluó contra el patógeno Moniliophthora roreri infestans Evans et. al, agente causante de la Moniliasis del cacao (Theobroma cacao). Se utilizó medio nutritivo papa dextrosa agar (PDA) y agar, que fueron envenenados con el biofertilizante en concentraciones de 3%, 5% y 7%, a un pH ajustado de 6.5, autoclavados por 25 min, dispensado y sembrado con la cepa de M. roreri A12.1 proveniente de la amazonía con un sacabocado de 3mm de diámetro. La variable que se midió es el porcentaje de inhibición del crecimiento radial (PICR) de M. roreri. El Diseño experimental que se utilizó fue el de completamente aleatorizado con 3 réplicas, más el control, total 84 observaciones en condiciones controladas y asépticas todos los meses durante 4 meses.

Localización del área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en los predios de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, en los laboratorios del Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento del biofertilizante en etapa postcosecha

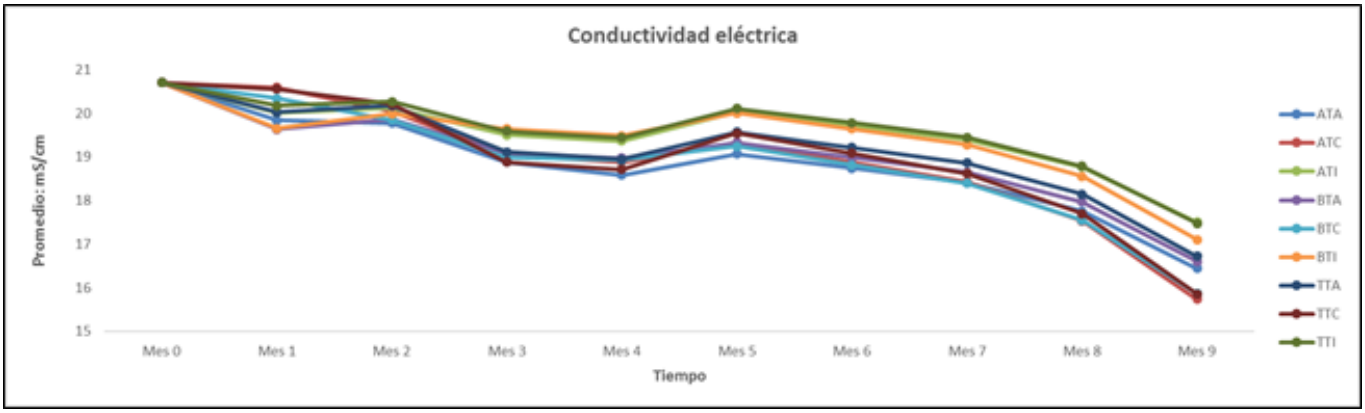


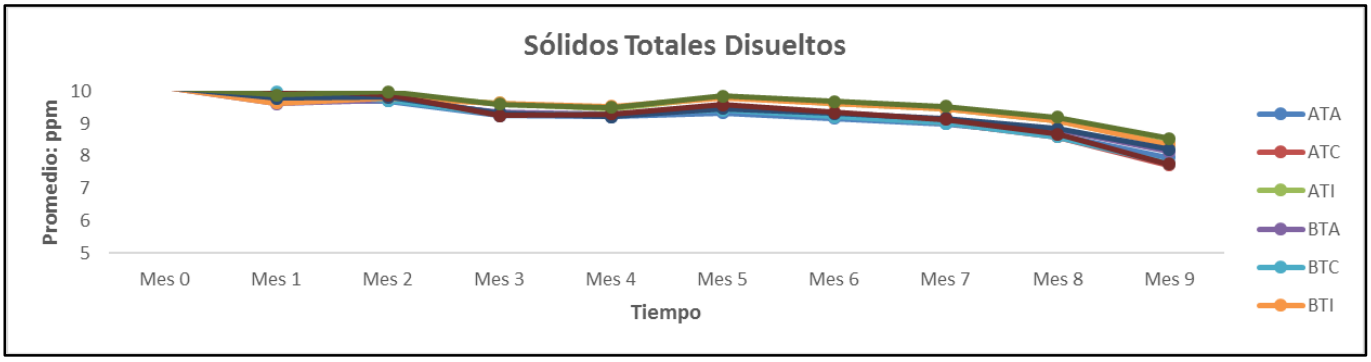
Figura 1. Evaluación de parámetros físicos-químicos del biofertilizante elaborado por el CIBE, envasado en Botellas PET (T-28) a una temperatura de 9.6°C.

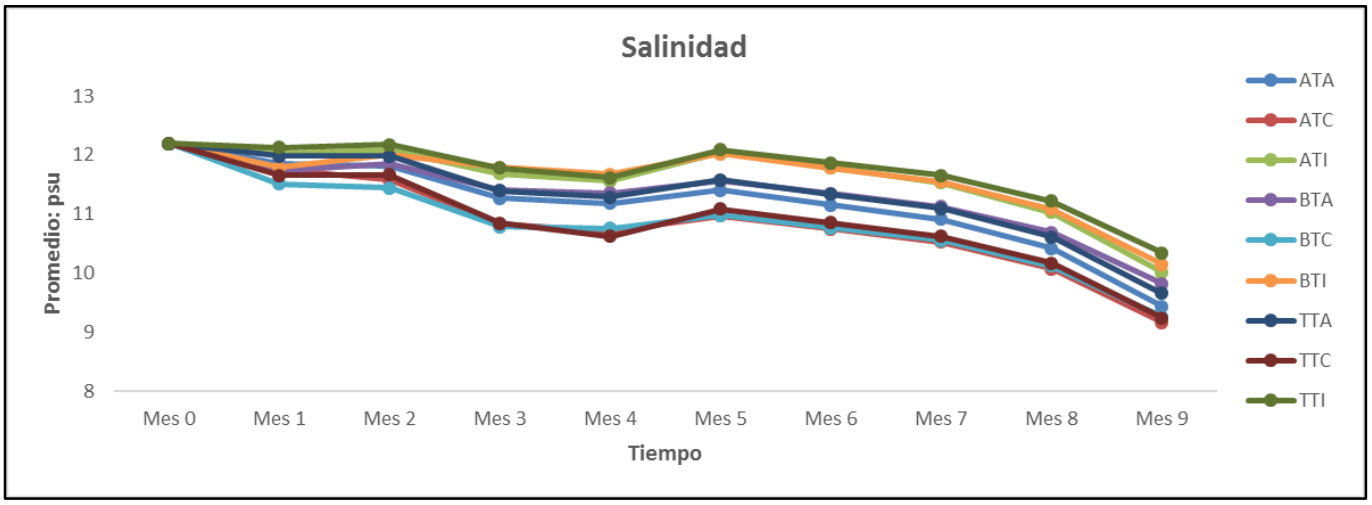
	Elementos		
	%		
	NT	P2O5	K2O
Ficha técnica *AGROCALIDAD	0,07-0,30	0,03-0,15	0,18-0,60
Biofertilizante CIBE	0,582	0,051	0,582

Tabla 1. Valores de macronutrientes que constituyen los productos.

**AGROCALIDAD.- Ente gubernamental regulador que emite certificados de productos.*







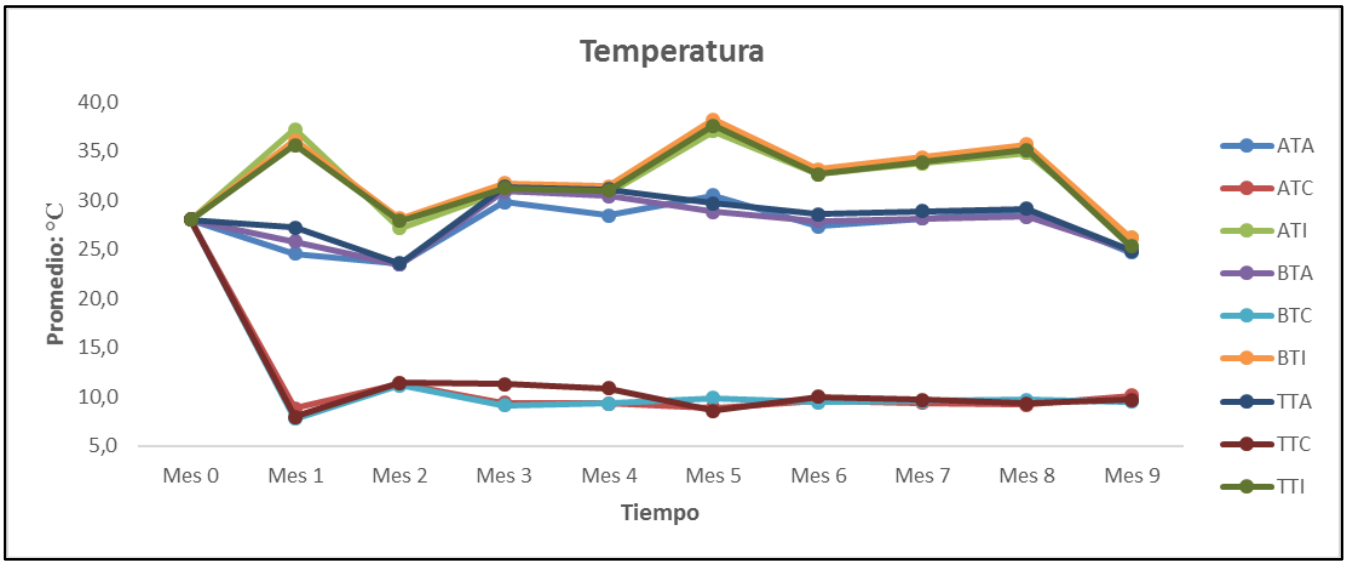


Figura 3. Podemos observar que todos los tratamientos, en el mes 0 empiezan con una temperatura de 28°C, al mes 1 existe una gran diferencia entre los tratamientos, debido a que los tratamientos fueron colocados en distintas temperaturas ambientes. Desde el mes 2 al mes 9 el comportamiento es constante en los tratamientos que se encuentran en temperatura de 9.6°C

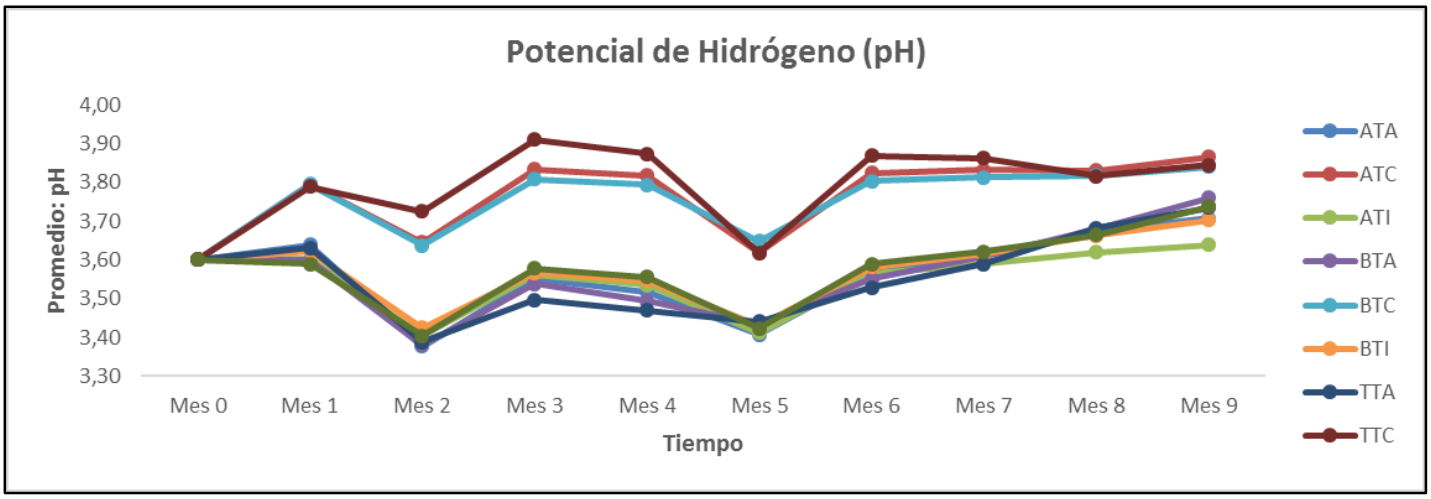


Figura 4. Podemos observar en los tratamientos que el comportamiento de pH en el mes 0, todos empiezan con 3.60, desde el mes 1 al mes 9 se puede observar variabilidad, sin embargo, los tratamientos que se encuentran a baja temperatura se mantienen constante, a diferencia de los otros que se encuentran en otras temperaturas.

Inocuidad del biofertilizante

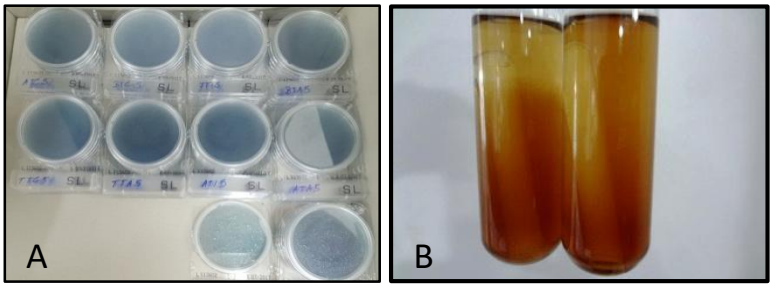


Figura 5. A) Ausencia de salmonella spp, y B) Ausencia de coliformes fecales en todos los tratamientos observados.

Acción fúngica del biofertilizante en condiciones invitro contra el patógeno Moniliophthora roreri infestans Evans et.al agente causante de la Moniliasis del cacao (Theobroma cacao).

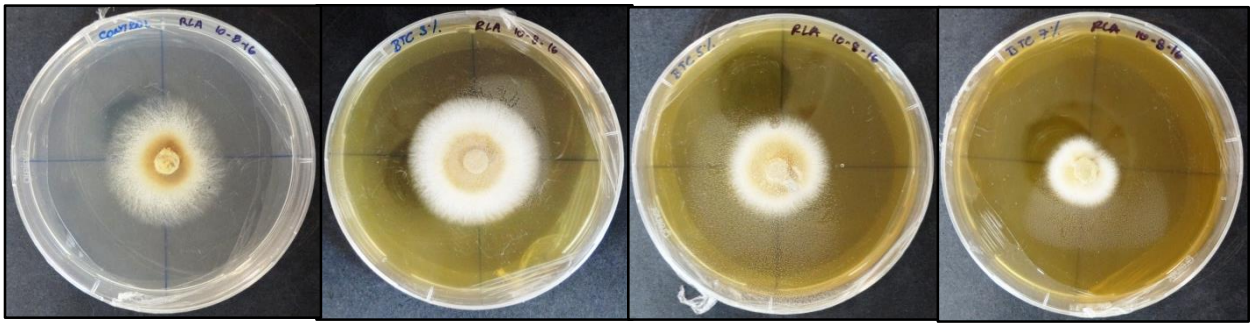
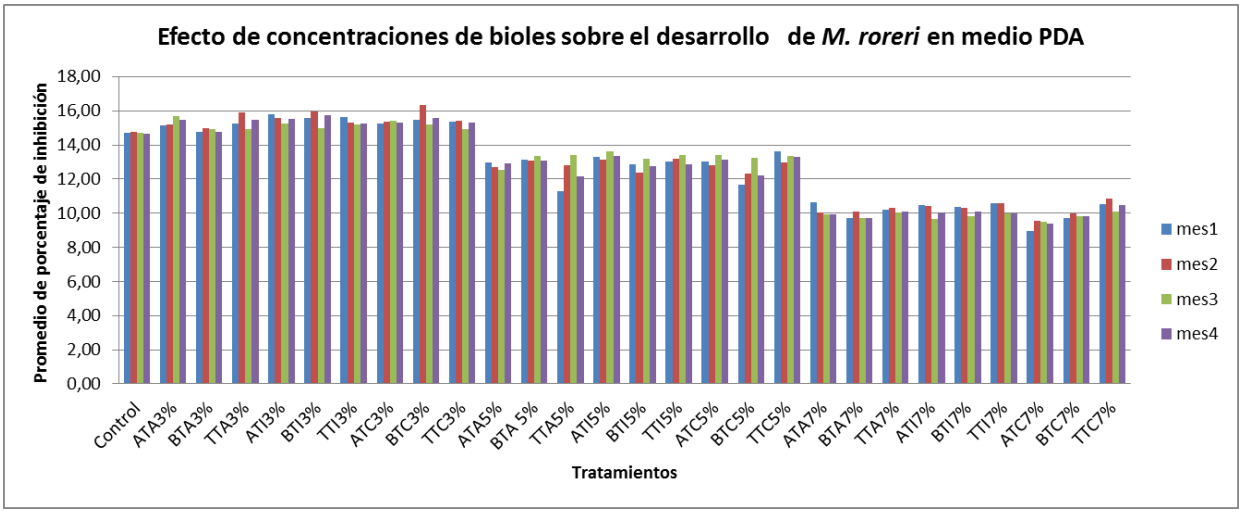


Figura 6. Discos de M. roreri sembrados en medio PDA envenenados con el biofertilizante. Se observa en el 5to.día de evaluación un decrecimiento del patógeno al 7% en relación al tratamiento control.



En la figura 7, Se observa un comportamiento decreciente a medida que aumenta la concentración del medio envenenado con el biofertilizante de la cepa del patógeno M. roreri. Esto afirma que el biofertilizante tiene propiedades inhibitorias.

CONCLUSIONES

Los resultados de la presente investigación nos permiten concluir lo siguiente:

La evaluación de los parámetros físicos-químicos durante 9 meses, demostraron un comportamiento estable en el tiempo, confirmando la vida útil del producto en ese determinado tiempo. Sin embargo la temperatura de 9.6°C sería la más idónea para su almacenaje, difiriendo a lo que menciona (Youssef & Eissa, 2014) que la vida útil de los biofertilizantes almacenados es de 3 a 4 meses.

El biofertilizante elaborado por el CIBE, demuestra que no existe la presencia de Salmonella spp y de coliformes fecales en sus tratamientos, son 100% inocuos, y seguro para la manipulación y aplicación en el campo.

El biofertilizante estudiado en este experimento presentó tener propiedades fungicidas, ya que se pudo observar en condiciones in vitro un decrecimiento del hongo patógeno Moniliophthora roreri luego de haber sido intoxicado con el producto.

El biofertilizante del CIBE ha demostrado tener excelentes propiedades fúngicas, inocuas y fertilizantes en el cultivo de cacao. Se recomienda seguir evaluando el biofertilizante en cultivos de ciclo corto

Este tipo de bioproductos deben ser analizados de manera más profunda por lo cual se recomienda realizar una caracterización química para determinar los compuestos o ingredientes activos formados durante el proceso de fermentación, a los cuales se les atribuye las propiedades fungicidas.

BIBLIOGRAFÍA

Chavéz E, and P. E. (2016). *Cacao y campesinos: Experiencias de producción e investigación. Recuperación de cacao fino y de aroma mediante la elaboración y aplicación de fermentados anaérobicos en el litoral ecuatoriano.* (pp. 169–183).

Mahanty, T., Bhattacharjee, S., & Goswami, M. (2016). Biofertilizers : a potential approach for sustainable agriculture development. *Environmental Science and Pollution Research*. https://doi.org/10.1007/s11356-016-8104-0

Mahdi, S. S., Hassan, G. I., Samoon, S. A., Rather, H. A., Dar, S. A., & Zehra6, B. (2010). Bio-Fertilizers In Organic Agriculture. *Journal of Phytology*, *2*(10), 42–54.

Ngampimol, H., & Kunathigan, V. (2008). The Study of Shelf Life for Liquid Biofertilizer from Vegetable Waste. *Assumption University Journal of Technology*, *11*(4), 204–208.

Savci, S. (2012). An Agricultural Pollutant : Chemical Fertilizer, *3*(1), 11–14.

Youssef, M. M. A., & Eissa, M. F. M. (2014). Biofertilizers and their role in management of plant parasitic nematodes . A review, *5*(1), 1–6.

DIAGNÓSTICO DE NUTRIMENTO COMPUESTO E INTERACCIONES NUTRIMENTALES DE CHILE JALAPEÑO *(Capsicum annuum L.)* EN LA COMARCA LAGUNERA

José Luis García-Hernández[31]

RESUMEN

Es fundamental conocer los requerimientos nutricionales específicos de cada genotipo de chile, así como su interacción con los diversos ambientes donde se produce. Los objetivos de este estudio fueron: a) estimar las normas nutrimentales mediante la técnica de diagnóstico de nutrimento compuesto (DNC) para chile jalapeño Autlán en la Comarca Lagunera; y b) analizar las interacciones nutrimentales entre los nutrimentos y su relación con el rendimiento por medio de correlaciones. Para ello se tomó una muestra de n = 100 plantas a las que se les determinó el contenido de N, P, K, Ca y Mg y tales determinaciones se correlacionaron con el rendimiento. Dentro de los resultados, se calculó un rendimiento mínimo de referencia de 52.09 t ha^{-1} y se determinaron los rangos óptimos (media ± desviación standard) de estos macro-nutrimentos en el tejido foliar de: N = 4.57 ± 0.25, P = 0.18 ± 0.03, K = 6.80 ± 1.04, Ca = 2.46 ± 0.17 y Mg = 0.64 ± 0.07 para la obtención de altos rendimientos. El orden decreciente de extracción de nutrimentos en la floración fue: K > N> Ca > Mg > P, patrón similar al de otros cultivares de chile, pero que difiere notablemente de otras especies cultivadas como la sábila (*Aloe vera* L.) o el nopal (*Opuntia ficus-indica* L.). Se presentaron los sinergismos: N y P, N y K, P y K, Ca y Mg. Mientras que el fósforo fue el único nutrimento que presentó correlación positiva con el rendimiento.

PALABRAS CLAVE

Rendimiento, correlaciones, normas nutrimentales, concentración.

INTRODUCCIÓN

La importancia del chile radica en su valor nutraceútico y su gran popularidad en la alimentación (Vera-Guzmán et al. 2011). Actualmente se reconoce su importancia debido a su contenido de vitamina C (Mateos et al. 2013). Además de sus propiedades terapéuticas como analgésico, anti-inflamatorio y antioxidante (González-Zamora et al. 2015). Su alto contenido de vitaminas, principalmente A y C, su sabor agradable y estimulante, hacen que esté presente en miles de recetas de la cocina de todos los países del mundo (Bortolotti 2013). Su popularidad y demanda es creciente a nivel mundial, por lo que actualmente es una de las especies vegetales más usadas en la cocina mundial (Bosland 2010). El fruto de los chiles de la especie Capsicum annuum tiene efectos medicinales, como actuar contra el cáncer, estimular el sistema inmunológico, prevenir las enfermedades cardiovasculares y retrasar el proceso de envejecimiento (Chuah 2008), por los antioxidantes que contiene (González–Zamora et al. 2013).

El chile jalapeño es de los de mayor importancia económica por su amplio consumo, alta rentabilidad y gran demanda de mano de obra (Macías-Duarte et al. 2012). Pero su producción comercial exitosa requiere que el productor haga uso óptimo de los recursos disponibles, como la nutrición del cultivo. Tomando en cuenta que la población mundial ha crecido a un ritmo muy acelerado y se estima que será de 2 400 millones de personas más para el año 2050, es necesario

[31] *Universidad Juárez del Estado de Durango-Facultad de Agricultura y Zootecnia.* luis_garher@ujed.mx

optimizar los recursos para cumplir con los requerimientos alimenticios de la creciente población (Delgado et al. 2011).

Se han desarrollado técnicas de diagnóstico nutrimental de las plantas cultivadas (García-Hernández et al. 2004). Entre ellas se encuentran el valor crítico, sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS) y diagnóstico de nutrimento compuesto (DNC) (Parent y Dafir 1992). En el caso de la técnica de VC, una concentración se define de forma arbitraria, por lo general se considera el 90 ó 95 % del rendimiento máximo y se supone que; excepto el nutrimento de estudio, los demás están en cantidades suficientes y no excesivas. En los casos de las técnicas SIDR y DNC la subpoblación de altos rendimientos se selecciona de manera diferente. Con respecto al SIDR, no se ha establecido un procedimiento matemático formal para dividir el total de observaciones en dos grupos: uno de alto y otro de bajo rendimiento, sino que se considera el rendimiento promedio regional del cultivo. Esa partición sí se logra con la técnica DNC al considerar la relación cúbica entre el rendimiento y cada una de las funciones de proporción de varianza acumulada. En otras palabras, la técnica DNC se sustenta en procedimientos estadísticos más robustos. Al respecto Khiari et al. (2001) demostraron que los índices nutrimentales estimados con la técnica DNC se distribuyen de forma simétrica con respecto a un valor nulo de balance nutrimental y que también se correlacionan mejor con el rendimiento. La técnica DNC se ha utilizado en cultivos anuales y especies perennes. El objetivo fue estimar las normas nutrimentales mediante la técnica de diagnóstico de nutrimento compuesto para chile jalapeño y analizar las interacciones nutrimentales entre los elementos nutritivos y su relación con el rendimiento por medio de correlaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Establecimiento de cultivo y muestreo

El cultivo se estableció en campo en el Ejido Florencia, municipio de Francisco I. Madero, Coahuila, México, en el ciclo primavera-verano 2013. El ejido, se ubica en las coordenadas 25°50´ 22.32´´ LN y 103°18´59.11´´ LO, a una altitud de 1 107 msnm. La temperatura media anual es de 22.1 ºC, la precipitación pluvial es de 258 mm y la evaporación anual media 10 veces mayor. Con suelos de aluvión, profundos y arcillosos (García-Hernández *et al.* 2009).

Antes de la siembra se obtuvieron 10 muestras de suelo, de la capa de 0-30 cm del sitio experimental para determinar las características físicas y químicas. El suelo es migajón arenoso, alcalino con pH de 8.4, baja salinidad con CE de 1.46 dS m^{-1}. Contenido de MO de 1.1 %, 17 mg kg^{-1} de N, 14 mg kg^{-1} de P, 1.30 meq L^{-1} de K, 5.4 meq L^{-1} de Ca y 6.8 meq L^{-1} de Mg.

Se estableció el cultivar de chile jalapeño *cv*. Autlán, en un arreglo espacial en bordos de doble hilera, acolchado plástico negro de 1.2 m de ancho, calibre de 100 micras de grosor con riego por goteo. La distancia entre bordos fue de 1.80 m y entre planta y planta de 30 cm, para obtener una densidad de 37 000 plantas ha^{-1}. La nutrición se realizó con fertirriego, aplicando 120 y 60 kg ha^{-1} de N y P, respectivamente, usando como fuente de fertilización fosfato monoamónico y sulfato de amonio.

Las plagas y enfermedades que se presentaron fueron el picudo del chile (*Anthonomus eugenii Cano*) y cenicilla polvorienta (*Oidiopsis taurica* Salmon), las cuales se controlaron con los productos orgánicos Insecta Plus y PHC - Milstop Plus ®, ambos son productos certificados por OMRI (*Organic Materials Review Institute*) para uso en la producción orgánica. Del total de plantas establecidas, durante la etapa de floración se tomó una muestra de 100 unidades de dos plantas por unidad de muestreo para el cálculo de las normas. Se tomaron siete hojas del tercio medio de cada planta muestreada, más otras siete de la planta contigua hacia el norte, para tener

14 hojas por unidad de muestreo. Cada muestra foliar compuesta de 14 hojas se limpió con agua destilada, para luego secarla hasta peso constante en una estufa Marca Shel-lab, modelo FX-5 a 65°C durante 24 horas y enseguida molerla y guardarla en bolsas pequeñas de plástico y posteriormente trasladarla al laboratorio para la determinación del porcentaje total de N, P, K, Ca y Mg. De las mismas plantas muestreadas se obtuvo el rendimiento total de fruto fresco de cada unidad de muestreo y se extrapoló a t ha^{-1}. El rendimiento total se relacionó con las concentraciones de los nutrimentos para estimar las normas nutrimentales y se obtuvo sumando los rendimientos parciales de cinco cortes los cuales se llevaron a cabo a los 131, 138, 145, 152 y 159 diás después del trasplante respectivamente. Los análisis químicos realizados a las muestras se llevaron a cabo en los laboratorios analíticos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) en La Paz, Baja California Sur. El N total se determinó por el método de Dummas. El fósforo por el método de colorimetría con el complejo de azul de fosfo-molibdato, mientras que el K, Ca y Mg se estimaron por espectrofotometría de absorción atómica, después de la digestión con HNO_3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Normas de diagnóstico de nutrimento compuesto

Los valores de la media aritmética del contenido de N, P, K, Ca y Mg, en porcentaje, fueron de 4.57, 0.18, 6.78, 2.46 y 0.66 %, respectivamente; mientras que la media de rendimiento fue 40.5 $t \cdot ha^{-1}$ de fruto fresco de chile. El mayor coeficiente de variación lo tuvo el rendimiento de fruto (31 %), mientras que el coeficiente de las concentraciones nutrimentales fue, en todos los casos, menor a 20 %. El orden decreciente de extracción de nutrimentos al momento de la floración fue: K> N> Ca > Mg > P.

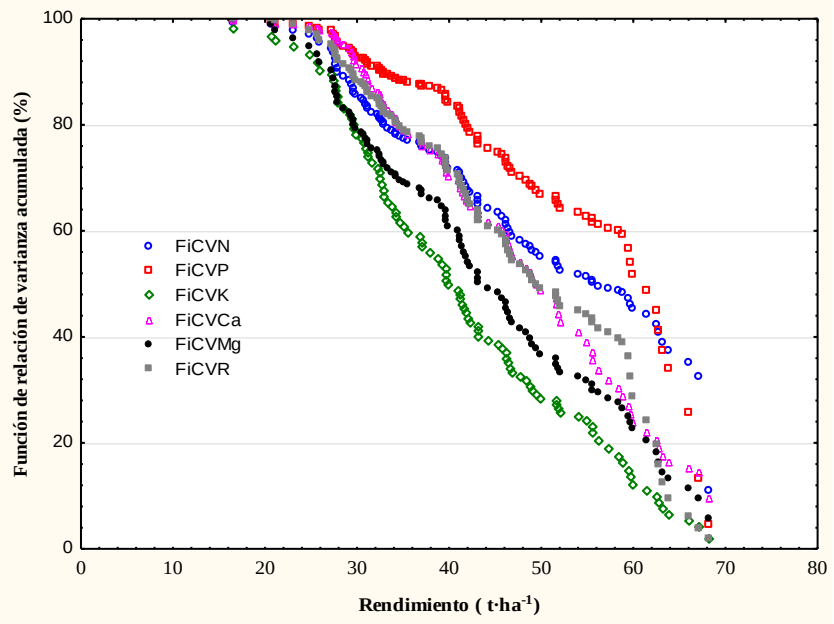


Figura 1. Relación entre el rendimiento de chile jalapeño Autlán (t ha^{-1}) y la función de varianza acumulada en el arreglo S^5 $(F^c_i\ (\ V_X\ ))$ para estimar el punto de inflexión

Los seis modelos experimentales entre cada función de proporción de varianza acumulada: [$F_i^C(V_N)$, $F_i^C(V_P)$, $F_i^C(V_K)$, $F_i^C(V_{Ca})$, $F_i^C(V_{Mg})$ y $F_i^C(V_R)$] y el rendimiento (Figura 1), se ajustaron a un modelo cúbico (Cuadro 1), mediante el coeficiente de determinación (R^2> 0.99). Los valores de rendimiento asociados a los puntos de inflexión fueron 31.33, 32.21, 34.67, 52.09, 42.42 y 37.5 t ha^{-1} para N, P, K, Ca, Mg y R, respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento de chile jalapeño *cv*. Autlán en los puntos de inflexión de las funciónes de varianza acumulada de la proporción de logaritmos centrados en la población estudiada (n=100)

Nutrimento	$F_i^C(Vx) = aY^3 + bY^2 + cY + d$	R^2	Rendimiento t ha^{-1}
N	$y = -0.00005x^3 + 0.0047x^2 - 1.5773x + 130.22$	0.976	31.33
P	$Y= -0.0008x^3 + 0.0733x^2 -3.01395x + 138.56$	0.971	32.21
K	$y = 0.0008x^3 - 0.0832x^2 + 0.4197x + 118.13$	0.990	34.67
Ca	$y = 0.0007x^3 - 0.1094x^2 + 2.9799x + 79.307$	0.996	52.09
Mg	$y = 0.0004x^3 - 0.0509x^2 - 0.1034x + 117.86$	0.992	42.42
R	$y = -0.00008x^3 - 0.009x^2 - 0.7007x + 119.35$	0.987	37.5

El valor crítico que se decidió tomar como rendimiento de referencia fue 52.09 t ha^{-1}, asociado al punto de inflexión del modelo cúbico ajustado correspondiente al Ca. En en Cuadro 2 se muestran las normas preliminares de DNC como medias y desviaciones estándar (V_x^* y DE V_x^* respectivamente) para el cultivar de chile jalapeño Autlán en un suelo calcáreo semidesértico. También se muestran los rangos de concentración óptima correspondientes a cada nutrimento. Los índices nutrimentales de DNC: I_N, I_P, I_K, I_{Ca}, I_{Mg}, y I_{Rd} y de desbalance (DNC, r^2) fueron obtenidos a partir de las normas preliminares de DNC y los valores de (DNC r^2) tuvieron una distribución de χ^2 con valores (R^2> 0.999; p < 0.001) (Figura 2).

Figura 2.

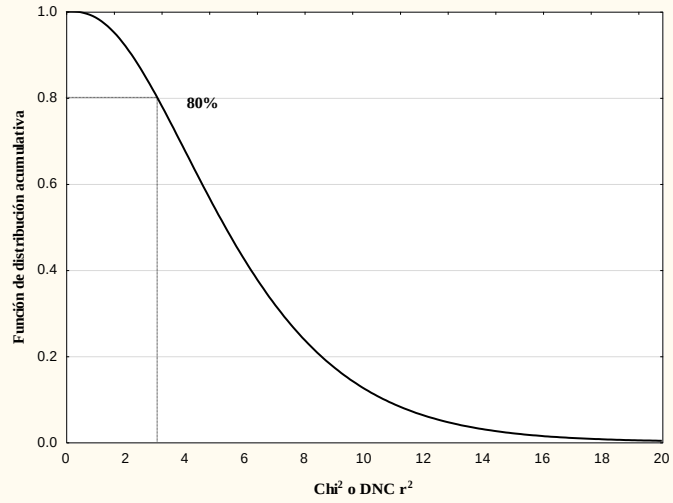


Figura 2. Función de distribución acumulada de χ^2 con seis grados de libertad para obtener el valor crítico teórico de (DNC r^2) en el arreglo S^5 (3.1) asociado al 80 % de la población (subpoblación de bajo rendimiento).

Cuadro 2. Normas preliminares (Media V_x y DE de las V_x) de DNC para d = 5 nutrimentos y rangos de concentración óptimos (Media y desviación estándar, DE) en chile jalapeño con un rendimiento de referencia de 52.09 t ha^{-1}

Relaciones logarítmicas centradas	Media V_x	DE V_x	Nutrimento	Media (%)	DE (%)
V^*_N	0.42	0.06	N	4.57	.25
V^*_P	-2.83	0.17	P	0.18	0.03
V^*_K	0.81	0.11	K	6.80	1.04
V^*_{Ca}	-0.20	0.06	Ca	2.46	0.17
V^*_{Mg}	-1.54	0.11	Mg	0.64	0.07
$V^*_{R_5}$	3.35	0.07	R	85.34	1.24
$\sum V_X$	0	-			

Correlaciones entre nutrimentos y rendimiento

Al calcular la matriz de correlaciones de la población completa se obtiene una idea general del grado en que el rendimiento depende de los nutrimentos (Cuadro 3). Esta matriz muestra correlaciones significativas ($p \leq 0.05$) entre los nutrimentos analizados. Por medio del análisis se observó que el rendimiento no depende de forma significativa ($p \leq 0.05$) de ninguno de los nutrimentos. Por otro lado, las correlaciones nutrimentales significativas entre N y P (r = 0.468), N y K (r = 0.361); P y K (r = 0.218) y, Ca y Mg (r = 0.417) fueron positivas, lo que significa que cuando una aumenta, la otra también incrementa.

Cuadro 3. Concentraciones nutrimentales óptimas citadas en la literatura para diferentes especies y/o tipos del genero *Capsicum* y para sábila (*A. vera*) y nopal (*O. ficus-indica*)

Nutrimento	*C. annuum* ¶	*C. annuum tipo* güero *	*C. annuum* 'pimiento' ¥	Sábila *(Aloe vera*)£	Nopal *(Opuntia ficus-indica)* €
N (%)	4.0 – 5.0	4.23– 4.83	4.26 – 4.92	0.75 – 0.88	0.92 – 1.03
P (%)	0.30 –0. 50	0.30– 0.35	0.37 – 0.46	0.15 – 0.19	0.30 –0.33
K (%)	2.50 – 5.0	3.96– 4.46	4.36 – 5.58	1.94 – 2.54	3.95 –4.99
Ca (%)	0.90 – 1.50	2.54 – 2.88	1.77 – 2.23	4.25 – 4.81	4.14 –4.60
Mg (%)	0.30 – 0.60	0.64– 0.71	0.60 – 0.72	1.05 – 1.22	1.35 –1.59

¶ Hochmuth (1997); *García-Hernández et al. (2004); ¥ Arroyo-Vargas et al. (2013); £ García-Hernández et al. (2006); € Magallanes-Quintanar et al. (2004). Para la elaboración del presente cuadro, se tomó el promedio de concentración obtenido en el artículo original ± 0.5 de la DE.

Ninguno de los nutrimentos presentó correlación significativa con el rendimiento al analizar la base de datos completa. Este resultado no es común en este tipo de estudios, por lo cual se realizaron otras dos matrices de coeficientes de correlación de Pearson entre el rendimiento y los nutrimentos: una al considerar la subpoblación de altos rendimientos y otra la de bajos rendimientos (datos no mostrados en forma de tabla, sin embargo, descritos a continuación). La matriz de correlaciones de la subpoblación de altos rendimientos mostró que el rendimiento depende de forma significativa ($p \leq 0.05$) del P ($r = 0.494$). También se obtuvo una correlación positiva entre Ca y Mg ($r = 0.483$). Mientras que, para la subpoblación de bajos rendimientos se presentó correlación positiva ($p<0.05$) entre N y P ($r = 0.505$), N y K ($r = 0.355$), P y K ($r = 0.222$), y entre Ca y Mg ($r = 0.416$). Al analizar las tres matrices de correlaciones, se dedujo que en las matrices de la base de datos completa y en la de bajos rendimientos ninguno de los elementos nutritivos se correlacionó de forma significativa con el rendimiento. Mientras que, en la matriz correspondiente a altos rendimientos, se observa una correlación positiva y significativa entre el P y el rendimiento.

CONCLUSIONES

Las normas preliminares del diagnóstico de nutrimento compuesto, tomando como referencia un rendimiento mayor a 52.09 t ha^{-1}, se asocian al siguiente porcentaje de composición foliar óptima (media ± desviación standard) de: N = 4.57 ± 0.25, P = 0.18 ± 0.03, K = 6.80 ± 1.04, Ca = 2.46 ± 0.17 y Mg = 0.64 ± 0.07. El orden decreciente de extracción de nutrimentos en la floración fue: K > N> Ca > Mg > P, patrón similar al de otros cultivares de chile, pero que difiere notablemente de otras especies cultivadas como la sábila (*A. vera* L.) o el nopal (*O. ficus-indica* L.).Con respecto a las correlaciones nutrimentales, el fósforo fue el nutrimento que más favoreció la obtención de altos rendimientos, lo que coincide con la significancia encontrada entre el P y N con el rendimiento. La única interacción positiva en las tres matrices de correlaciones fue entre el Ca y Mg, lo cual sugiere el sinergismo entre estos dos nutrimentos para el chile jalapeño cultivado en suelos calcáreos desérticos y refuerza lo encontrado en trabajos anteriores a éste en chile güero y en sábila en este mismo tipo de suelos. Es necesario continuar realizar más estudios que validen o corroboren las interacciones nutrimentales de los macronutrimentos en el cultivo de chile para

poder contemplar los sinergismos y antagonismos al momento de aplicar una dosis de fertilización.

AGRADECIMIENTOS

Al apoyo financiero por medio del proyecto SEP-CONACYT-CB 257808.

LITERATURA CITADA

Bortolotti M. 2013. Red Pepper: from the Kitchen to the Pharmacy. Journal of Gastrointestinal and Liver Diseases 22: 253-256.

Bosland P.W. 2010. An American in Spain. In: Prohens J, Rodríguez-Burruezo A (ed). Advances in Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant. Valencia, Spain. pp : 21-29.

Chuah A.M., Lee Y.C., Yamaguchi T., Takamura H., Yin L.J., Matoba T. 2008. Effect of cooking on the antioxidant properties of coloured peppers. Food Chemistry 111: 20-28.

Delgado J.A., Groffman P.M., Nearing M.A., Goddard T., Reicosky D., Lal R. 2011. Conservation practices to mitigate and adapt to climate change. Journal of Soil and Water Conservation 66: 118-129.

García-Hernández J.L., Orona-Castillo I., González G., Valdez-Cepeda R.D., Murillo-Amador B., Troyo-Diéguez E. 2009. Nutrient interactions and compositional nutrient diagnosis norms in pecan tree (Carya illinoensis). Revista Chapingo-Serie Horticultura 15: 141-147.

González-Zamora A., Sierra E., Luna J.G., Pérez R., Rodríguez J.C., García-Hernández J.L. 2013. Characterization of different Capsicum varieties by evaluation of their capsaicinoids content by high performance liquid chromatography, determination of pungency and effect of high temperature. Molecules 18: 13471-13486.

González-Zamora A., Sierra E., Pérez R., Vázquez C., Gallegos M.A., López J.D., García-Hernández J.L. 2015. Measurement of capsaicinoids in chiltepin hot pepper: a comparison study between spectrophotometric method and high performance liquid chromatography analysis. Journal of Chemistry 2015: 1-10.

Khiari L., Parent L.E., Tremblay N. 2001. Selecting the high–yield subpopulation for diagnosing nutrient imbalance in crops. Agronomy Journal 93: 802–808.

Macías-Duarte R., Grijalva C.R.L., Robles C.F. 2012. Respuesta de la aplicación de estiércol y fertilizantes sobre el rendimiento y calidad del chile jalapeño. Biotecnia 16: 32-38. Magallanes-Quintanar R, Valdez-Cepeda RD, Blanco-Macías F, Márquez M, Ruíz RR, Pérez O, et al. (2004) Compositional nutrient diagnosis in nopal (Opuntia ficus-indica). Journal of Professional Association for Cactus Development 6: 78-89.

Parent L.E., Dafir M. 1992. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. Journal of the American Society for Horticultural Science 117: 239-242.

Vera-Guzmán A.M., Chávez-Servia J.L., Carrillo-Rodríguez J.C., López M.G. 2011. Phytochemical evaluation of wild and cultivated pepper (Capsicum annuum L. and C. pubescens Ruiz & Pav.) from Oaxaca, México. Chilean Journal of Agricultural Research 71: 578-585.

BIODIVERSIDAD DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS EN CUBA. RESULTADOS DE PROSPECCIONES EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Odalys Caridad Toral-Pérez[1]
Jesús Manuel Iglesias-Gómez[1]
Yuseika Olivera-Castro[1]

RESUMEN

Para conocer el potencial de especies arbóreas con características forrajeras se efectuó una prospección en la región centro-sur de las provincias de Matanzas y Cienfuegos, la región centro-sureste de la provincia de Sancti Spiritus, así como en Ciego de Ávila, Nuevitas, Vertientes, Holguín, Granma, Santiago de Cuba, Guantánamo y Pinar del Río . Se evaluó, por el método de observación directa y mediante encuestas a los campesinos, cuáles eran las especies más consumidas y los métodos de manejo empleados. Se colectaron muestras de 102 géneros. A través de la observación directa se detectaron 36 especies arbóreas consumidas por los animales, dentro de las cuales se destacaron Albizia cubana, Albizia lebbeck (algarrobo), Gymnanthes lucida (yaití), Cecropia peltata (yagruma), Dichrostachys cinerea (marabú), Cordia collococca (ateje), Gliricidia sepium (mata ratón), Guazuma ulmifolia (guásima), Hibiscus rosa-sinensis, Leucaena leucocephala, Malvaviscus arboreus, Morinda citrifolia (mora de la India) y Morus nigra. La observación directa coincidió siempre con los resultados de la encuesta. L. latisiliqua (soplillo, abey). Se concluye la presencia de especies herbáceas, arbóreas y arbustivas de interés y potencial para la ganadería en todas las regiones prospectadas. Los géneros Centrosema y Teramnus (entre las herbáceas) y los géneros Albizia, Bauhinia, Leucaena y Gliricidia fueron los que más accesiones aportaron en cada prospección. En zonas de monte y manigua el Marabú, la Yagruma, el Yaití y el Ateje son alternativas de alimentación nada despreciables, principalmente en la época de sequía.

PALABRAS CLAVES

Árboles, ecosistema, germoplasma

INTRODUCCIÓN

Los recursos fitogenéticos arbóreos en Cuba cubren una superficie de alrededor de 2,5 millones de hectáreas, entre las que se encuentran identificadas 900 especies, de las cuales 600 son autóctonas y 300 alóctonas.
A pesar de los esfuerzos realizados por preservar estos recursos fitogenéticos, su reducción es alarmante y diversos especialistas han considerado que un gran número de ellas está en peligro de extinción, por lo que se evidencia la importancia que reviste la prospección y colecta de especies forrajeras en Cuba.
En el ámbito de los recursos forrajeros, la mayor parte de las prospecciones científicas realizadas han estado encaminadas fundamentalmente a la colecta de material herbáceo y leguminosas rastreras (Menéndez, 1882a; Menéndez, 1982b; Menéndez, Shateloin, Yepes, Roche y Nodarse, 1995).
El objetivo del presente trabajo fue la identificación y colección de la flora, especialmente arbórea y leñosa con características y usos forrajeros.

MATERIALES Y METODOS

Localización: Las prospecciones y colectas de las leñosas y otras especies de interés se realizaron en la región centro-sur de las provincias de Matanzas y Cienfuegos, la región centro-

sureste de la provincia de Sancti Spiritus, así como en Ciego de Ávila, Nuevitas, Vertientes, Holguín, Granma, Santiago de Cuba, Guantánamo y Pinar del Río .
En la labor de muestreo se le dio preferencia a sitios ubicados en áreas marginales con predominio de terrenos planos, ondulados, y montañosos y la presencia de cunetas profundas con vegetación de manigua (suelo cubierto por diversos tipos de malezas y pastos naturales); barrancos; claros; cercas limítrofes de pastizales naturalizados o no y de otros cultivos; colinas y áreas perimetrales de bosques; así como matorrales y monte perturbado.
En el itinerario de recorrido se colectaron muestras en suelos de los agrupamientos genéticos: Pardos, Húmicos Calcimórficos, Hidromórficos, Vertisuelos, Fersialíticos Ferríticos y Poco Evolucionados. Excepto estos tres últimos, los restantes son de mediana a alta fertilidad, caracterizados por poseer un contenido de materia orgánica que oscila entre 3,0 y 9,0 %.

Método de muestreo

Para la mayoría de las especies motivo de colecta, se utilizó un sistema de muestreo individual, ya que por lo regular las semillas se tomaron de pequeñas poblaciones. Sin embargo, se utilizó un sistema de muestreo aleatorio siempre que existió un alto número de individuos de una especie determinada. De cada planta se colecto la mayor cantidad de semilla, repitiendo estas especies en todos los lugares posibles, de forma tal que se lograra la adquisición de la mayor variabilidad existente.

Descriptores

Junto con el “número de la muestra” se utilizaron otros 27 descriptores relacionados con la información general; la localización; el hábitat natural y la vegetación del área; el sitio específico; el suelo; los daños motivados por los insectos y las enfermedades. Para ello se utilizaron planillas en las que se anotó esta información.
La distancia entre un sitio de colecta y el siguiente dependió de los cambios del paisaje y del suelo y de la simple visualización de las plantas. En cada uno de los presuntos sitios de colecta se recorrió un área aproximada de 1,0 hectárea, en todas las direcciones, siempre que los obstáculos naturales lo permitieran.
La semilla se mantuvo en sobres convenientemente identificados separados y cerrados para evitar “contaminación” entre sus contenidos.
Todo el germoplasma colectado se trasladó a la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” con el fin de llevar a cabo su multiplicación y caracterización.

Resultados y discusión

<u>Diversidad de las especies colectadas en la región centro-sur de las provincias de Matanzas, Cienfuegos y la región centro-sureste de la provincia de Sancti Spiritus</u>
Como se aprecia en el cuadro 1 se encontró una relativamente alta diversidad genérica tanto en los tipos herbáceos, de los que se encontraron 12 géneros, como en los arbóreos, de los que se detectaron 8. Tales resultados pudieron estar asociados a las excelentes posibilidades que poseen las leguminosas para desarrollarse en los ecosistemas silvestres donde no se utilizan agroquímicos y otros insumos.

Cuadro 1. Géneros, especies y accesiones colectadas en Cienfuegos y la región centro-sureste de la provincia de Sancti Spiritus, Cuba.

Géneros Tipos herbáceos	Número de especies	Número de accesiones
Calopogonium	1	4
Canavalia	1	1
Centrosema	3	11
Clitoria	1	1
Crotalaria	1	1
Desmodium	3	6
Galactia	1	2
Lablab	1	2
Macroptilium	1	5
Rynchosia	2	3
Teramnus	2	10
Vigna	1	2
Subtotal	18	48
Tipos arbóreos y arbustivos		
Albizia	3	10
Bauhinia	2	2
Cajanus	1	2
Cassia	1	1
Desmanthus	1	1
Gliricidia	1	6
Leucaena	1	9
Samanea	1	2
Subtotal	11	33

Diversidad de las especies colectadas en Ciego de Ávila, Nuevitas y Vertientes

Como se aprecia en el cuadro 2 se colectaron en las provincias de Ciego de Avila, Nuevitas y Vertientes 54 accesiones pertenecientes a 24 géneros, entre las que primaron las de tipo arbóreo (con 15 géneros).

Cuadro 2. Géneros, especies y accesiones colectadas en Ciego de Ávila, Nuevitas y Vertientes, Cuba.

Géneros Tipos herbáceos	Número de especies	Número de accesiones
Calopogonium	1	1
Centrosema	3	3
Desmodium	1	1
Teramnus	1	2
Canavalia	2	2
Macroptilium	1	1
Clitoria	1	1
Aeschynomenes	1	1
Rynchosia	1	1
Subtotal	12	14
Tipos arbóreos y arbustivos		
Albizia	6	10
Bauhinia	8	10
Cassia	3	3
Samanea	1	1
Pithecellobium	1	1
Gmelina	1	1
Caesalpinea	2	2
Prosopis	1	1
Pongamia	1	1
Acacia	7	2
Guasuma	2	1
Milletia	1	1
Lonchocarpus	1	3
Enterolobium	2	2
Erythrina	2	1
Subtotal	33	40

Diversidad de las especies colectadas en Guantánamo, Holguín y Granma

En las zonas de Guantánamo, Holguín y Granma se encontraron del tipo herbáceo 11 géneros con 17 especies; como para aquellas de tipo arbóreo y arbustivo, de las que encontraron 6 géneros con 7 especies (cuadro 3).

Cuadro 3. Géneros, especies y número de accesiones colectadas en Guantánamo, Holguín y Granma, Cuba.

Género	Número de especies	Número de accesiones
Tipos herbáceos		
Alysicarpus	1	1
Centrosema	3	12
Clitoria	2	4
Crotalaria	2	5
Desmodium	2	3
Galactia	1	7
Indigofera	1	3
Macroptilium	1	1
Rynchosia	2	5
Teramnus	1	14
Stylosanthes	1	6
Subtotal	17	61
Arbóreos y arbustivos		
Albizia	2	5
Cajanus	1	1
Cassia	1	2
Desmanthus	1	8
Leucaena	1	17
Pthophorum	1	1
Subtotal	7	34

Diversidad de las especies colectadas en Pinar del Río, Granma y Santiago de Cuba.

En los cuadros 4 y 5 se puede observar las accesiones colectadas en las zonas de Pinar del Río, Granma y Santiago de Cuba, se aprecia que accesiones de tipo herbáceo, se encontraron 12 géneros con 24 especies; como para aquellas de tipo arbóreo y arbustivo, de las que encontraron 14 géneros con 18 especies.

Cuadro 4. Géneros, especies y números de accesiones colectadas en Pinar del Río, Cuba.

Género	Número de especies	Número de accesiones
Tipos herbáceos		
Centrosema	3	11
Desmanthus	1	2
Neonotonia	1	5
Calopogonium	1	4
Canavalia	1	1
Clitoria	1	1
Crotalaria	1	3
Desmodium	1	1
Indigofera	1	3
Teramnus	1	1
Subtotal	12	32
Arbóreos y arbustivos		
Albizia	1	5
Bauhinia	1	3
Gliricidia	1	4
Pithecellobium	1	2
Acacia	1	1
Erythrina	1	2
Jatropha	1	1
Tamarindus	1	1
Leucaena	1	6
Subtotal	9	25

Cuadro 5. Géneros, especies y números de accesiones colectadas en Granma y Santiago de Cuba, Cuba.

Género	Número de especies	Número de accesiones
Tipos herbáceos		
Centrosema	1	3
Macroptulium	1	1
Canavalia	1	1
Teramnus	1	4
Subtotal	12	9
Arbóreos y arbustivos		
Albizia	1	3
Bauhinia	1	1
Morus	1	1
Moringa	1	4
Higuereta	1	7
Gliricidia	1	4
Guasuma	1	1
Pithecellobium	1	2
Acacia	1	1
Erythrina	1	1
Jatropha	2	10
Aleuritis	1	1
Leucaena	1	9
Subtotal	9	45
Total	21	54

Es importante resaltar lo referente a las especies arbóreas encontradas, ya que la fecha escogida, preferentemente para colectar especies herbáceas, no siempre coincide con el momento más oportuno para encontrar plantas de arbóreas con semillas, aspecto implícito en la metodología publicada sobre la temática de la colecta para germoplasma útil a la ganadería (Machado, Roche, Toral y González, 1999). Ello revela que para ciertos ambientes y para determinadas especies puede encontrarse semilla, a pesar de que las fechas se adelanten o atrasen con relación a los patrones fenológicos normales que regulan el período reproductivo para las especies con diferentes hábitos, por cuanto se debe prestar atención a este importante aspecto.

Tales resultados pudieron estar asociados a las excelentes posibilidades que poseen las leguminosas para desarrollarse en los ecosistemas silvestres donde no se utilizan agroquímicos y otros insumos.
Por otra parte, debe llamarse la atención a que la diversidad hallada no solo atañe al número de géneros y especies, si no que trascendió al nivel intraespecífico, ya que fueron muy pocos los géneros en los que se logró colectar una accesión, como fue el caso de Aeschynomene, Alysicarpus, Cynodon, Phaseolus, Gmelina, Prosopis, Pongamia, Guasuma, Milletia, Erythrina, Lysiloma, Aleuritis, Pelthophorum, Tamarindus y Morus. Así, en el resto de las especies, como se indica en la tabla de referencia, se logró colectar dos o más ecotipos, los cuales mostraban "in situ" un mayor o menor grado de diferenciación morfológico.
Aunque de estos géneros existen importantes especies y variedades comerciales que han demostrado una alta potencialidad de utilización para diversos fines en la ganadería comercial, como ocurre en el caso de Albizia lebbeck; Gliricidia sepium; Bauhinia purpurea y Leucaena leucocephala, entre los tipos arbóreos (Simón, Lamela, Esperance y Reyes, 1998; Hernández, 2000), así como en el caso de Centrosema molle (=C. pubescens); Clitoria ternatea; Lablab purpureus; Macroptilium atropurpureum y Teramnus labialis, entre los tipos herbáceos (Paretas, Suárez y Valdés, 1989), no cabe dudas de que el material colectado de estas taxas reviste un enorme interés, ya que contiene información genética específica para los ambientes particulares, donde fueron encontrados, los cuales difieren de otros ecosistemas (Toral y col. 2001); además de nuevo material que pudiera tener utilización como plantas de cobertura y/o abono verde, como es el caso de Calopogonium caeruleum, Desmodium spp.; Galactia spiciformis; Canavalia rosea y Vigna sp., así como Cassia sp. para cerca viva y abono verde, al constituir esta última una especie arbórea de tipo caudisifolio que produce abundante follaje que cae en la fenofase reproductiva de semilla madura, de acuerdo con las observaciones de campo.

Plantas consumidas por el ganado

El ganado que abunda en las zonas prospectadas es del tipo mestizo Holstein x Cebú; después del ordeño matinal las vacas se sueltan para la manigua y son recogidas en horas de la tarde para pasar la noche en áreas localizadas cerca de las casas de los campesinos.

A través de la observación directa se detectaron 36 especies arbóreas (cuadros 6 y 7) consumidas por los animales, dentro de las cuales se destacaron Albizia cubana, Albizia lebbeck (algarrobo), Gymnanthes lucida (yaití), Cecropia peltata (yagruma), Dichrostachys cinerea (marabú), Cordia collococca (ateje), Gliricidia sepium (mata ratón), Guazuma ulmifolia (guásima), Hibiscus rosa-sinensis, Leucaena leucocephala, Malvaviscus arboreus, Morinda citrifolia (mora de la India) y Morus nigra. La observación directa coincidió siempre con los resultados de la encuesta. L. latisiliqua (soplillo, abey), árbol muy abundante en las zonas, se notificó por algunos campesinos como apetecible para el ganado; sin embargo, no se detectó su consumo por parte de los animales.

Cuadro 6. Plantas consumidas por el ganado en las zonas prospectadas

Especies	Encuestas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Albizia cubana	x	-	x	x	-	x	-	x	-	-	x
Albizia lebbeck (algarrobo)	-	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x
Annona glabra (baga)	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x	-
Bauhinia variegata	-	x	x	-	-	-	-	x	-	x	x
Gymnanthes lucida (yaití)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
Bursera simaruba (almácigo)	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-
Bromelia pinguin	-	-	-	x	x	-	-	-	x	x	-
Caesalpinia crista	-	-	x	x	-	x	-	-	x	-	x
Caesalpinia violacea (yarúa)	x	x	-	-	-	-	x	-	-	x	-
Calophyllum antillanum (ocuje)	-	-	-	x	x	-	-	x	x	x	x
Cecropia peltata (yagruma)	-	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x
Chrysobalanus icaco (icaco)	x	-	x	-	-	-	x	-	x	-	-
Citharexylum fruticosum (canilla de venado)	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-
Drypetes lateriflora (hueso)	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Dichrostachys cinerea (marabú)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eleocharis interstincta (junco)	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
Cordia collococca (ateje)	-	-	x	x	x	x	x	-	-	x	x
Eugenia sp. (guairaje)	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-

Cuadro 7. Plantas consumidas por el ganado en las zonas prospectadas

Especies	Encuestas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Erythrina berteroana	-	-	-	x	x	-	-	x	-	x	x
Erythrina poeppigiana	-	-	-	-	x	x	x	-	-	-	x
Eugenia floribunda (mije)	-	-	-	-	-	x	-	-	x	x	-
Gliricidia sepium (mata ratón)	-	x	x	x	x	x	x	-	x	-	x
Guazuma ulmifolia (guásima)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Hibiscus elatus (majagua)	-	-	-	-	-	x	-	-	x	x	x
Hibiscus rosa-sinensis	-	x	-	x	x	x	-	-	x	x	-
Leucaena leucocephala	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Lysiloma latisiliqua (soplillo)	-	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-
Lysiloma sabicu (sabicú)	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Mastichodendron foetidissimum (jocuma)	-x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
Malvaviscus arboreus	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Morinda citrifolia (mora de la India)	-	x	x	x	x	-	-	-	x	x	x
Morus nigra	x	-	-	x	x	x	x	x	-	-	x
Sabal japa (guano cana)	-	-	-	x	x	-	-	-	x	-	x
Senna spectabilis (palo bonito)	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x
Trophis racemosa (ramón de caballo)	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-
Thrinax sp. (yagruma)	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x

Conclusiones

Se evidenció la presencia de especies herbáceas, arbóreas y arbustivas de interés y potencial para la ganadería en todas las regiones prospectadas.
Los géneros Centrosema y Teramnus (entre las herbáceas) y los géneros Albizia, Bauhinia, Leucaena y Gliricidia fueron los que mas accesiones aportaron en cada prospección.
De relevancia se cataloga la cantidad de accesiones de leguminosas herbáceas prospectadas en las regiones orientales.

Las encuestas corroboraron la preferencia de los animales por los géneros leñosos Albizia, Leucaena, Gliricidia, Morus, Guazuma y Malvaviscus.
En zonas de monte y manigua el Marabú, la Yagruma, el Yaití y el Ateje son alternativas de alimentación nada despreciables, principalmente en la época de sequía.

Literatura citada

Hernández, I. 2000. Utilización de las leguminosas arbóreas *L. leucocephala*, *A. lebbeck* y *B. purpurea* en sistemas silvopastoriles. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. ICA, La Habana- EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 118 p.
Machado, R.; Roche, R.; Toral, Odalys & González, E. 1999. Metodología para la colecta, conservación y caracterización de especies herbáceas, arbóreas y arbustivas útiles para la ganadería. ***Pastos y Forrajes***. 22:181
Menéndez, J. 1982a. Estudio regional y clasificación de las leguminosas forrajeras autóctonas y/o naturalizadas en Cuba. Tesis presentada en opción al grado de Dr. en Ciencias Agrícolas. ISCAH. La Habana, Cuba. 89 p.
Menéndez, J. 1982b. Leguminosas silvestres de Cuba. III. Región central y provincias de Ciego y Camagüey. ***Pastos y Forrajes.*** 5:141
Menéndez, J.; Shateloin, Tania; Yepes, I.; Roche, R. & Nodarse, María T. 1995. Colecta de especies con características forrajeras en la Ciénaga de Zapata. ***Pastos y Forrajes***. 18:21
Paretas, J.J.; Suárez, J.J. & Valdés, L.R. 1989. Gramíneas y leguminosas comerciales y promisorias para la ganadería en Cuba. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. 112 p.
Simón, L.; Lamela, L.; Esperance, M. & Reyes, F. 1998. Metodología para el establecimiento y manejo del Silvopastoreo. En: Los árboles en la ganadería. Tomo 1. Silvopastoreo. (Ed. L. Simón). Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 37
Toral, Odalys; Iglesias, J.M.; Simón, L.; Shateloin, Tania & Albert, Anayansi. 2001. Colecta y potencialidades de germoplasma forrajero arbóreo en diferentes ecosistemas. ***Pastos y Forrajes.***24:105

AGROECOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill) CON TRES SUSTRATOS ORGÁNICOS EN VILLAFLORES, CHIAPAS

Franklin B. Martínez-Aguilar[32]
Juan Luis Méndez-Bermudez
Juan Alonso Morales-Cabrera
Carlos Ernesto Aguilar-Jiménez
José Galdámez-Galdámez
Antonio Gutiérrez-Martínez

RESUMEN

El cultivo de tomate es un producto hortícola de gran importancia para los consumidores debido al alto contenido de vitaminas, minerales y sales indispensables para el organismo, es por ello que es necesario consumir vegetales de calidad e inocuos para mantener una buena salud, en ese sentido el objetivo del presente trabajo de investigación fue la evaluación de la producción de tomate (L*ycopersicum esculentum* Mill), utilizando diferentes sustratos para su establecimiento.

La investigación se realizó en el municipio de Villaflores, Chiapas, en el período Agosto-Diciembre de 2016, la variedad utilizada fue tomate pony exprés, el diseño experimental fue bloques completos al azar con cuatro tratamientos (composta, tierra de hoja, testigo y vermiabono) y cuatro repeticiones, haciendo un total de 16 unidades experimentales. En cada unidad experimental se utilizaron 12 bolsas de polietileno de 25 x 35 cm cada una quedando distribuidas espacialmente en un área de 4 m2 cada unidad.

Los resultados obtenidos indican como mejor tratamiento al de tierra de hoja sobresaliendo en las variables, obteniendo los siguientes resultados: días a floración con 25 días, días a fructificación con 35 días, altura de planta con 123.18 cm, diámetro de tallo con 7.68 mm, número de hojas con 230.92 y finalmente el rendimiento total con 3531 g/planta, superando a los tratamientos testigo, composta y vermiabono.

Palabras clave: Tomate, Abonos orgánicos

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate es una de las hortalizas de mayor importancia en el mundo y en México y por ende de mayor consumo mundial y nacional, sin embargo en los sistemas intensivos de producción donde se genera la mayor parte de productos de “calidad” se presentan plagas y enfermedades que afectan de forma considerable la producción de este agroecosistema, el hombre al tener acceso a insumos externos ha realizado un uso indiscriminado de insecticidas para el control de plagas y enfermedades en el cultivo, empleando desde 20 hasta 40 aplicaciones por cada ciclo productivo incrementando los costos de producción considerablemente, además de obtener tomates con altas concentraciones de residuos de pesticidas dañinos al medio ambiente y al consumidor.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de obtener productos más sanos y libres de pesticidas, se innovo con algunos tratamientos orgánicos y químicos para evitar hacer un uso

[32] Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Franklinmar@7820yahoo.com.mx

excesivo de agroquímicos, se hizo un manejo integrado de plagas con alternancia con otros productos y evitar la tolerancia a ciertos productos por parte de los insectos plagas, todo esto se realizó teniendo como meta un enfoque diferente de los sistemas tradicionales agrícolas de producción de tomate para poder adaptar el experimento en pequeñas extensiones de terreno o incluso como cultivo de traspatio.

La importancia del trabajo radica en poder describir cual sustrato es el mejor para la producción de tomate. Por ello, se plantearon los siguientes objetivos e hipótesis.

Objetivo
Evaluar diferentes abonos orgánicos (composta, tierra de hoja, testigo y vermiabono) en la producción de tomate bajo condiciones de maceta.

Hipótesis
El mayor rendimiento de tomate se obtendrá con el tratamiento vermiabono por sus características físico, químicas y biológicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio
El presente trabajo se realizó en el vivero municipal del Honorable ayuntamiento municipal de Villaflores, Chiapas, ubicado en la unidad deportiva municipal, la cual ocupa las siguientes coordenadas geográficas 16° 14’ 26”latitud norte y 93° 14’ 33” de longitud oeste, el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media, su rango de temperatura varía según las áreas municipales es de 14 – 26°C y el rango de precipitación anual es de 1000-3500 mm (INEGI[33], 2008).

Diseño experimental
El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con cuatro tratamientos (composta, tierra de hoja, testigo y vermiabono) los cuales se repitieron cuatro veces, estableciendo un total de 16 unidades experimentales, en cada unidad experimental se utilizaron 12 bolsas de polietileno de 25 x 35 cm cada una quedando distribuidas espacialmente en un área de 4 m^2 cada unidad (Figura 1).

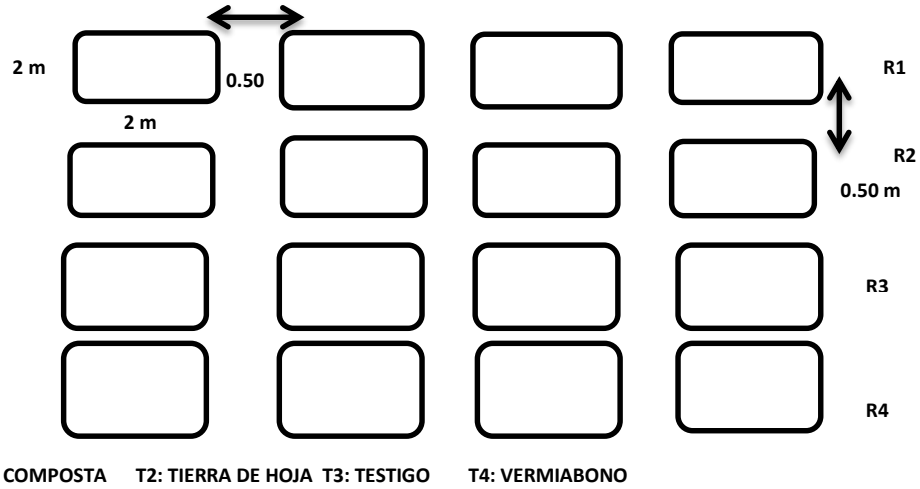


Figura 1. Distribución de los tratamientos y sus repeticiones en el área experimental.

[33] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

Trabajo de campo

Limpieza del terreno
Debido a que el experimento se realizó en bolsas de polietileno (25 x 35 cm) no requirió una remoción el terreno donde se laboró simplemente se realizó una limpieza manual del terreno, con ayuda de algunos implementos manuales (coa, machete, rastrillo y carretilla) se quitaron las malezas presentes en el área a trabajar y posteriormente se nivelo el lugar para conseguir un correcto acomodo de las bolsas.

Preparación de sustratos
La preparación de sustratos comenzó con la búsqueda de los sustratos antes descritos los cuales son: tierra de vega, arena, vermiabono, composta y tierra de hoja. Para realizar los tratamientos adecuados todos los sustratos fueron mezclados con arena y tierra de vega quedando distribuidos de la siguiente manera:

Vermiabono: 60 % Arena: 20 % Tierra de vega: 20%
Composta: 60 % Arena: 20 % Tierra de vega: 20 %
Tierra de hoja: 60 % Arena: 20 % Tierra de vega: 20 %
Testigo: tierra de vega: 60 % y Arena: 40 %

Para el llenado de las bolsas con los tratamientos, se ocuparon bolsas negras de polietileno de 25 x 35 cm. Para posteriormente acomodarlos en el lugar donde se establecería las plantas de tomate. La distribución espacial de las unidades experimentales se realizó de la siguiente manera, se establecieron 16 unidades experimentales, cada unidad experimental contó con un área de 4 m^2. En cada unidad experimental se colocaron 12 plantas de tomate, ubicadas estratégicamente dos hileras de seis bolsas cada hilera con una distancia de 0.5 m entre hileras y unidades experimentales con el objetivo de evitar la competencia intraespecifica por luminosidad.

Siembra
El método de siembra se realizó indirectamente utilizando plántulas de crecimiento semi determinado de la variedad pony express, se realizó el ahoyado de los sustratos respectivos y se trasplantaron las plántulas en las bolsas, se aplicó la técnica de escarda para fortalecer el agarre de la planta.

Se trasplantó una planta por cada bolsa de polietileno y la distribución quedó de la siguiente manera, para cada tratamiento fueron 12 plantas con sus respectivas repeticiones, es decir por cada tratamiento se establecieron 48 plantas distribuidas al azar con los demás tratamientos, obteniendo un total de 192 plantas en el sitio experimental.

Tutorado de plantas
El tutorado de las plantas de tomate se realizó a los 21 días de establecido el cultivo, cuando la mayoría de plantas alcanzaron la altura aproximada de 35 cm. Se realizó con la ayuda de parales (postes), hilos de alambre # 2 y rafias, esto fue con el objetivo de dar sostén a las plantas, que tengan un desarrollo erecto y evitar que tengan contacto directo con el suelo.

Riego
Los riegos fueron aplicados constantemente durante todo el ciclo vegetativo del cultivo, siempre que este fuera demandado. La proporción de agua fue de forma manual, moderada y eficientemente, evitando el exceso para evitar enfermedades por causa de humedad.

Control de plagas y enfermedades
El control de plagas y enfermedades fue aplicado cada 8 días dependiendo el nivel de incidencia de dichos problemas, consistió en el uso de tratamientos naturales y químicos. El primer tratamiento aplicado fue el uso del extracto natural de neem, consistió en preparar un extracto natural a base de 200 g de hojas trituradas y semillas de neem molidas, además de complementar el tratamiento de dicho repelente natural con chile habanero, ajo y cebolla los cuales se adicionan a la mezcla de neem y se deja reposar con 3 litros de agua durante 48 a 72 horas para que libere su esencia, posteriormente se tamizo para obtener el lixiviado, se hizo la mezcla en relación de 1 L de producto por 18 L de agua y se asperjó sobre el follaje de las hojas, al ser un producto natural su aplicación fue cada 3, 4 y6 días dependiendo de la incidencia de plagas en el cultivo.

El segundo tratamiento utilizado en el control de plagas fue el uso del insecticida metomilo el cual sirve para el control de la mosquita blanca (T*rialeurodes vaporariorum* Westwod) el cual es el principal vector del virus del mosaico dorado del tomate, el método de uso fue el siguiente: 30 g de producto comercial por cada 18 L de agua, se aplicó sobre el follaje de las plantas y su aplicación fue cada 7 días.

Control de hongos
El producto utilizado para el control de hongos fue el sulfato de cobre como preventivo fúngico siendo la dosis de 30 g por cada 18 L de agua, se asperjo sobre el follaje de las plantas y al inicio antes del trasplante se aplicó en los sustratos para desinfectar la tierra de posibles patógenos. También se mezcló con cal viva, modificando la dosis a 20 g de sulfato de cobre por 20 g de cal para un control más eficiente de los hongos.

El otro método de control fue utilizar cal viva en el suelo a la altura del inicio del tallo para desinfectar el sustrato de patógenos, el método de aplicación fue el siguiente, por cada planta se aplicaron 20 g de cal.

Fertilización
Los dos métodos implementados para la fertilización fue: foliar y edáfico. La fertilización foliar se hizo con el fertilizante comercial: Folim 20-30-10, se realizó solo una aplicación a base de 200 g disueltos en 18 litros de agua y fue asperjado sobre el follaje de las plantas. La fertilización edáfica se realizó de forma tradicional conocida como “tronquedo” sobre los sustratos para lograr una absorción de nutrientes de las plantas, el primer producto aplicado fue un enraizador (Raizal) a los 3 días de trasplantadas las plántulas para lograr un desarrollo radicular idóneo de las plantas, la relación fue de 100 g por 18 litros de agua.

Variables evaluadas
Altura de planta, Número de hojas, Diámetro de tallo, Días a floración, Días a fructificación y Rendimiento

Análisis estadístico
Análisis de varianza
Se realizó un análisis de varianza a todas las variables evaluadas, para conocer las diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Comparación de medias
Una vez realizado el análisis de varianza se procedió a efectuar la prueba de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), para conocer el mejor tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fenología del cultivo

Días a floración en las plantas

La floración es muy importante para la producción de tomate, un buen desarrollo floral genera un buen cuajado de frutos que se verá reflejado en los días a fructificación y cosecha (CENTA[34], 1996). Bajo estas circunstancias para la variable de días a floración no se realizó un análisis estadístico de varianza, y se obtuvieron los siguientes resultados (Figura 2) el más destacado fue el tratamiento de tierra de hoja con 25 días, el siguiente tratamiento fue el de testigo con 32 días, el siguiente tratamiento fue el de vermiabono con 40 días y por último el tratamiento de composta con 45 días, tal como lo menciona Chamarro (1995); las variedades de tomate de crecimiento determinado inician su floración entre los 55 a 60 días después de sembrados; mientras que las de crecimiento indeterminado, entre los 65 a 75 días después de la siembra y dependerá de las condiciones edafoclimaticas del suelo las cuales proporcionan los nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas. De acuerdo a los datos recabados desde el trasplante en bolsas, el tratamiento en el que se obtuvo en menor tiempo la floración fue el de tierra de hoja con 25 días siendo este el mejor, este resultado se debe a la mineralización de los nutrientes esenciales (N, P, K) que están presentes en la materia orgánica en descomposición de este sustrato, por lo tanto hay mayor liberación y asimilación de nutrientes adquiridos por la planta los cuales permitieron un adelantamiento respecto a los demás cultivos en la mayoría de las variables evaluadas, tal como menciona Paván (1995); El nitrógeno es el principal elemento nutritivo en la formación de órganos vegetativos de la planta. El tomate es sensible a la deficiencia de nitrógeno en la fase vegetativa y durante la maduración. La falta de este elemento afecta el desarrollo de la planta, el follaje se vuelve verde pálido o amarillo, las hojas jóvenes y las ramificaciones son finas. Se produce un florecimiento tardío y disminución en el peso de los frutos. El exceso de N desequilibra la disponibilidad de K y P, y trae como consecuencia un excesivo desarrollo vegetativo en detrimento de la fructificación.

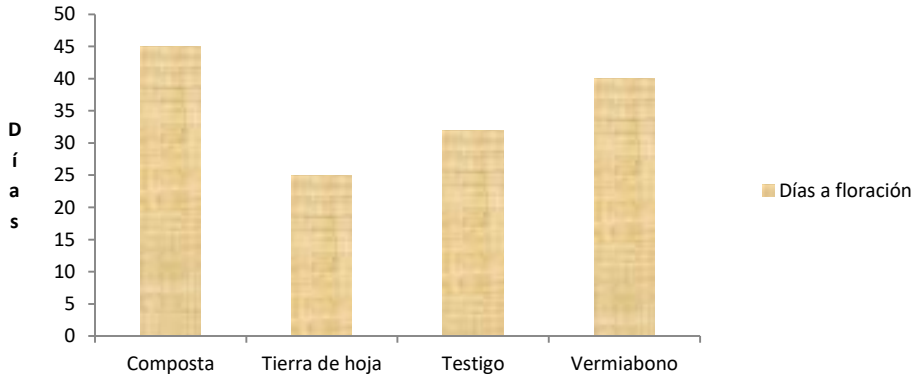


Figura 2. Días a floración en las plantas de tomate con diferentes sustratos orgánicos, en el municipio de Villaflores, Chiapas, 2016.

[34] Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal

Días a fructificación

Para que ocurra una buena fecundación (cuaje) de frutos, se requiere que la temperatura nocturna sea menor que la diurna, en aproximadamente 6° C. La temperatura nocturna debe oscilar entre el rango de los 13 - 26ºC, para la mayoría de las variedades, pues si la temperatura interna del fruto es mayor a 30ºC, se inhibe la síntesis de licopeno (compuesto responsable del color rojo del fruto) produciéndose frutos con maduración y coloración des uniformes. El número de cortes dependerá del manejo dado al cultivo de tomate, de las condiciones climáticas imperantes durante su ciclo de cultivo y de su hábito de crecimiento. Sin embargo, pueden realizarse en promedio de 7 a 8 cortes en las variedades de crecimiento determinado, y de 12 a 15 cortes en las indeterminadas (Castilla, 1995). Para la variable de días a fructificación no se llevó a cabo un análisis estadístico, se contabilizaron los días a partir de los días en que entraron a floración hasta el primer corte de fruto, el mejor tratamiento fue el de tierra de hoja obteniendo los primeros frutos a los 35 días (Figura 3), el segundo tratamiento fue el testigo del cual se obtuvieron los primeros frutos a los 40 días de la floración, el siguiente tratamiento fue la composta con 48 días para poder obtener los primeros frutos, y el tratamiento que más tiempo llevo para obtener los primeros frutos fue el vermiabono con 52 días, esto coincide con Bolaños (1998) que indica que el inicio de la fructificación ocurre entre los 60 a 65 días después de la siembra, y la primera cosecha puede realizarse entre los 75 a 80 días, si la variedad es de crecimiento determinado. Si es indeterminada la fructificación da inicio entre los 70 a 80 días, y la primera cosecha se realiza entre los 85 a 90 días después de la siembra.

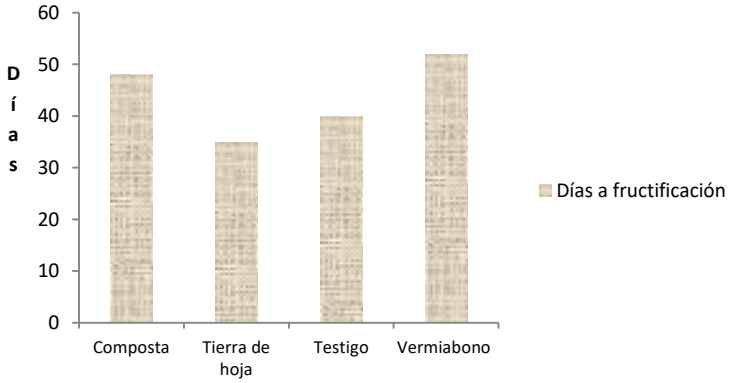


Figura 3. Días a fructificación en las plantas de tomate con diferentes sustratos orgánicos, en el municipio de Villaflores, Chiapas, 2016.

Esto quiere decir que el mejor tratamiento fue el de tierra de hoja y de acuerdo a los demás datos obtenidos manifestó un mejor desarrollo a lo largo de todo el ciclo vegetativo, el peor tratamiento para esta variable fue el de vermiabono con 52 días, esto se vio reflejado en todo el desarrollo del cultivo, la asimilación y disponibilidad de nutrientes de parte de los dos abonos más que son composta y vermiabono fue muy lenta lo que genero un retraso en la producción, los nutrientes esenciales para una fructificación adecuada son N, P, K. El fosforo en el cultivo de tomate, es necesario aplicar este elemento antes del trasplante o a la siembra, debido a que posee problemas de asimilación por parte de las plantas. Una buena disponibilidad de fósforo acelera el desarrollo radicular de la planta, la fructificación es temprana, mejora la producción y la calidad del fruto. La falta de fósforo disminuye la absorción de nitrógeno, provoca la reducción del crecimiento, reduce la floración, fructificación y desarrollo de los frutos.

Altura de planta

Para la variable altura de planta el análisis estadístico de varianza no mostró diferencias significativas (P≤ 0.05), es decir las diferencias en centímetros entre los tratamientos no fueron tan amplias, sobresaliendo como el mejor en esta variable el tratamiento de composta con 125.87 cm, seguido del tratamiento de vermiabono con 124.43 cm, el siguiente tratamiento fue el de tierra de hoja con 123.18 y por último el tratamiento de testigo con 119.18 cm (Figura 4). Esto quiere decir que el mejor sustrato orgánico para la variable de altura de planta fue el de composta mostrando diferencias en el desarrollo, sin embargo de acuerdo al experimento y los datos obtenidos en campo la altura de planta debió haber determinado proporcionalmente al crecimiento el número de hojas y el diámetro de tallo que en este caso no se ve reflejado en las demás variables evaluadas, por lo que difiere con Soto (1999) los abonos orgánicos son utilizados para lograr un incremento en la actividad microbiana del suelo, dado la gran riqueza de microorganismos que poseen, de esta manera se alcanza un equilibrio biológico y la supresión de patógenos del suelo. El tipo y calidad de los abonos orgánicos es variable y depende de su origen, método de elaboración y el manejo que reciba.

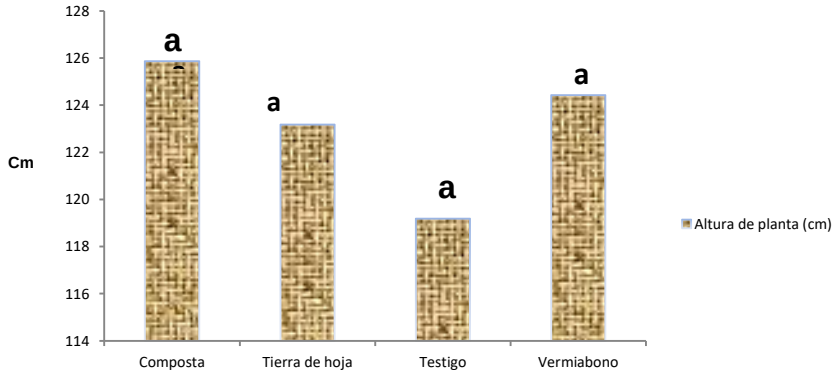


Figura 4. Altura de planta de tomate con diferentes sustratos orgánicos, en el municipio de Villaflores, Chiapas, 2016.

El sustrato con menor altura de planta fue el tratamiento de testigo, esto debido a que a este sustrato no se le agrego un abono orgánico sólido dado que este tratamiento se hizo con el objetivo de tener un sustrato similar al que cultivan los productores de tomate por ende la materia orgánica presente en este sustrato no estaba mineralizada, la liberación de nutrientes para la planta fue lenta y presento deficiencias de nutrimentos esenciales para el crecimiento, al respecto Labrador (1996); señala que el calcio (Ca) en la planta de tomate estimula la formación de raíces y hojas. Es esencial para las paredes celulares, provee energía a las células y regula el flujo de nutrientes hacia ellas. La deficiencia de calcio provoca marchitamiento de la planta, muerte de la parte superior del tallo y de los puntos de crecimiento.

Diámetro de tallo

Para la variable de diámetro de tallo el análisis de varianza mostro diferencias significativas (P≤ 0.05), sobresaliendo como la mejor el tratamiento de tierra de hoja con 7.68 mm, seguido del tratamiento de testigo 7.31 mm, el siguiente fue el tratamiento de vermiabono con 7.25 mm, entre los dos últimos tratamientos las diferencias no fueron significativas por lo que fueron agrupados en el mismo conjunto; El último tratamiento fue el de composta con 6.87 mm siendo el menor en cuanto a diámetro de tallo (Cuadro 1).

La discusión de porque no fue la composta el de mayor diámetro de tallo si fue el de mayor altura en la variable anterior es la siguiente, en el predio donde se trabajó se colocó una malla sombra la cual reducía la luz solar al 50 % donde se ubicó el cultivo y está permaneció durante todo el ciclo vegetativo por lo que algunas plantas crecieron anormalmente, por su parte Curtis (2001); indica que las plantas necesitan luz para su crecimiento y desarrollo óptimo. El proceso más importante que desencadena la luz en las plantas es la fotosíntesis. Mientras que Barahona y Piñero (2000); señalan quela fotosíntesis es un proceso que usan las plantas para producir el alimento que les ayuda a acumular más material para la planta. Mientras más rápida sea la velocidad de la fotosíntesis, más rápido crecerá la planta.

Cuadro 1. Diámetro de tallo de la planta de tomate con diferentes sustratos orgánicos, en el municipio de Villaflores, Chiapas, 2016.

Tratamientos	Diámetro de tallo (mm)
Composta	6.87 b
Tierra de hoja	7.68 a
Testigo	7.31 ab
Vermiabono	7.25 ab

El mejor tratamiento en diámetro de tallo es el de tierra de hoja con 7.68 mm por planta, esto se debe a la disponibilidad de recursos de este sustrato al ser materia orgánica en descomposición la mineralización de esta es más rápida y asimilable para las plantas lo cual se observa en el desarrollo radicular y de tallo de las plantas de tomate.

El tratamiento de composta fue el más bajo con 6.87 mm este resultado obtenido se debió a la calidad del abono orgánico tenía mucho tiempo de añejamiento en el almacén del rancho San Ramón por lo cual perdió nutrientes esenciales, la descomposición y la mineralización es más lenta por lo cual hay menos disponibilidad de nutrientes para la planta, al respecto Restrepo (1996) y Diez (1995); indican que cuando el compost es viejo, los nutrientes, especialmente el nitrógeno, están fijados en la fracción húmica y los microorganismos del suelo tienen que explotarla lentamente y durante un tiempo más largo, este compost es bueno para cultivos de largo periodo vegetativo y mejora la estructura del suelo a largo plazo.

Número de hojas

Para la variable de número de hojas el análisis de varianza índico diferencias significativas entre los tratamientos (P≤ 0.05), el tratamiento sobresaliente en esta variable fue el sustrato de tierra de hoja con 230.92 hojas, después el tratamiento de vermiabono con 205.37 hojas, el siguiente fue el tratamiento de composta con 195.81 hojas y por último el testigo con 161.87 hojas (Cuadro 2), esto quiere decir que el mejor tratamiento con mayor desarrollo foliar, fue el de tierra de hoja debido al tipo de sustrato empleado y la disponibilidad de nutrientes para las plantas, esto coincide con FUSADES[35] (1990); la cual menciona en su artículo que a mayor área foliar permite la absorción de mayor cantidad de energía lumínica esencial para el ciclo vegetativo de la planta y que se ve reflejada en la producción.

[35] Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social

Cuadro 2. Número de hojas en las plantas de tomate con diferentes sustratos orgánicos, en el municipio de Villaflores, Chiapas, 2016.

Tratamientos	Número de hojas
Composta	195.81 ab
Tierra de hoja	230.92 a
Testigo	161.87 b
Vermiabono	205.37 b

El testigo fue el más bajo con 161.87 hojas este resultado se debe al manejo agronómico dado a dicho sustrato debido a la presencia de insectos defoliadores (hormigas) en una etapa temprana de establecido el cultivo y no hacer un control preventivo para evitar la incidencia de esta plaga, además una de las causas fue debido a la ubicación de este tratamiento el cual quedo en la periferia del terreno, la defoliación temprana afectó el desarrollo de área foliar de la planta en este sustrato, generando que la planta acelerará su etapa fenológica para obtener una buena producción, esto coincide con Martínez *et al.*, (1998) que señala que en la planta de tomate el rendimiento en frutos después de una defoliación es afectado tanto por la intensidad de la práctica como por el estado fenológico en el cual se produce.

Rendimiento

El análisis de varianza para el rendimiento final de tomate, mostró diferencia estadística significativa entre los tratamientos (P≤ 0.05), destacando el tratamiento tierra de hoja con 3531 g, seguido del testigo el cual obtuvo 2037.50 g, seguido del tratamiento composta con 1715.50 g y por último el tratamiento de vermiabono con 1563.75 g (Figura 5), esto quiere decir que el tratamiento con mejor producción de frutos es el sustrato de tierra de hoja, coincidiendo con Sánchez (1994); el cual menciona que la nutrición equilibrada de tomates durante todo el ciclo vegetativo da como resultado una disponibilidad adecuada de nutrimentos para la absorción de las plantas, la disponibilidad de nutrientes genera un mayor desarrollo radicular, el crecimiento temprano, floración y una mejor producción de frutos.

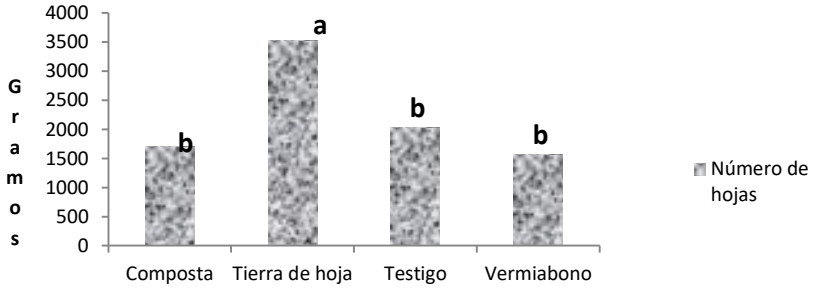


Figura 6.Rendimiento total promedio en las plantas evaluadas de tomate con diferentes sustratos orgánicos, en el municipio de Villaflores, Chiapas, 2016.

El tratamiento con menor rendimiento de acuerdo a los resultados fue el vermiabono obteniendo 1563.75 g siendo este el sustrato con menor producción tanto en número de cortes, frutos por planta y producción total, este resultado se debe a la calidad del abono orgánico, dicho sustrato resulta ser de una cosecha de lombricomposta añeja al igual que el otro abono orgánico composta, ambos presentaron una liberación lenta de nutrientes y una elevada

retención de humedad, debido a esto sus rendimientos fueron los más bajos, además en ambos tratamientos (Composta y vermiabono) hubo mayor incidencia de plagas. Hashemimajd *et al*., (2004) por su parte sugieren que al trabajar con abonos orgánicos como la composta y el vermiabono es necesario suministrar macro elementos nutritivos, ya que la demanda de éstos por la planta sobrepasa a los contenidos en los abonos; No obstante, Márquez y Cano (2004) señalaron que con los elementos nutritivos contenidos en los sustratos naturales es posible producir tomate; la diferencia puede atribuirse al contenido de los elementos nutritivos de las compostas utilizadas.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones que prevalecieron durante el periodo del experimento y a los resultados obtenidos se concluyen los siguientes puntos:

1. El mejor sustrato en el desarrollo vegetativo y en producción de frutos es el sustrato de Tierra de hoja el cual presento un adelanto de floración y una mayor cantidad de frutos, obteniendo un rendimiento total de 3531 g.
2. El segundo sustrato idóneo en el desarrollo vegetativo y producción observado fue el sustrato de testigo, obteniendo un rendimiento total de 2037.50 g.
3. Se puede obtener un producto de calidad, inocuo y libre de residuos tóxicos, mediante un manejo alternativo e innovador mediante una mezcla de agricultura convencional y agricultura orgánica, además puede adaptarse como cultivo de traspatio.

LITERATURA CITADA

Barahona, A; Piñero, D. 2000. Genética. La continuidad de la vida. Editorial Fondo de Cultura Económica. México.

Bolaños, HA. 1998. Introducción a la Olericultura. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 380 p.

Castilla Prados, N. 1995. Manejo del Cultivo Intensivo con Suelo. En el cultivo del tomate. F. Nuez, ed. Ediciones Mundi-Prensa, España. pp 189-225.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1999. Guía para el manejo integrado de las plagas del cultivo de tomate. Turrialba, Costa Rica.

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). 1996. Guía Técnica Programa de Hortalizas y Frutales, Cultivo de Tomate, San Andrés, La Libertad El Salvador, C.A.

Chamarro La puerta, J. 1995. Anatomía y Fisiología de la Planta. In El cultivo del tomate. F. Nuez, ed. Ediciones Mundi-Prensa, España. pp 43-91.

Curtis, Helena. 2001. Biología, Sexta Edición en español, Editorial Médica Panamericana, España.

Diez Niclos, MJ. 1995. Tipos Varietales. In El cultivo del tomate. F. Nuez, ed. Ediciones Mundi - Prensa, España. pp 93-129.

Fassbender, H. 1996. Química de suelos con énfasis en suelos de América latina. 3ª reimpresión. IICA, San José, Costa Rica. 422 p.

Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES). 1990. Producción comercial de tomate. San Salvador, El Salvador. Guía Técnica No. 1. 84 pg.

Hashemimajd, K., M. Kalbasi, A. Golchin y H. Shariatmadari (2004). Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. Journal of Plant Nutrition 27: 1107-1123.

Instituto nacional de estadística, geografía e informática (INEGI). El Sector Alimentario En México, Edición 2008, México, Aguascalientes: 43.

Labrador Moreno, J. 1996. La materia orgánica en los agrosistemas. Mundi-Prensa.

Márquez, C. y P. Cano (2004). Producción orgánica de tomate bajo invernadero. En: E. Olivares S. (ed.). Segundo Simposio Internacional de Producción de Cultivos en Invernaderos. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey N. L. México. 258 p.

Martínez, S., M. Garbi, M. Arturi, y M. Asborno. 1998. Relaciones del peso y número de frutos con el rendimiento y la calidad en tomate bajo tratamiento de deshoje. Agro-Ciencia (Chile) 14:201-206.

Paván, MA. 1995. Interpretación de los análisis químicos del suelo y recomendaciones de encalado y fertilizantes. PROCAFÉ/IRI/USAID. Nueva San Salvador, El Salvador, C.A.

Restrepo, Jairo. 1996. La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados (aportes y recomendaciones). Panamá. 151p

Sánchez C F. 1994 Evaluación de cuatro variedades de jitomate (Lycopersicon esculentum Mill.) bajo un sistema hidropónico a base de despuntes a altas densidades. Rev. Chapingo S. Hort. 2:109-114.

Soto, F. 1999. Efecto de diferentes dosis de abono orgánico Bocashi en la supresión del hongo Rhizoctonia solani como agente causal de mal de talluelo en almácigos de tomate *(Lycopersicum esculentum Mill)*. UNA, Heredia, Costa rica. P. 75.

PRODUCCIÓN DE HOJARASCA Y SU APORTE NUTRIMENTAL EN EL SISTEMA AGROFORESTAL CACAO

Julián Pérez-Flores[1]
Alejandra Arias Pérez[2]
Yesenia Primo Suárez[2]
Vinicio Calderón Bolaina[3]
Asunción López Quiroga[1]

RESUMEN

El sistema agroforestal de cacao (SAF-cacao) produce abundante hojarasca. La hojarasca al descomponerse libera nutrimentos al suelo. Para estimar el aporte de hojarasca y su composición nutrimental en SAF-cacao de 35 y 55 años de edad, se colocaron cuatro trampas colectoras de hojarasca en cada uno de tres SAF-cacao de las edades citadas. La investigación se realizó en el Ejido Miguel Hidalgo 2da Sección, de Cárdenas, Tabasco. Durante un año quincenalmente se colectó y fraccionó la hojarasca. Las fracciones fueron hoja de cacao, hoja de árbol de sombra, peciolos, tallos y ramas, y flores y frutos de cacao. Previo al análisis nutrimental de la hojarasca, todas las muestras fueron mezcladas por edad del SAF-cacao y por época del año. Los análisis químicos fueron repetidos tres veces. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza, contrastes ortogonales y pruebas de t y de Duncan ($p \leq 0.05$). El SAF-cacao de 35 años produjo más hojarasca que el de 55 años (2,042 vs 1,570 Kg MS ha^{-1} $año^{-1}$). Con excepción de la fracción de hoja de árboles de sombra (559.5 vs 642 kg ha^{-1}), en todas las fracciones el aporte fue mayor en el SAF-cacao de 35 años comparado con el de 55 años. La fracción de hoja de cacao fue la principal fuente de hojarasca en el SAF-cacao de ambas edades. Ni la edad del SAF-cacao ni la época del año tuvieron efecto en el contenido de N, K, Zn y S de la hojarasca. Los contrastes ortogonales indicaron diferencias estadísticas significativas en el contenido de P, Ca y Fe en la hojarasca del SAF-cacao de ambas edades. El contenido nutrimental (N-P-K-CA-Mg) del SAF-cacao de 35 años (1.2-0.4-1.2-1.7-0.4 %) y de 55 años (1.1-0.6-1.2-1.4-0.4) es suficiente para recuperar la extracción de nutrientes del suelo por la cosecha de cacao.

PALABRAS CLAVE: *Theobroma cacao*, Plantaciones, Hojarasca, Producción, Nutrimentos.

INTRODUCCIÓN

Conocer la composición nutrimental de la hojarasca es útil para planificar el manejo nutricional de las plantaciones (Schlatter *et al*. 2006). En las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) se combinan especies arbóreas en diferentes estratos verticales, de ahí el nombre de sistemas agroforestales (SAF). En estos sistemas, las especies arbóreas, entre otros beneficios, dan sombra al cacao, producen abundante biomasa, disminuyen la erosión (Villegas 2008) y participan en el reciclaje de nutrimentos.

El reciclaje de nutrimentos depende de la descomposición de la hojarasca depositada en el suelo. La superficie del suelo en el SAF-cacao está cubierta por una capa de hojarasca (hojas, ramas, tallos, flores y frutos) aportada por los árboles de cacao y de sombra (Hartemink 2005). La hojarasca al desintegrarse libera elementos nutritivos que se incorporan al suelo para ser reutilizados por las plantas (Bradford 2002). Estos nutrimentos mantienen la fertilidad natural del suelo en los SAF-cacao.

[1]Colegio de Postgraduados – Campus Tabasco, Área de Agricultura. julianflores@colpos.mx
[2] Universidad Popular de la Chontalpa – Ingeniería en Agronomía.
[3] Colegio de Postgraduados – Campus Veracruz, Postgrado en Sistemas Agroforestales.

En los SAF-cacao el reciclaje de nutrimentos vía la hojarasca provee 84 a 174 kg ha^{-1} $año^{-1}$ de Nitrógeno (N), 5 a 11 Fósforo (P), 63 a 67 Potasio (K), 400 Calcio (Ca) y 140 kg ha^{-1} $año^{-1}$ de Magnesio (Mg) (Hartemink 2005). Jaimez y Franco (1999) estimaron que el aporte de N, P, K, Ca, y Mg de la hojarasca al suelo es el 40% de los requerimientos de los SAF-cacao. En estos sistemas la fertilización no es una práctica común entre los productores (Córdova *et al*. 2001, Okuneye *et al*. 2003; Aikpokpodion, 2010) por tanto la hojarasca es la fuente principal de nutrimentos al suelo. Si bien esto es cierto para nutrimentos como el N cuya concentración en la hojarasca es hasta cinco veces la cantidad extraída por la cosecha de los granos de cacao (Artemink 2005, Aikpokpodion 2010), en México es escasa la información sobre la producción de hojarasca y su aporte nutrimental al suelo en los SAF-cacao.

Los suelos de los SAF-cacao se consideran fértiles por la acumulación de hojarasca que poseen (Alonso 1987). Esta acumulación varía de 5 a 21 t MS ha^{-1} $año^{-1}$, con un promedio de 10 t MS ha^{-1} $año^{-1}$ (Hartemink 2005). La cantidad de hojarasca influye en la cantidad de nutrimentos que puede aportar al SAF. Otros factores que también afectan este aporte de nutrimentos son: las especies arbóreas de sombra, la variedad del cacao, las condiciones ambientales, la micro y macrofauna edáfica, y el manejo y edad del SAF (Jaimez y Franco 1999, Artemink 2005). Asi mismo, la hojarasca puede ser insuficiente para reponer la pérdida de nutrimentos en los suelos del SAF-cacao debido a la cosecha continua (Aikpodpodion 2010) y por falta de fertilización al sistema (Okuneye *et al*. 2003, Artemink 2005, Aikpodpodion 2010). Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue estimar el aporte de la hojarasca y de sus nutrimentos en SAF-cacao de 35 y 55 años de edad, para a futuro evaluar el retorno anual al sistema, y así determinar dosis óptimas de fertilización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó en el Ejido Miguel Hidalgo 2da Sección, municipio de Cárdenas, Tabasco, México. Este Ejido se ubica en las coordenadas 18° 04´ 42.09” LN y 93° 21´05.85” LW, a 14 km de la cabecera municipal, siguiendo la carretera Cárdenas-Comalcalco.

Con la participación del Comisariado Ejidal y productores del área cacaotera del Ejido se localizaron SAF-cacao y seleccionaron tres de 35 y tres de 55 años. La selección fue con base a edad (Hervé y Vidal, 2008), al tipo de suelo (Salgado *et al*. 2005) y al manejo del SAF. La característica principal del manejo del sistema fue la ausencia de poda del cacao y de los árboles de sombra. Los SAF seleccionados se situaron en suelos Fluvisoles Eutricos (FLeu) y Fluvisoles Eutri-Gléyicos (Fleugl), representativos de la zona cacaotera en Tabasco (Palma *et al*. 2007), y considerados como de primera y segunda clase para uso agrícola (IMTA 1988).

El clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (AM), la temperatura media anual es de 26°C, con una máxima media mensual de 30.3°C en mayo, y una mínima media mensual de 20°C en diciembre y enero. La precipitación media anual es de 2,643 mm con un promedio máximo mensual de 335 mm en septiembre y un mínimo de 0 mm en abril. La humedad relativa promedio anual está estimada en 83%, con una máxima de 86% en enero y febrero y una mínima de 77% en mayo.

Producción de hojarasca

Los muestreos se realizaron cada 15 días de diciembre 2012 a noviembre 2013. El año de estudio incluyó la época de lluvia (junio – septiembre), la de norte (octubre – enero) y la época de seca (febrero – mayo). Para el muestreo de hojarasca, con estacas y cintas biodegradables, se hicieron trampas colectoras con un área de captura de 1 m^2. Cuatro trampas fueron colocadas a ras de suelo, distribuidas a 25 m una de otra de manera lineal en el centro de cada plantación. La hojarasca total (HT) obtenida de las trampas se colectó y posteriormente se separó en hoja de cacao (HC), hoja de árbol de sombra (HAS), peciolos (Pe), tallos-ramas (TyR), y flores y frutos de cacao (FlC, FrC). Estas fracciones se colocaron en bolsas de papel y se pusieron a secar a 55º C, hasta alcanzar un peso constante, posteriormente fueron pesadas en una balanza Oahus™ con capacidad de 0.01 g de sensibilidad.

Análisis químico de la hojarasca

Para conocer el aporte nutrimental de la hojarasca, todas las muestras se mezclaron por época y edad del SAF. De cada mezcla se tomaron tres submuestras para su análisis químico. El análisis incluyó macro y microelementos y se realizó en el Laboratorio de Plantas, Suelos y Agua del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelo.

Análisis de datos

Para la comparación del aporte de hojarasca y del aporte nutrimental de la hojarasca por edad de los SAF y por época del año se realizó un análisis de varianza (ANAVA) univariado. Cuando los resultados fueron significativos a un alfa de 0.05 se procedió a una prueba de *t* para comparación de medias del aporte de hojarasca, y a una prueba de rangos múltiples de Duncan ($p \leq 0.05$) para comparación de medias del aporte nutrimental de la hojarasca.

Para comparar el aporte anual de hojarasca y sus diferentes fracciones por las diferentes épocas del año se consideró un diseño de bloques completos al azar. Los bloques fueron las dos edades de las plantaciones (35 y 55 años), los tratamientos fueron las épocas del año (lluvia, seca y norte) y las repeticiones cada una de las tres plantaciones de cada edad. La prueba de comparación de medias consideró dos medias con datos apareados teniendo como variables independientes la edad de los SAF (35 y 55 años) y la época del año y como variables dependientes las diferentes fracciones de hojarasca (HC, HAS, Pe, TyR, FlC, FrC) y la HT.

Para comparar el aporte nutrimental de la hojarasca por edad de los SAF y por época del año se consideró un arreglo factorial de tratamientos y se realizaron contrastes ortogonales. Los factores fueron la edad de las plantaciones (35 y 55 años) y la época del año (norte, seca y lluvia), resultando 6 tratamientos; cada tratamiento tuvo tres repeticiones. Todos los análisis estadísticos se hicieron con el software SAS (SAS 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de hojarasca

Los SAF-cacao producen hojarasca durante todo el año. Lo anterior debido al constante crecimiento de los árboles de cacao y de sombra. El aporte de hojarasca por mes (datos no tabulados) fue estadísticamente diferente entre las plantaciones de 35 y 55 años ($t = 1.73$; $Pr \geq t = 0.09$). Con excepción de agosto, noviembre y diciembre, en todos los meses del año, la producción de hojarasca fue mayor en las plantaciones de 35 años que en las de 55 años. La diferencia en el aporte de hojarasca fue de 23.1% (2,042 vs 1,570 kg ha^{-1}).

Las diferencias en el aporte de hojarasca entre los SAF de 35 y 55 años fueron muy marcadas entre los meses de inicio y final del año. A principio de año el aporte de hojarasca fue más notable, y a finales de año tendió a regularizarse. Estas diferencias mensuales encontradas entre el aporte de hojarasca, podrían ser explicadas por variaciones climáticas ya que la producción de hojarasca está influenciada por precipitación, temperatura y humedad relativa (Vargas-Parra y Varela 2007) más que por la edad de la plantación.

Con excepción de la fracción HAS, todas las fracciones aportaron valores estadísticamente superiores en los SAF de 35 años. La fracción HC, con 944.7 kg ha^{-1} y 582.4 kg ha^{-1}, aportó el 46.3% y 37.1% de la hojarasca total en los SAF de 35 y 55 años, respectivamente. En la fracción FlC es más notoria la diferencia entre los aportes por edad del SAF, ya que el aporte de dicha fracción en las plantaciones de 35 años duplica en valor a las plantaciones de 55 años (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción anual de hojarasca total y fraccionada (MS kg ha^{-1}) en sistemas agroforestales de cacao de 35 y 55 años de edad en Cárdenas, Tabasco, México.

Edad (años)	Aporte anual de hojarasca total y fraccionada (MS, kg ha^{-1})						
	HC	HAS	PC	RyT	FlC	FrC	HT
35	944.769b	559.423a	98.948b	286.487b	6.982b	145.407b	2042.016b
55	582.392a	641.964a	57.921a	194.96a	3.038a	90.386a	1570.661a
Valor de t	1.11	-0.37	2.15	0.81	1.23	1.01	1.19
Pr ≥ t	0.3278	0.7281	0.0982	0.4911	0.3387	0.3700	0.2986

HC, Hoja de cacao. HAS, Hoja de árbol de sombra. Pe, Peciolos. RyT, Ramas y tallos. FlC, Flores de cacao. FrC, Frutos de cacao. HT, Hojarasca total. n=288

Hartemink (2005) cita que a mayor edad de la planta de cacao se presenta una mayor defoliación, pero esto contrasta con el registro de menor producción de hojarasca en los SAF-cacao de 55 años en comparación con lo registrado en los de 35 años. En estos últimos se presentaron los valores máximo y mínimo de producción de hojarasca en los meses de abril y diciembre, respectivamente. Esto puede atribuirse a las altas temperaturas a la que se someten las plantas y por los vientos fuertes (suradas) que se presentan en el estado durante la época seca que incluye abril. En el año de estudio la temperatura máxima media mensual fue de 33.5 °C y se registró en el mes de abril (SMN-CONAGUA 2016).

La producción de HT en ambos SAF alcanzó un nivel máximo y estadísticamente similar en la época de lluvia. En la época de norte los valores de HT también fueron estadísticamente iguales para ambas edades. En la época de seca la producción de HT fue estadísticamente superior en los SAF de 35 años. De igual manera y dependiendo de la época del año, las fracciones HC, Pe y FrC fueron estadísticamente superiores para los SAF-cacao de 35 años. Asimismo, independientemente de la edad de los SAF y de la época del año, las fracciones HAS, RyT, y FlC fueron estadísticamente iguales (Cuadro 2).

Para los SAF de 55 años, la máxima producción de hojarasca se registró en noviembre (plena época de nortes). Alonso (1987) reportó que el aporte de las HAS a la producción de hojarasca se acentuó de agosto a octubre. En nuestro caso, esta fracción representó el 40.8% de la HT y fue un 13% mayor a la misma fracción para los SAF de 35 años. La producción mínima de hojarasca se registró en mayo, lo cual coincide con la temporada de seca. Esto podría estar relacionado al estrés hídrico al que están sometidos los árboles durante la sequía típica de abril y mayo. Al respecto Hartemink (2005) reporta que los árboles de sombra en el SAF cacao se defolian bajo condiciones de sequía. En el año de estudio llovieron 2,811.9 mm de los cuales 37.1 correspondieron al mes de abril (SMN-CONAGUA 2016). El efecto del estrés hídrico estival en la caída de hojarasca, también fue señalado por Schlatter *et al*. (2006) para plantaciones de *Eucaliptus nitens*.

Cuadro 2. Efecto de la época del año en la producción de hojarasca total y fraccionada (MS kg ha^{-1}), en sistemas agroforestales de cacao de 35 y 55 años de edad en Cárdenas, Tabasco, México.

Época	Edad	HC	HAS	PC	RyT	FlC	FrC	HT
Lluvia	35	297.281b	227.753a	39.095a	154.378a	1.381a	76.801a	796.688a
	55	240.644a	276.828a	30.419a	84.13a	1.254a	39.527a	672.802a
Norte	35	144.048a	242.218a	29.129b	29.827a	1.166a	29.631a	476.019a
	55	139.902a	261.407a	13.131a	50.701a	1.059a	42.775a	508.975a
Seca	35	503.441b	89.452a	30.724b	102.282a	4.435a	38.975b	769.309b
	55	202.728a	103.729a	14.371a	60.129a	0.725a	8.084a	389.766a

HC, Hoja de cacao. HAS, Hoja de árbol de sombra. Pe, Peciolos. RyT, Ramas y tallos. FlC, Flores de cacao. FrC, Frutos de cacao. HT, Hojarasca total. Época de lluvia: junio a septiembre, Época de norte: octubre a enero, Época de seca: febrero a mayo. Medias con una letra común para edades y una misma época son estadísticamente iguales ($p < 0.05$). n= 168,168 y 264 para época de norte, seca y lluvia, respectivamente.

Beer (1988) deduce que aproximadamente el 50% de la hojarasca y del aporte de nutrimentos de la hojarasca en el SAF-cacao, proviene de los árboles de cacao. Esto coincide con el 46.3% y el 37.1% aportado solo por la fracción HC en relación a HT producida en los SAF-cacao de 35 y 55 años, respectivamente. Lo anterior fue más notable durante la época de seca. En esta época, la HC representó el 65.4% de la HT en plantaciones de 35 años y 52% en las de 55 años. La mayor producción de HT y de HC en la época seca puede estar relacionado con el estrés hídrico al que estuvieron sometidas las plantas como cita Artemink (2005) o a una mayor radiación dado que la vida promedio de las hojas de plantas de cacao a pleno sol es de 200 días menos que en plantas bajo sombra (Muller *et al*. 1993). Además, en el caso de las HAS, el 81 - 84% de los árboles en los SAF-cacao de 35 y 55 años son caducifolios. Estos árboles

tiran sus hojas en el otoño (octubre –diciembre, época de nortes), y por tanto, el aporte de HAS a la HT en la época de seca es escaso, 11.62% y 26.4% en SAF de 35 y 55 años, respectivamente.

Aporte nutrimental de la hojarasca

El ANAVA no indicó efecto de la edad de los SAF ni de la época del año en cuanto al aporte de N, K, Zn y S de la hojarasca. El efecto se observó para el P, Ca, Mg, Fe, Cu y Mn (Cuadro 3); es decir, el aporte de estos nutrimentos es diferente entre los SAF de 35 y 55 años o entre las tres épocas del año. Estás diferencias fueron corroboradas por los contrastes ortogonales (Cuadro 3) y la comparación de medias (Cuadro 4).

Los contrastes ortogonales indicaron diferencias entre los SAF de 35 y 55 años en cuanto al aporte de P, Ca y Fe. Estas diferencias se mantuvieron para la época de lluvia. Para la época de seca las diferencias solo se registraron para el P y Ca, y para la época de nortes ya solo para el P (Cuadro 4). En los SAF de 35 años el contraste entre época de lluvia vs época de seca no indicó diferencias estadísticas en cuanto al aporte de N, P, K, Ca y S. En los demás contrastes, se registraron diferencias para el P y Ca. En los SAF de 55 años el aporte de Ca, Zn y S fue el mismo a lo largo del año, i.e. no hubo diferencia entre épocas. Para el aporte de los demás micro nutrimentos, con excepción de los contrastes época de lluvias vs nortes en SAF de 35 años y época de seca vs época de nortes en SAF de 55 años, todos los contrastes indicaron diferencias significativas (Cuadro 3).

La comparación de medias indicó diferencias estadísticas a favor de los SAF de 35 años para el aporte de Ca y a favor de las plantaciones de 55 años para el aporte de P. En los demás nutrimentos el aporte fue estadísticamente igual. Al comparar el aporte por época y edad no se observaron diferencias estadísticas en cuanto al aporte de N y S; el aporte de P fue estadísticamente superior en la época de nortes en las plantaciones de 55 años comparado con el aporte de las otras épocas del mismo año y de las plantaciones de 35 años. El aporte de K fue estadísticamente superior en la época de nortes para los SAF de 35 años comparado con el aporte de las plantaciones de 55 años; en todas las demás épocas fue similar. El aporte de Ca fue estadísticamente superior en las épocas de lluvia y seca en los SAF de 35 años comparado con el aporte en la época de nortes en las SAF de la misma edad y con el aporte en las otras tres épocas en los sistemas de 55 años. Con relación al Mg, Fe, Cu, Zn y Mn, de manera general el aporte fue estadísticamente igual entre la época de lluvias en los SAF de 35 y 55 años y estadísticamente superior al aporte en la época de seca y nortes (Cuadro 4).

El proceso de descomposición de la hojarasca es un fenómeno que determina la disponibilidad de nutrimentos. La cantidad de nutrimentos que aporta la hojarasca al suelo es el producto entre su contenido y la biomasa respectiva (Schlatter *et al.,* 2006). Esto podría explicar las diferencias estadísticas en el aporte de P a favor de los SAF de 55 años y de Ca a favor de los sistemas de 35 años. El Ca fue el elemento cuantitativamente mayor seguido del K, el N, el P y el Mg en los SAF de las dos edades. Este orden es también reportado en plantaciones de *Eucaliptus nitens* en Chile (Schlatter *et al*. 2006), pero contrasta con el orden N > Ca > K > Mg > P reportado por Alpízar *et al*. (1986) para el SAF-cacao con laurel (*Cordia alliodora*) y con moté (*Erythrina poeppigiana*) manejados con poda. Ese orden también contrasta con el orden Ca > N > Mg > K > P reportado por Jaimez y Franco (1999) para el SAF-cacao con guanábana (*Annona muricata*) y aguacate (*Persea americana*). Lo anterior es lógico porque la composición nutrimental de la hojarasca depende de las especies arbóreas asociadas, y del manejo y edad de la plantación (Jaimez y Franco 1999, Hartemink 2005). En todos los casos, el alto contenido de Ca es importante ya que regula el pH y mejora el equilibrio entre los otros

nutrimentos. Junto con el Ca, el N es importante como fuente nutritiva para la fauna y flora heterótrofa del suelo. No obstante que estuvo en tercer lugar, el N mejora la calidad de la hojarasca y acelera el proceso de reciclaje de nutrimentos para mantener la fertilidad del suelo y la productividad del SAF cacao (Isaac *et al*. 2007).

En síntesis, el aporte nutrimental (kg $ha^{-1}$$año^{-1}$) de N-P-K-Ca-Mg de la hojarasca en los SAF-cacao de 35 años y 55 años fue 25-9-26-36-9 y 24-13-25-29-9, respectivamente. Este aporte satisface la extracción N-P-K-Ca-Mg si se considera un rendimiento de 321 kg ha^{-1} de cacao seco para la zona de estudio (Bautista-Mora 2016), así como la extracción 35-5-36-4-5 Kg ha^{-1} reportada por Berch *et al*. (2003) y la de 35-13-79-8-10 Kg ha^{-1} reportada por Snoeck y Jadin (1991), ambas para una cosecha de 1 t ha^{-1} de cacao seco.

Cuadro 3. Valores de probabilidad para contrastes ortogonales y análisis de varianza para macro y micro nutrimentos aportados por la hojarasca en sistemas agroforestales de cacao de 35 y 55 años de edad y durante las épocas de seca, lluvia y norte en Cárdenas, Tabasco, México.

Contraste y ANAVA	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	S
	Probabilidad									
Plantaciones de 35 vs plantaciones de 55 años	0.2570	<.0001	0.3418	0.0022	0.9599	0.0504	0.1419	0.1239	0.1395	0.2062
Epoca de lluvia entre años	0.9779	0.0002	0.1343	0.0032	0.9307	0.0363	0.2690	0.9084	0.3404	0.6517
Epoca de seca entre años	0.4606	<.0001	0.7496	0.0081	0.4394	0.7824	0.4706	0.1963	0.1280	0.1901
Epoca de norte entre años	0.2092	<.0001	0.6710	0.9078	0.4394	0.2815	0.0395	0.1927	0.9115	0.6517
Lluvia vs seca en plantaciones de 35 años	0.6205	0.5562	0.5431	0.3988	0.0021	<.0001	<.0001	0.0562	<.0001	0.1901
Lluvia vs norte en plantaciones de 35 años	0.2481	0.0080	0.4302	0.0357	0.2373	0.0047	0.0766	0.3568	0.0120	1.0000
Seca vs norte en plantaciones de 35 años	0.4937	0.0026	0.1748	0.0071	0.0206	<.0001	<.0001	0.2707	0.0005	0.1901
Lluvia vs seca en plantaciones de 55 años	0.7825	0.0244	0.2160	0.1953	0.0106	<.0001	<.0001	0.4055	<.0001	0.6517
Lluvia vs norte en plantaciones de 55 años	0.8901	0.0002	0.0703	0.1814	0.0743	0.0458	0.0094	0.7661	0.0601	1.0000
Seca vs norte en plantaciones de 55 años	0.8901	0.0185	0.5092	0.9631	0.3073	<.0001	0.0004	0.2661	<.0001	0.6517
ANAVA										
P	0.7036	<.0001	0.2825	0.0061	0.0100	<.0001	<.0001	0.2009	<.0001	0.4960

F	0.60	37.57	1.43	5.77	5.07	95.92	35.12	1.74	27.89	0.93
df	5, 12	5, 12	5, 12	5, 12	5, 12	5, 12	5, 12	5, 12	5, 12	5, 12

Cuadro 4. Comparación de medias de macro y micro nutrimentos aportados por la hojarasca en sistemas agroforestales de cacao de 35 y 55 años, por edad y época del año, en Cárdenas, Tabasco, México.

Edad de plantación	N	P	K	Ca	Mg
			(%)		
35 años	1.20 a	0.44 b	1.24 a	1.68 a	0.41 a
55 años	1.12 a	0.60 a	1.17 a	1.37 b	0.41 a
Época del año y edad					
Lluvia-35	1.14 a	0.43 d	1.23 ab	1.75 a	0.48 a
Seca-35	1.20 a	0.41 d	1.15 ab	1.88 a	0.33 c
Norte-35	1.28 a	0.50 c	1.33 a	1.42 b	0.43 ab
Lluvia-55	1.14 a	0.54 c	1.03 b	1.24 b	0.48 a
Seca-55	1.11 a	0.60 b	1.19 ab	1.43 b	0.36 bc
Norte-55	1.12 a	0.66 a	1.28 ab	1.44 b	0.40 abc

Edad de plantación	Fe	Cu	Zn	Mn	S
			mg kg^{-1}		
35 años	3910.9 a	15.09 a	37.20 a	97.08 a	2190.07 a
55 años	3481.1 a	14.36 a	42.29 a	90.67 a	2284.63 a
Época del año y edad					
Lluvia-35	6078.7 a	18.25 a	42.66 ab	122.07 a	2246.80 a
Seca-35	758.7 c	10.32 c	31.39 b	67.82 c	2076.60 a
Norte-35	4895.3 b	16.69 a	37.55 ab	101.34 b	2246.80 a
Lluvia-55	5272.0 b	17.32 a	43.29 ab	115.11 ab	2303.50 a
Seca-55	662.0 c	10.92 c	38.69 ab	56.35 c	2246.80 a
Norte-55	4509.3 b	14.83 b	44.91 a	100.54 b	2303.50 a

Medias con una letra común para edades y para época del año y edad son estadísticamente iguales (Duncan test, $p < 0.05$).

CONCLUSIONES

El SAF-cacao produce hojarasca todo el año. La producción de hojarasca en los SAF-cacao de 35 años de edad es mayor que en los SAF-cacao de 55 años. La fracción que más hojarasca aportó en los SAF de ambas edades fue la hoja de cacao. El contenido nutrimental de la hojarasca en el SAF-cacao satisface la extracción de nutrimentos por la cosecha de cacao considerando los bajos rendimientos de la región.

LITERATURA CITADA

Aikpokpodion P. E. 2010. Nutrient dynamics in cocoa soils, leaf and beans in Ondo State, Nigeria. J. Agri. Sci. 1(1): 1 – 9

Alonso R. V. 1987 Contribución de la hojarasca al ciclo de nutrimentos, dinámica nutrimental de las hojas y distribución radical del árbol de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis de Maestría Colegio de Posgraduados Campus Montecillo, Texcoco. Edo de México. 70 p.

Alpizar L., Fassbender H. W., Heuveldop J., Folíster H., and Enríquez G. 1986. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. I. Inventory of organic matter and nutrients. Agroforestry Systems 4, 175–189.

Bautista-Mora E.; Pérez-Flores J., Ruiz-Rosado O. y Valdés-Balero A. 2016. Uso de recursos forestales maderables y no maderables del sistema agroforestal cacao (*Theobroma cacao* L.). Agroproductividad 9(2): 50-55.

Beer J. 1988. Litter production and nutrient cycling in coffee (*Coffea arabica*) or cacao (*Theobroma cacao*) plantations with shade trees. Agroforestry Systems. 7, 103–114.

Bertsch H. F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica, 307 p.

Bradford M. A. 2002. Impactos de la composición de las comunidades de fauna del suelo en los ecosistemas de pastizales modelo. Science, 298: 615-617.

Córdova A. V., Sánchez H. M., Estrella C. N. G., Macías L. A., Sandoval C. E., Martínez S. T. y Ortiz G. C. F. 2001. Factores que afectan la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Ejido Francisco I. Madero del Plan Chontalpa, Tabasco, México. Universidad y Ciencia. 17 (34): 93-100.

Hervé B. B. D. and Vidal, S. 2008. Plant biodiversity and vegetation structure in traditional cocoa forest gardens in southern Cameroon under different. Biodiversity and Conservation 17 (8): 1821-1835.

Hartemink A. E. 2005. Nutrient stocks, nutrient cycling, and soil changes in cocoa ecosystems: a review. Advances in Agronomy 86: 227-253.

IMTA. 1988 Manual de clasificación, cartografía e interpretación de suelos con base en el sistema de taxonomía de suelos. IMTA-SARH. México. pp. 59-65.

Isaac M. E., Timmer V. R. and Quashie-Sam S. J. 2007. Shade tree effects in an 8-year-old cocoa agroforestry system: biomass and nutrient diagnosis of *Theobroma cacao* by vector analysis. Nutrient Cycling in Agroecosystems 78: 155-165. DOI: 10.1007/s10705-006-9081-3

Jaimez E. R. y Franco W. 1999 Producción de hojarasca, aporte en nutrimentos y descomposición en sistemas agroforestales de cacao y frutales. Centro de pesquisas do cacao, Ilhéus, Bahía, Brasil. Revista Agrotrópica 11(1): 1-8.

Muller M., Serrano M. P. and Biehl B. 1993. Photosynthetic characteristics during development of leaves of *Theobroma cacao* L. Acta Physiologiae Plantarum 85(3): 132-140.

Okuneye P. A., Aromolaran A. B., Adetunji M.T., Arowolo T.A., Adebayo A., and Ayinde I. A. 2003. Environmental impacts of cocoa and rubber cultivation in Nigeria. Outlook on Agriculture 32(1): 43-49.

Palma L. D. J., Cisneros D. J., Moreno C. E. y Rincón R. J. A. 2007. Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable. Colegio de Postgraduados-ISPROTAB-FUPROTAB. Villahermosa, Tabasco, México. 195 p.

SAS Institute, 2013. SAS/STAT User´s Guide, Version 9.3, SAS Institute, Cary, NC, USA.

Salgado G. S., Palma L. D., Lagunes E. L. Del C., Ortiz G. C. F. y Ascencio R. J. M. 2005. Bases para generar un programa sustentable de fertilización en un ingenio de Tabasco, México. Interciencia 30(7): 395-403.

Schlatter J., Gerding V. y Calderón S. 2006 Aporte de la hojarasca al ciclo biogeoquímico en plantaciones de *Eucalyptus nitens*. Chile, Revista Bosque 27(2): 115-125.

SMN-CONAGUA (Servicio Meteorológico Nacional - Comisión Nacional del Agua). 2016. Temperatura y precipitación a nivel nacional y por entidad federativa 2013. Disponible: smn.cna.gob.mx/es/climatología/temperaturas-y-lluvias/resúmenes-mensuales. Consultado: 02-12-15.

Snoeck J. and Jadin P. 1991. Cacao (*Theobroma cacao* L.). In. Turner BB. The International Fertilizer Industry Association. Paris France. pp. 520-521.

Vargas-Parra L. y Varela A. 2007. Producción de hojarasca de un bosque de niebla en la reserva natural la planada (Nariño, Colombia). Univ. Scient., 12: 35-49.

Villegas C. R. 2008 Descomposición de las hojas del cacao y de seis especies arbóreas, solas y en mezcla en Alto Beni, Bolivia. Tesis de maestría, CATIE. 82 p.

SUSTENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE FLORES, ZINACANTÁN, CHIAPAS, MÉXICO.

Hugo Josue Molina-Gómez[36]
Mercedes Aurelia Jiménez-Velázquez[1]
Ezequiel Arvizu Barrón[37]
Dora María de Jesús Sangerman Jarquín[38]

RESUMEN

Zinacantán municipio de Chiapas, México, es una población del grupo étnico Tsotsil, aún conserva la producción tradicional de cultivos básicos: maíz y frijol. En la búsqueda por mejorar la calidad de vida de las familias campesinas, el gobierno promueve la introducción de flores en invernadero. Actualmente, aumenta la superficie del cultivo comercial y se reduce la milpa. Esta transición, presenta efectos negativos al ambiente (suelo, agua y biodiversidad) por el manejo de producción y construcción de invernaderos; deforestan bosques para su instalación; uso de agroquímicos; provocan basura y genera altos costos de producción. Se analiza la sustentabilidad del sistema de producción de flores y su importancia para las familias campesinas. Metodología con enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo); técnicas de investigación social y aplicación de un cuestionario a productores de flores, usando el Marco para la Evaluación de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Análisis de Sustentabilidad (MESMIS). Resultados obtenidos, muestran que la producción en la floricultura no es sustentable por deterioro y contaminación del agua, suelo y bosque. Los campesinos, conocen los problemas ocasionados hacía los recursos naturales, pero son muy pocas actividades que realizan para su cuidado. La producción de flores es un sistema no sustentable, aunque importante para las familias campesinas porque obtienen ingresos económicos y generan empleos.

Palabras clave: Comunidad Tsotsil, agricultura moderna, agricultura tradicional, campesinos.

INTRODUCCIÓN

La población actual del municipio de Zinacantán mantiene una producción tradicional basada en cultivos básicos (maíz y frijol); así como otros productos asociados: calabaza “chilacayote” y la hierba mora. No obstante, la superficie destinada a producir cultivos básicos ha cambiado durante el paso de los años con la introducción de cultivos. Para ello, ocupan su mano de obra en diversas actividades, en algunos casos, abandonan su producción e incluso toman la decisión de utilizar esas superficies para producir cultivos comerciales. En este caso, se hace énfasis en la producción de flores que es una actividad que ha venido ocupando gran parte de sus superficies; de manera sustancial contribuye a crear empleos porque su ingreso es importante. Estas son las razones del interés de los zinacantecos por la actividad florícola.

[36]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México. Email: josu3mo@gmail.com

[37] Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Km. 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz.

[38] Campo Experimental Valle de México, Km. 13.5 Carretera los Reyes-Texcoco. 56250, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, México.

La producción que obtienen los floricultores es resultado de un cambio tecnológico inducido. Pues diversos organismos estatales, nacionales e internacionales que trabajaban en el Programa de Desarrollo Socioeconómico de los Altos de Chiapas (1973), promueven como una alternativa económica regional, la adopción del cultivo de ciertas variedades comerciales de flores de invernadero (Burguete, 2000: 181). El proyecto, inicia en la copropiedad de San Nicolás Buena Vista, instalando los primeros tres invernaderos con capacidad para 15 000 plantas. Debido a las condiciones climatológicas y éxito en el mercado de flores, la floricultura se consolida y el número de invernaderos crece en forma exponencial. Desde la introducción del programa (1973) asciende a 722 (1994); más de 60 invernaderos se establecieron por año. La superficie total alcanzó para esos mismos años 20.86 hectáreas, aunque esta cifra resulta limitada respecto a la superficie agrícola cultivada (Burguete, 2000: 182). Después de once años (2005) llegan a abarcar una superficie de 254 554 m^2 con el sistema de monocultivo (Díaz *et al.,* 1998; Martínez, 2013)

El comportamiento de la producción florícola ha presentado una tendencia creciente en los últimos años (2005-2016), con relación a los límites naturales de la microrregión que se establecían por la abundancia de fuentes de agua, actualmente llevan a reducir los afluentes de uso común. En otros parajes del municipio, se introducen invernaderos en condiciones naturales no favorables (terrenos con pendientes). Por el uso de mangueras, tuberías y tinacos para transportar el agua ocasiona la extensión florícola de nueve a 17 parajes en dos años. De acuerdo con aproximaciones realizadas sobre el terreno, significa el doble de parajes documentados por Díaz (1995). La demanda sobre el recurso hídrico se incrementa de forma incontrolable. Frente a este ritmo de crecimiento, la floricultura en Zinacantán comienza a representar un desafío, inminentemente afecta al medio ambiente.

En campo, se observa la construcción de invernaderos, requiere de superficies planas o medio inclinadas para su instalación. En estas áreas, no debe tener sombra alrededor del mismo para que el cultivo tenga horas luz, necesarias para mantener una buena producción. Por esta razón, la necesidad de obtener mayores ganancias, los productores llevan a cabo la tumba de árboles, ocasiona la deforestación afectando la biodiversidad. En la producción, hacen uso de agroquímicos, provocan la contaminación al suelo, agua y aire, aún si los envases que contienen estos productos no se almacenan en lugares adecuados. El problema de contaminación radica en que el plástico se abandona en medio del terreno, junto a los agentes biológicos externos se convierte en un contaminante (Espi, 2012).

La producción de flores es una actividad importante para la obtención de ingresos a través de su comercialización. Zinacantán, es la tercera localidad que inicia con la producción de flores, después de San Juan Chamula y San Nicolás Buena Vista; es el segundo, en adoptar este sistema de producción. Por esas causas, es importante conocer cambios ambientales, económicos y sociales, desconociendo si sus efectos son positivos o negativos.

No obstante, la diversidad de estudios, pocos autores han abordado los efectos de la producción de flores en invernadero con una perspectiva ambiental. Por eso, el trabajo tiene por objetivo: analizar la sustentabilidad del sistema de producción de flores y su importancia para las familias campesinas de Zinacantán, Chiapas. El propósito está orientado a conocer los efectos positivos-negativos y obstáculos-fortalezas de este sistema de producción, enfocando las dimensiones de sustentabilidad: ambiental, económico y social. Posteriormente, generar sugerencias que ayuden al sistema de producción a mantenerse estable en el tiempo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La cabecera municipal de Zinacantán, es la zona de estudio ubicada en la Región V Altos Tsotsil-Tseltal, Chiapas. Se localiza entre los paralelos 16° 46' latitud norte y 92° 43' longitud oeste, a una altitud de 2 140 msnm. El territorio municipal ocupa 0.27% superficie estatal con 199.61 km^2; uso de suelo destinado a la agricultura (16.64%), zona urbana (2.24%), bosque (71.37%) y pastizal inducido 9.75%. La cabecera, tiene una población de 3 876 habitantes, la mayoría hablantes de la lengua indígena Tsotsil y su organización comunitaria regida por usos y costumbres (INEGI, 2010).

La producción de flores es destinada a la comercialización resalta su importancia por sus beneficios en la generación de ingresos para las familias campesinas. Se tienen estudios, reportan a la floricultura como parte de la cultura zinacanteca desde épocas ancestrales por sus creencias religiosas (adorno de iglesias, panteones, bodas, bautizos y cumpleaños).

El trabajo de campo, se realiza durante los ciclos agrícolas: Invierno-Primavera-Verano (2015-2016) con productores de la cabecera municipal de Zinacantán. La selección del lugar, se justifica por el inicio y desarrollo de la floricultura (1973). La población de estudio son 500 personas, obtenida por la lista de agricultores de la comunidad que cooperan con una cuota asignada (agua y festividades) proporcionada por el Secretario de la Asamblea Comunal, cobro realizado por el Patronato de Agua de la Agencia Municipal. La muestra obtenida de forma aleatoria y probabilística (Infante y Zárate, 2005), sugirió aplicar 81 cuestionarios a productores de maíz y flores. La hipótesis planteada: el sistema de producción de flores en invernadero en la cabecera de Zinacantán, Chiapas, no es sustentable porque su manejo lleva al deterioro de los recursos naturales; y los productores no muestran interés en conservarlos por sus necesidades económicas.

La investigación se aborda con método mixto: cualitativo y cuantitativo (Hernández *et al.,* 2014). Las herramientas cualitativas son: método etnográfico para observar, conocer y describir distintos fenómenos sociales relevantes que ocurren en el entorno geográfico (Guber, 2001). La observación directa y participante se lleva a cabo al momento de realizar recorridos en la comunidad. En el cuantitativo, diseño de un cuestionario integrado por 76 preguntas, con una muestra de 81 agricultores.

También se aborda el enfoque de sustentabilidad y uso de recursos naturales en la producción de flores con base en el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad-MESMIS, considera los atributos: productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autogestión; y sus indicadores; permiten analizar la producción moderna para ayudar a mejorar los sistemas de manejo de recursos naturales, entender limitantes y posibilidades para la sustentabilidad de los sistemas (Torres *et al.,* 2004; Masera *et al.,* 2008). El análisis de datos con métodos estadísticos: descriptivos, distribución de frecuencias con el programa Statistic Package for Social Science (SPSS) versión 2015.

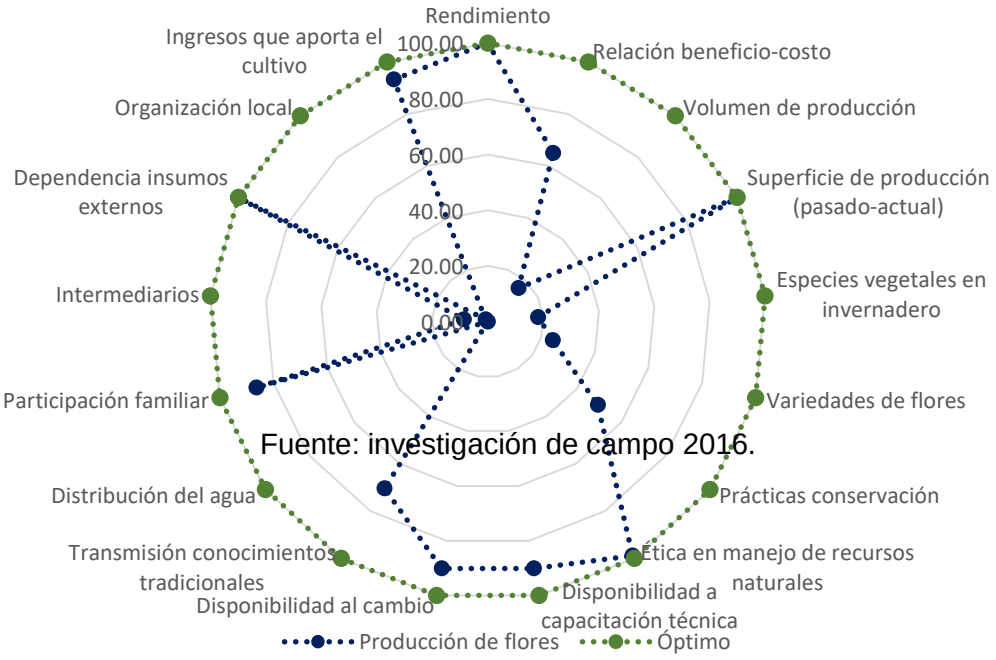
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Zinacantán mantiene una agricultura moderna con la producción de flores porque ha sido importante para su cultura ancestral, reflejo de sus tradiciones, usos y costumbres que representan los zinacantecos desde sus antepasados. Actualmente, mantiene el colorido cultural de este pueblo con sus adornos, principalmente en actos religiosos. La floricultura, constituye una

de las principales fuentes de ingreso para las familias campesinas tsotsiles, comienza a desarrollarse a partir de 1973 con apoyos del gobierno.

La adopción productiva de este cultivo, representa un éxito por la adaptación de distintas variedades a las condiciones edafoclimáticas, beneficios económicos y disponibilidad de recursos naturales para la producción. Sin embargo, los indicadores que se generaron a partir de los atributos (productividad; estabilidad, confiabilidad y resiliencia; adaptabilidad; equidad y autogestión) y criterios de diagnóstico para identificar debilidades y fortalezas del sistema de producción (floricultura) en Zinacantán, Chiapas. Los resultados obtenidos en la investigación se presentan de forma gráfica a continuación.

Figura 1. Sustentabilidad de la floricultura.



Fuente: investigación de campo 2016.

Productividad

Evalúa el rendimiento: los productores tienen una producción de 78 028 unidades (medidas en docenas, decenas y manojos) colectados en 422 invernaderos (100%), en su mayoría hacen uso de agroquímicos, representan una superficie en terrenos de 160 630 m^2 (16.063 ha^{-1}). El desarrollo y aumento de esta actividad promueve beneficios económicos que obtienen los productores, representa un cultivo que genera ingresos para sus familias.

Relación Beneficio/Costo: integrada con gastos promedio obtenidos en la producción de flores (800 m^2 por ciclo de cultivo (100 días)), son distribuidos en: jornales ($9 100.00) e insumos químicos ($1 550.60) utilizados a diario. No se contemplan materiales de los invernaderos (cubierta plástica, reglas y postes de madera, clavos, etc.) y equipos de riego (bomba y manguera) porque en su mayoría son gastos generados al iniciar la producción y renovación de materiales cuando están deteriorados (3-5 años).

Los costos en la producción de flores por ciclo ($10 650.60), integran el beneficio promedio (ingreso) obtenido en la misma superficie y ciclo de producción ($6 949.19).Se incrementan

costos de la mano de obra familiar (no es remunerada pero se considera importante para obtener el indicador).

Al comercializar la producción, la relación beneficio/costo reporta 0.65, indica que por cada peso invertido ganan 65 centavos (65%).

Volumen de producción: considera una máxima (11 017) y mínima (94) de unidades producidas por ciclo agrícola (100 días) para conocer la cantidad de producción promedio (1 804) en superficie de terreno con invernaderos: 1 983 m^2. Representa 16.37% respecto a la producción máxima.

Estabilidad, confiabilidad y resiliencia

Superficie de producción: toma como referencia el número de invernaderos que se instalaron en 21 años (1973-1994) en nueve localidades del municipio. Se calcula el promedio de invernaderos instalados por localidad en esos años (80.2=3.82 por año) para representar un porcentaje de instalación (100%) y comparar con la situación actual (408 invernaderos) con referencia al periodo de 1984 a 2016. Por eso, se tienen: 19.42 invernaderos instalados por año con 81 productores encuestados, representan más del 100% de las unidades instaladas.

Número de especies: resultados obtenidos al preguntar si siembran otros cultivos en asociación (sembradas o crecimiento natural), 97.5% mencionan que no porque no permiten un crecimiento y desarrollo adecuado a las flores. Al respecto, Gliessman (2002) señala que el monocultivo es la siembra de un solo cultivo, producción natural de la agricultura con un enfoque industrial.

Los productores entrevistados, resaltan que sí crecen plantas de manera natural para uso doméstico; 81.5% deja crecer las plantas para consumo y 18.5% responde no por las diversas actividades de “limpieza” de malezas; otros, porque están contaminadas con “mucho” químico y reconocen que no es bueno para la salud. La cantidad promedio de plantas en asociación con flores (3.62) representa 18.14% respecto al número total de especies (20=100%).

Cantidad de flores: el indicador se mide con variedades que se conservan en producción, tiene como número máximo: ocho (100%) diferentes flores adaptadas a las condiciones climáticas del lugar, el número de referencia para evaluar es el máximo de variedad de flores indicados por los entrevistados: mantienen solo una variedad (55.55%), dos (19.75%), tres (13.53%), cuatro (6.17%), seis (2.46%); siete y hasta ocho variedades en producción (1.23%). El promedio de plantas en invernaderos es de 1.93 (24.22%), en su mayoría, solo prefieren una variedad de flores, la más frecuente es el Aster morado o blanco “Cristal” (*Aster* L.) porque es el más económico.

Conservación de recursos naturales: los productores realizan ocho prácticas, reporta que al menos hacen una práctica: aplicación de abono natural (85%): gallinaza, estiércol de borrego y tierra de bosque. Respecto al agua, construyen ollas, localmente conocidas como “tanques” (80.24%); reforestar en sus terrenos (74.07%); dejan restos de cosecha en el terreno para su descomposición y plantar árboles alrededor de pozos y manantiales (54.32%).

En menor cantidad, uso de sistema de riego tecnificado (6.17%), establecen barreras vivas o muertas (7.4%), construcción de terrazas agrícolas (34. 56%). El promedio de encuestados que realiza prácticas de conservación de recursos, es bajo (49.53%), los estadísticos descriptivos de la evaluación (1.17) señalan muy poco, indica se deben realizar más prácticas del cuidado de recursos naturales para conservarlos en mejores condiciones y evitar problemas para futuras

generaciones. Por esas acciones, la agricultura moderna genera daños ambientales entre ellos, destaca la explotación de recursos naturales (Altieri, 1999; Gliessman, 2014).

Ética en manejo de recursos naturales: la opinión sobre daños que puede causar la producción de flores sobre los recursos naturales es importante para determinar la conciencia ambiental que existe en la comunidad. Los datos, muestran que la mayoría (98.76%) si cuida y conoce (ética) los efectos negativos hacía los recursos naturales (93.8%), no son suficientes, reportan ser pocos (2.88). Debido al cambio productivo, poca planeación, escasos servicios, escasez y contaminación de recursos naturales en suelo, agua y deforestación acelerada. También, los conocimientos científicos de la agricultura moderna en su mayoría están desvinculados de los aspectos sociales y culturales que se relacionan con la agricultura campesina, representan la expresión de un modelo social y cultural hegemónico, excluye a otros sistemas culturales transformando en una crisis ambiental que amenaza la existencia de las civilizaciones (Burguete, 2000; Gliessman, 2014).

Adaptabilidad

Disponibilidad a capacitación técnica: los productores aceptan la asistencia técnica para aprender nuevos trabajos en la producción de flores: 90.1% si los aceptan porque necesitan nuevas prácticas de manejo, uso de agroquímicos, manejo de plagas y enfermedades; no han recibido capacitación (91.4%); y algunos agricultores si la reciben porque contratan ingenieros, otros campesinos en la obtención de créditos les incluye ayuda profesional para la floricultura (8.6%). No aceptarían ningún apoyo técnico (9.9%) porque “solo llegan a utilizar información en su propio beneficio”.

Disponibilidad al cambio: el escaso conocimiento en manejo de plagas y enfermedades, podas (algunos casos) y prácticas agrícolas innovadoras induce a que los floricultores requieran del apoyo técnico y nuevos trabajos para mejorar condiciones de las flores. Por ello, 90.1% si aceptaría trabajar con diferentes prácticas para incrementar rendimientos y mejoras en el cultivo. La agricultura moderna con fines financieros, sintetiza su dinámica cognoscitiva en el concepto de mínimo esfuerzo e inversión y máxima ganancia de una mercancía; se utiliza no para los fines de subsistencia humana sino para el control económico y político (Martínez, 1995).

Transmisión de conocimientos: en campo se detectaron varias actividades en que usan mano de obra, los saberes son transmitidos a familiares y conocidos (70.4%), entre ellos: se extiende a hijos (56.8%), otras personas (49.3%) incluyendo: esposa, sobrinos, nueras, yernos, amigos, compañeros y trabajadores. En algunos casos, enseñan a sus hermanos (4.9%) y nietos (1.2%). Otros productores, no enseñan a nadie (29.6%) porque no tiene hijos, la esposa sabe trabajar o bien, no se dedica a la actividad y nadie les pide “ayuda” para producir flores. Es importante resaltar que en su mayoría, los conocimientos se transmiten del jefe de familia a los hijos, importante para mantener la producción en el tiempo. Por eso, destaca la enseñanza sobre la agricultura que es intergeneracional, se transmite de padres a hijos y abuelos a nietos (Massieu y Miranda, 2013).

Equidad

Distribución del agua: al tomar en cuenta la opinión de los entrevistados sobre la distribución y uso de diferentes fuentes de agua (manantiales: mucho; pozo: poco; y río: poco) disponibles en la comunidad para la actividad florícola. Se aprecia que el recurso hídrico más utilizado para el riego de flores es el proveniente de ojos de agua, se transporta hasta su terreno por medio de mangueras plásticas negras. Únicamente los pozos, se pueden encontrar en zonas bajas o al pie

de montañas (cerros) porque ahí se concentra toda el agua existente de manera subterránea. El uso de agua de río, se presenta en terrenos cercanos a este afluente. Al integrar los datos, se toman en cuenta cuatro fuentes de agua (100%); la sustentabilidad se presenta al considerar la tendencia del uso del recurso hídrico:

Uso de 3 fuentes de agua = 0%, tendencia no sustentable.
Uso de 2 fuentes de agua = 33.33%, tendencia sustentable.
Uso de 1 fuente de agua = 66.66%, tendencia sustentable
Uso de 0 fuentes de agua (se incluye la de lluvia) = 100%, es sustentable.

La floricultura tiene una sustentabilidad del recurso hídrico de cero porque utilizan cuatro diferentes fuentes de agua con una distribución desigual: los ojos de agua son comunales, se han adueñado de ellos grupos de productores, reduciendo de esta forma el uso común que debería de existir en el lugar. En la cabecera municipal, los agricultores que no producen flores enfatizan que la floricultura causa escasez y posible contaminación del agua. También, se adueñaron de los manantiales y comenzaron a captar el recurso directo de ojos de agua, su consecuencia es que los arroyos queden secos con poca corriente (Seidl *et al.,* 2011). Gliessman (2002), reporta que la agricultura con riego consume grandes cantidades de agua.

Participación familiar: trabajan con mano de obra familiar (44.4%) para reducir gastos en el pago de jornaleros; y utilizan tanto mano de obra familiar como jornaleros (42%) “porque el trabajo es pesado”. En algunos casos, solo contratan peones (8.6%). No recibe ayuda de nadie (4.9%), todas las labores las realiza el padre de familia; utilizan la mano de obra familiar y jornales (86.4%).

Intermediarios: reporta que no existe (91.4%) ningún tipo de intermediarios para comprar su producción porque los mismos agricultores la venden en los mercados locales (Zinacantán) y regionales (San Cristóbal de las Casas y Tuxtla Gutiérrez). Por otra parte, 8.6% indica tener un comprador de la misma localidad porque tiene entregas en diferentes estados y necesita más para mantener su mercado; mencionan que: “es bueno que nos compren nuestras flores porque así vendemos toda nuestra producción al precio del mercado y no perdemos nada”.

Autogestión

Insumos externos: son diferentes recursos que puedan influir en la dependencia del exterior: no han recibido ningún tipo de apoyo directo (97.5%) como incentivo a la producción. En contraste, 2.5% si ha recibido apoyos de créditos; programas gubernamentales para la floricultura: PROCAMPO (8.3%), 60 y + (3.7%); y el restante (4.9%) obtiene ingresos de negocios familiares (tienda de abarrotes o textileria). En cuanto al uso de agroquímicos, todos los entrevistados los utilizan desde la desinfección del suelo hasta la apertura de botones florales. Por la práctica en la agricultura moderna, se reduce el trabajo manual y aumenta el uso de insumos con base tecnológica. Asimismo, la eficiencia y productividad para obtener altos rendimientos se incluyen numerosos gastos como insumos no renovables como es el combustible fósil (Altieri, 1999; Gliessman, 2002).

Reportan los agricultores (50.6%) que requieren de mano de obra externa en la producción, cosecha y comercialización de flores.

Organización local: se evalúa considerando si existe organización para actividades de apoyos gubernamentales, créditos, comercializar flores, entre otros. Los productores reportaron que no

pertenecen a ninguna organización; y si existen (1.2%) grupos u organizaciones de productores para gestionar insumos (agroquímicos), construcción de invernaderos y comercialización de flores.
Ingresos que aporta el cultivo: la floricultura es la actividad más importante en la generación de ingresos (93.3%), únicamente al comparar la actividad tradicional de maíz en una superficie promedio de 3 005.16 m^2 (obtienen $1 686.88 anuales) con las flores en una superficie promedio de: 800 m^2 ($23 512.02 anuales), se perciben las diferencias monetarias. Por eso, mencionaron:

"con la producción de flores se obtienen hasta tres cosechas al año dependiendo de la flor, se gana más dinero, más si sacamos la cosecha en temporada alta o en días festivos; y con la producción de maíz solo una cosecha pero no se vende porque es alimento para la familia".

Situación similar a lo reportado por Seidl *et al.* (2011), comentario de los participantes en su investigación:

"con los invernaderos allí se producen cantidades, y a poco tiempo… en el invernadero pones y en tres meses ya estamos cosechando. Y hay más entrada de dinero. Por lo mismo, estamos cambiando a veces el maíz por flores".

CONCLUSIONES

La floricultura ha constituido la actividad que genera mayores ingresos para las familias campesinas debido al proceso de adaptación de las especies.

Al comparar la floricultura con el maíz (autoconsumo) es una actividad económica importante para las familias porque obtienen mayor producción en periodos cortos (tres ciclos anuales), aunque su superficie sea menor a la producción de maíz.

El sistema florícola, requiere mayor mano de obra asalariada (jornaleros) por las actividades de trabajo en su producción, aumenta costos porque requiere mayor recurso hídrico para su manejo: ojos de agua, pozos y ríos. Sin el agua, su producción sería ineficiente en comparación con el maíz que necesita el agua de lluvia para mantenerse y producir.

La producción de flores acapara la mayoría de las fuentes de agua existentes en la localidad, generan disputas entre habitantes por el abasto del recurso hídrico que es de uso común.

La producción de flores ambientalmente tiende a ser menos sustentable aunque importante en la dimensión económica y social.

LITERATURA CITADA

Altieri, M. A. 1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan-Comunidad. 4°. Montevideo, Uruguay. 338 p.

Burguete, A. 2000. Agua que nace y muere: sistemas normativos indígenas y disputas por el agua en Chamula y Zinacantán. Científica 2. México. 308 p.

Díaz, J. M. 1995. El desarrollo de la Floricultura en Zinacantán, Altos de Chiapas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Chapingo, México. faltan paginas

Díaz, J. M.; Ordoñez, C. E.; González, J. R. y Parra, M. 1998. La microrregión florícola de Zinacantán y las perspectivas de desarrollo rural regional. Geografía Agrícola. 26: 347-374.

Espi, E. 2012. Materiales para cubierta de invernaderos. En: Innovación en estructuras productivas y manejo de cultivos en agricultura protegida. López, J. C. y García, R. (coords.). Fundación Cajamar: Cuaderno de Estudios Agroalimentarios (CEA). Almería, España. 71-88 pp.

Gliessman, S. R. 2002. AGROECOLOGÍA. Procesos ecológicos en agricultura sostenible. LITOCAT. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 359 p.

Gliessman, S. R. 2014. Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems. CRC Press. 3th. Boca Raton, Florida. 408 p.

Guber, R. 2001. La etnografía. Método, campo y reflexividad. Grupo Editorial Norma. 1ª. Bogotá, Colombia. 146 p.

Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. 2014. Metodología de la investigación. McGRAW-HILL. 6ta. México. 600 p.

Infante, S. y Zarate, G. 2005. Métodos Estadísticos. Trillas. 8°. México. 11-16 pp.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Censo de población y vivienda: principales resultados del Censo de Población y Vivienda 2010: Chiapas. INEGI. México. 83 p.

Martínez, T. 1995. De la antropología del campesinado a la antropología del desarrollo. Nueva antropología. 48(XIV): 39-65.

Martínez, M. 2013. Universidades y desarrollo territorial: el caso de la experiencia florícola zinacanteca. Revista Congreso Universidad. 2(II): 1-11.

Masera, O.; Astier, M.; López-Ridaura, S.; Galván-Miyoshi, Y.; Ortiz-Ávila, T.; García-Barrios, L. E.; García-Barrios, R.; González, C. y Speelman, E. 2008. Sección I. La experiencia del marco MESMIS. El proyecto de evaluación de sustentabilidad MESMIS. En: Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. Astier, M.; Masera, O. R. y Galván-Miyoshi, Y. (coords.). 1ª. SEAE/CIGA/ECOSUR/CIEco/UNAM/GIRA/MUNDIPRENSA/Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, España. Valencia, España. 13-23 pp.

Massieu, Y. C. y Miranda, G. A. 2013. Sustentabilidad y desarrollo rural. Retos teóricos y experiencias comunitarias. In: Cambios y procesos emergentes en el desarrollo rural.; Quintana, R. S. D.; Rodríguez, C. y Couturier, P. (coords.). 1a. Universidad Autónoma Metropolitana. D.F., México. 135-176 pp.

Seidl, G. U.; Morales, H.; Arriola, L. A. y Evangelista, A. A. 2011. "Ya no hay árboles ni agua". Perspectiva de los cambios ambientales en comunidades de Zinacantán, Chiapas. Liminar. Estudios Sociales y Humanísticos. 1(IX): 98-119.

Torres, P.; Rodríguez, L. y Sánchez, O. 2004. Evaluación de la sustentabilidad del desarrollo regional. El marco de la agricultura. Región y Sociedad. 29(XVI): 109–144.

SOSTENIBILIDAD Y ADOPCIÓN TECNOLÓGICA EN PEQUEÑOS PRODUCTORES PECUARIOS DEL ALTIPLANO CENTRAL MEXICANO

Liliana Huitrón-Gutiérrez[39]
León Gildardo Velázquez-Beltrán[40]
William Gómez-Demetrio[41]
Guadalupe Constanza Méndez-Villalobos[42]

RESUMEN

En México la implementación de programas que transfieren tecnología e innovaciones a unidades de producción agropecuaria, ha tenido lugar durante los últimos años de manera constante, sin embargo se desconoce si sus propuestas contribuyen al desarrollo rural sustentable del país, como lo marca a partir del 2001 la Ley de Desarrollo Rural Sustentable. El presente trabajo trata de contribuir aportando información mediante una evaluación de sostenibilidad en unidades de producción campesinas intervenidas por un programa de desarrollo rural gubernamental. Se trabajó con indicadores de sostenibilidad del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), con el fin de medir la adopción tecnológica en los sistemas pecuarios de las unidades participantes del programa, en el Municipio de Ixtlahuaca, Estado de México. Midiendo indicadores relacionados con los atributos de sostenibilidad en 40 unidades campesinas. La evaluación mostró que los indicadores sociales en las unidades participantes mejoraron, los económicos y ambientales permanecieron sin cambios. El nivel de adopción tecnológica presentado en las unidades intervenidas por el programa en materia pecuaria fue bajo, debido a que dichas propuestas no son acordes a su contexto social, económico y ambiental.

PALABRAS CLAVE: adopción tecnológica, indicadores, programas, desarrollo rural.

INTRODUCCIÓN

En México existen 5.4 millones de unidades de las cuales el 70% presentan características económicas y sociales de pequeña escala. Estas pequeñas producciones son el principal objetivo de los programas gubernamentales enfocados al desarrollo rural debido a que son las que a nivel nacional presentan mayor rezago tecnológico, que obedece a la baja adopción tecnológica (Fadul *et al*., 2014). La mayoría de tecnologías propuestas por los programas de desarrollo rural no son acordes al contexto social, ambiental y económico del productor, debido a que son desarrolladas en contextos diferentes, bajo condiciones controladas y supervisadas. La adopción de tecnologías ajenas al ambiente local, modifica de manera positiva y negativa los sistemas que la adopta y por lo general se desconocen dichos cambios; este trabajo busca conocer el impacto que generan dentro de las unidades de producción, las innovaciones y transferencias tecnológicas propuestas por los programas de desarrollo rural y evaluar la sostenibilidad de los sistemas intervenidos, a través de indicadores de sostenibilidad (Galindo, 2001).

A partir de 2001 que se crea la ley de Desarrollo Rural sustentable (LDRS) se implementan programas gubernamentales encaminados a generar desarrollo rural sustentable en el campo mexicano (Cámara de Diputados, 2001, Yúnez, 2010). A catorce años de que el gobierno pusiera

[39] *Universidad Autónoma del Estado de México. lilianahuitrong@hotmail.com*
[40] Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAEMEX. leonvebel@yahoo.com.mx
[41] Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, UAEMEX. wgd83@hotmail.com
[42] Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAEMEX. gmendezvet@yahoo.com.mx

en marcha esta ley, los resultados presentados para generar sustentabilidad son escasos. (*Buendía et al., 2008).* El hecho que los programas gubernamentales apliquen políticas encaminadas al desarrollo rural sostenible no es garantía de que se están haciendo de forma adecuada, ni que se hayan alineado los programas a las propuestas concentradas en la LDRS *(*Casas et al., 2007; Chapela y Álvarez, 2007 y Mondéjar *et al, 2007).*

Se puede estar avanzando en sentido contrario a la sostenibilidad, si se proponen prácticas, tecnologías, estrategias socio-económicas y formas de manejo, no acordes al sistema productivo de los campesinos. Por esta razón se deben monitorear las prácticas propuestas y adoptadas en los sistemas. Evaluar la sostenibilidad permite apoyar las políticas y el diseño futuro de programas y planes de desarrollo rural, además de focalizar la población que mayores posibilidades de adopción de tecnología presenta, con el fin de promover la competitividad, productividad, sostenibilidad, equilibrio y optimización de recursos naturales de las poblaciones rurales (Bournaris et al., 2014).

Por lo que es importante que sean modificadas y adaptas al contexto productivo local, dicho proceso debe darse dentro las unidades por los propios productores. Es importante focalizar grupos o individuos con potencial para adaptar y modificar la tecnología a su contexto. Esto incrementa las posibilidades de éxito y de adopción tecnológica dada por los programas. En este trabajo se estudiaron a cuatro grupos de productores que participaron del Programa de Brigadas de Educación para el Desarrollo Rural (BEDR) de la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (DGETA), con el fin de determinar las características que deben poseer los productores para ser considerados como focales para recibir transferencias e innovaciones tecnológicas. Asi evaluar mediante indicadores la sostenibilidad de los sistemas que adopten tecnología.

MATERIALES Y MÉTODO

El trabajo se llevó a cabo en el Municipio de Ixtlahuaca, México, (ubicado en el centro del país), con unidades de producción que participaron en programas pecuarios de la Brigada de Educación para el Desarrollo Rural No. 92. Se tomó una muestra representativa de los productores inscritos durante los años 2009-2013. Registrando 11 grupos cada uno con 15 integrantes con un total de 165, en 40 unidades de producción. La unidades evaluadas se caracterizaron por: poseer de una a cinco hectáreas de tierra. Tener sistema agrícola y sistema pecuario. Producir para el consumo doméstico (distribuido en consumo humano y animal) y venta de excedentes, ser administrada por familia o parientes. Haber participado en el programa de Brigadas de Educación durante el periodo 2009-2013. Para recabar información se aplicaron herramientas de investigación participativa, entrevistas informales semi-estructuradas y observación participante.

La metodología aplicada en este trabajo es el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). Es una herramienta que mediante la obtención y el análisis de indicadores, permite calificar opciones, siendo punto de apoyo para hacer operativo el concepto de sostenibilidad en la búsqueda de un desarrollo social más equitativo y ambientalmente sano de las comunidades rurales. El método plantea seis etapas metodológicas para evaluar la sustentabilidad: definición del sistema a evaluar, determinación de los puntos críticos, selección, medición y monitoreo de los indicadores, presentación e integración de resultados, conclusiones y recomendaciones (Masera, *et al.,* 1999).

RESULTADOS

Con base a las Normas Técnicas de Competencia Laborar (NTCL) se determinaron las innovaciones y transferencias propuestas por el programa en materia pecuaria: Ganado en pastoreo (8) y Ganado en confinamiento (9), se registraron y verificaron en campo las adopciones y los resultados obtenidos fueron los siguientes (Cuadro No. 1):

De las quince tecnologías transferidas, las que presentan mayor índice de adopción por parte de los productores son: aplicación de medicamentos y biológicos, agrupación de animales y suministro de vitaminas. Es importante observar que estas prácticas ya se realizaban de manera incipiente y con el programa se consolido su realización.

Innovación y transferencia de tecnología

	CLAVE	INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	PREVIA AL PROGRAMA	POSTERIOR AL PROGRAMA	DIFERENCIA
GANADO EN PASTOREO	GP1	Establecimiento de praderas	23.8	23.8	0
	GP2	Rotación de praderas	46.7	46.7	0
	GP3	Tamaño del hato	0	8	8
	GP4	Vigilancia de salud del hato	0	0	0
	GP5	Aplicación de medicamentos	25	68	43
	GP6	Lotificación de hatos	24	72.5	48.5
	GP7	Selección de animales	29	50	21
	GP8	Aplicación de baños	0	0	0
GANADO EN CONFINAMIENTO	GC1	Agua limpia y alimento fresco en corrales	41.2	48.7	7.5
	GC2	Registro de consumo	8.7	8.7	0
	GC3	Elaboración de raciones	38	47.5	9.5
	GC4	Implementación de registros	21.8	26.2	4.4
	GC5	Limpieza de corrales y hato	57.5	68.7	6.2
	GC6	Manejo de animales enfermos	0	0	0
	GC7	Aplicación de medicamentos	23.1	68.8	45.7

Cuadro No. 1

En cuanto al establecimiento de praderas, rotación de ganado y vigilancia de salud en el ganado no presentan diferencia debido a que son prácticas que ya se realizaban desde antes de la implementación del programa. El baño del hato y el manejo de animales enfermos han sido prácticas que se realizan en muy baja proporción o que no se realizan, debido que no son prácticas realizadas en el entorno y a la escasez de agua. La ausencia de registros, reportes e inventarios, se debe al bajo nivel de escolaridad de los productores, además no los consideran relevantes, a su vez existe un registro y ubicación memorística de los animales.

En términos generales, la implementación de las propuestas al interior de las unidades fue notoria en un 12.9%, aunque ninguna de las prácticas fue adoptada en su totalidad y algunas de ellas requieren de asesoría técnica para su aplicación. La mayoría de las prácticas propuestas se adoptaron por arriba de los 46 puntos (Figura No. 1). La manera en que los productores implementan las adopciones no corresponde a los planteamientos técnicos recomendados y tienen lugar bajo premisas generales de acuerdo al nivel de entendimiento de los productores, los cuales la modifican según sus necesidades.

Gráfico de Adopción de propuestas tecnológicas

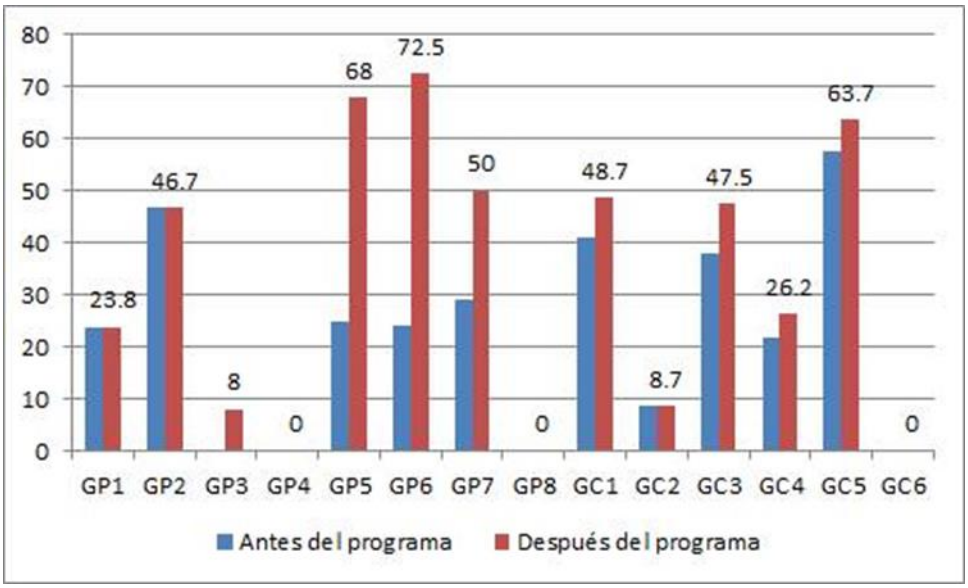


Figura No. 1

Las unidades fueron agrupadas de acuerdo a los resultados obtenidos de la prueba de clúster realizada con las principales variables socioeconómicas utilizadas, obteniéndose cuatro grupos. En cuanto a la evaluación de los atributos en las unidades de producción, se trabajó con cada uno de ellos de manera independiente en los cuatro grupos, para realizar la comparación al interior del grupo y encontrar la tendencia correspondiente por grupo con relación a la sustentabilidad.

Cada atributo fue evaluado (Cuadro No.2), tomando como base de dos a cuatro indicadores cuantitativos y cualitativos, buscando evaluar bajo generalidades de los sistemas.

Resultados de los grupos identificados por atributo de sustentabilidad.

Grupo	Productividad	Adaptabilidad	Equidad	Estabilidad y resiliencia	Autosuficiencia
G1	87	59	75	71	80
G2	69	55	65	74	69
G3	56	46	61	77	75
G4	53	41	67	51	65

Cuadro No. 2

El grupo 1 (G1) genera el mayor ingreso externo, $6500 mensuales, escolaridad secundaria incompleta, edad del jefe de familia entre 35 y 45 años, utilizan y adoptan en mayor medida las propuestas tecnológicas. Existe una mayor presencia de bovinos y cerdos con relación a los otros grupos. Cuentan con una superficie promedio de 11 ha, todos han participado en proyectos productivos de distintas fuentes.

El grupo 2 (G2) tiene el menor ingreso promedio ($2000 mensuales), con importante participación de integrantes de la unidad en la realización de actividades no agropecuarias al exterior. Presenta el mayor inventario de bovinos y sobresale la presencia de aves, para autoconsumo y

comercialización de huevo. El nivel de escolaridad es secundaria incompleta y edad del jefe de familia entre 38 y 56 años. Es el grupo que tiende a modificar y adaptar más la tecnología. Cuenta con una superficie promedio de 13 ha.

En cuanto al grupo 3 (G3), tiene un ingreso promedio de $2600 mensuales, con un integrante que realiza trabajo al exterior de la unidad. El nivel de escolaridad es el más bajo, con estudios de nivel primario incompletos y mayor edad del jefe de familia de 58 a 70 años. Predomina la presencia de bovinos y aves, con producción de leche y huevo para autoconsumo y venta local. La superficie promedio con la que cuentan es de 6.5 ha, y se caracterizan por pertenecer a comunidades indígenas, aplican conocimiento local en los procesos productivos, al tiempo que también realizan modificaciones y adaptaciones a la tecnología proporcionada. Reciben apoyos en especie.

Con relación al grupo 4 (G4), el ingreso promedio es de $2400, el nivel de escolaridad es secundaria la edad del jefe de familia se encuentra entre 40 y 45 años. Los animales que se encuentran en estas unidades son ovinos y aves como especies de traspatio, y no se llevó a cabo el proceso de transferencia de tecnología o bien ha sido muy bajo. La superficie con la que cuentan es de 1.8 ha en donde eventualmente se cultiva maíz para autoconsumo y aprovechamiento de todos los recursos disponibles de la parcela. Presentan mayor dependencia de los programas gubernamentales por el acceso a recursos que representan y que se han constituido como un ingreso periódico al que se han adaptado.

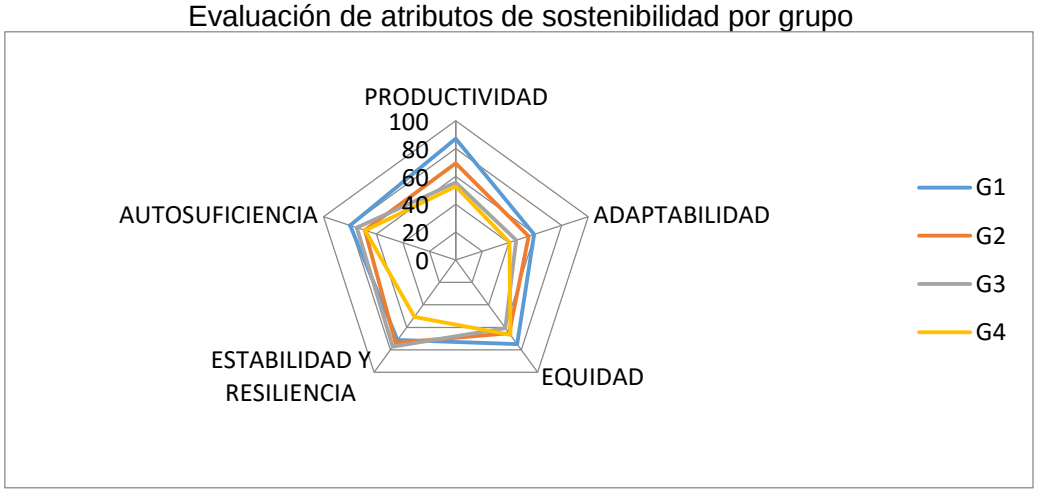


Figura No. 3.

En la Figura No. 3, se observa que los que tienen mayor productividad son el grupo 1, atribuible al mejor acceso a recursos monetarios para invertir en el sistema y adoptar tecnología. La variación de los ingresos para el grupo es atribuible a los productos y subproductos que obtienen de los animales con los que cuentan, en donde resulta determinante la producción de carne ya que presentan mayores ingresos para la unidad.

Los resultados indican que las unidades que presentan menores niveles de adaptabilidad son las que cuentan con mayor conocimiento tradicional, y menor dependencia de programas de desarrollo social.

La distribución del trabajo tiene lugar de acuerdo con la edad y sexo de los integrantes, no obstante la asignación de las mismas obedece a la presencia de mano de obra en el momento

que se requiera, más allá de una asignación específica, en términos de una optimización del manejo de recursos, por lo que en las unidades con mayor presencia de animales, la distribución del trabajo no corresponde a un reparto equitativo, sino a la necesidad de llevar a cabo las actividades requeridas, en donde se cuenta con la participación de todos los integrantes de la unidad en la toma de decisiones.

La resilencia es un atributo que en las unidades en estudio se asocia con el nivel de conocimiento tradicional empleado en el sistema productivo, en donde a mayor aplicación del conocimiento local, mayor tendencia a ser más resilientes, y en asociación con una mayor biodiversidad tanto vegetal como animal, se incrementa su capacidad de mantenerse estables, es decir, se mantiene en un equilibrio dinámico estable, en donde el sistema no presenta niveles decrecientes a lo largo del tiempo, manteniéndose constante (Masera *et al.*, 1999 y Astier *et al.*, 2011

En autosuficiencia se encuentra que las unidades en general dependen en menor medida de los aportes monetarios y/o en especie de los programas gubernamentales, lo que los hace independientes económicos. Lo anterior obedece a que la mayor parte de recursos alimenticios se obtienen de manera local o bien se producen en la misma unidad, con lo que garantizan el acceso a alimentos que les permitan mantener su reproducción social al tiempo que reducen su dependencia del exterior

CONCLUSIONES

En términos de sostenibilidad, los sistemas evaluados presentan una tendencia favorable, misma que se refleja en el tiempo que se han mantenido brindando condiciones de vida favorables a sus integrantes, manteniendo sus tres esferas equilibradas. Al comparar los sistemas entre sí los resultados no presentan puntajes muy alejados unos de otros, esta diferencia estrecha se debe a que son sistemas similares que comparten características locales comunes.

Adoptar tecnología ajena al contexto social, económico y ambiental, pone en riesgo el equilibrio del sistema debido a que algunas propuesta tecnológicas y de innovaciones tienen mayor tendencia hacia la productividad principalmente a través del desgaste de recursos ambientales.

Presentan un bajo nivel de adopción tecnológica a las propuestas dadas por el programa. La mayoría fueron modificadas o alteradas por el productor resultando en bajo impacto al interior de las unidades ya que sus efectos no tienen consecuencias o cambios bruscos. Con base en los resultados el grupo considerado como focal para transferencia tecnológica por parte del programa es el G2, el grupo G3 es la segunda opción, pero la tecnología debe ser de bajo costo y uso sencillo, el G1 ya adquiere la tecnología sin necesidad de un programa y el G4 no es factible de trasferencia ya que las posibilidades de éxito son bajas.

Agradecemos a la Universidad Autónoma del Estado de México y a CONACYT por su apoyo para la realización de este proyecto.

LITERATURA CITADA

Bournaris, T., Moulogianni, C. and B. Manos. 2014. A multicriteria model for the assessment of rural development plans in Greece. Land Use Policy 38:1-8
Cámara de Diputados, LVII Legislatura. 2001, Ley de Desarrollo Rural. México
Casas, C. R.; Martínez, S. T.; González, C. F. V.; y E. M. García. 2007. Limitaciones y perspectivas del Desarrollo Rural sustentable en México. No. 49:, p. 67-100.

Chapela G. y Álvarez L. G.M. 2007. Armonización de programas para el desarrollo rural y manejo sustentable de las tierras. Estudios e Investigaciones del Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, CEDRSSA, Cámara de Diputados, LX Legislatura, Congreso de la Unión, México.

Fadul P. L., Alfonso, A. R. Espinoza, O. A. Sánchez, V. E. y C. Arriaga. 2014. Sustentabilidad dela producción de leche en pequeña escala y su contribución al Desarrollo Rural en Contribución de la producción animal en pequeña escala al desarrollo rural. Arriaga J y Anaya. Ed. Reverte. UAEM.

Galindo G. G. 2001. Uso de innovaciones en el grupo de ganaderos para la validación y transferencia de tecnología “Joachin”, Veracruz, México. Terra 19 (4): 385-392.

Leos, R. J., Serrano, A., Salas, M. J., Ramírez, P. P. y M. Sagarnaga. 2013. Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo. 5(2):213-230.

Luna M. N., Jaramillo, J.I., Ramírez, J., Escobedo, S., Bustamante, A. y G. Campos. 2013. Tipología de unidades de producción de nuez de castilla en sistema de producción tradicional. Agricultura, Sociedad y Desarrollo. 10: 283-303.

Masera, O., Astier, M., Lopez-Riadura S. 1999. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco MESMIS. GIRA-UNAM

Mondéjar, J. J.; Mondéjar, J. A., Monsalve, F. y M. Vargas. 2007. Una propuesta de evaluación del impacto de los programas de desarrollo rural LEADER y PRODER Ager. Revista de estudios sobre despoblación y desarrollo rural. (6):161-180.

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de C. Haan. 2006. Livestock's long shadow: environmental issues and options. FAO, Rome, Italy

Yúnez, A. 2010. Las políticas públicas dirigidas al sector rural: el carácter de las reformas para el cambio estructura en Economía rural. Antonio Yúnez, coord.. 1a. ed. -- México, D.F. El Colegio de México, 196 p.

SISTEMAS AGRÍCOLAS TRADICIONALES RESILIENTES AL CAMBIO CLIMÁTICO EN OZUMBA, MÉXICO

Ameyali Hernández-Hernández[43]
María Joaquina Sánchez-Carrasco[44]
Felipe Reyes-Fuentes[45]

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló en Ozumba con el objetivo de analizar la resiliencia de los sistemas agrícolas tradicionales e identificar los atributos que permiten su adaptabilidad al cambio climático. Metodológicamente, se retomaron los fundamentos de los métodos cualitativo y cuantitativo para analizar de forma más eficiente la compleja dinámica de los sistemas agrícolas tradicionales. Los resultados indican que la agricultura tradicional de Ozumba está constituida por sistemas de uso de la tierra que han sido desarrollados localmente durante largos años por los campesinos. Las unidades de producción tradicional está configuradas en sistemas agroecológicos con técnicas agroforestales, de tal manera que se genera una compleja interacción horizontal y vertical de árboles, arbustos, herbáceas y plantas trepadoras de las cuales el campesino obtiene: alimentos básicos, árboles frutales, plantas medicinales, plantas aromáticas, cereales, forrajes, ganado menor y aves. Se concluye que la agricultura tradicional de Ozumba ha respondido a las condiciones cambiantes del clima ya que sus agroecosistemas, al configurarse a través de innovaciones campesinas en las que se aplican técnicas agroecológicas y agroforestales, representan una estrategia compleja del manejo de la agrobiodiversidad; esto se traduce en un mecanismo de adaptación que incrementa su capacidad de resiliencia socioecológica ante las situaciones climáticas adversas.

PALABRAS CLAVE: Agricultura campesina, agroecología, adaptabilidad socioambiental.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático se define como toda modificación significativa en el sistema climático del planeta, que permanece por décadas o más tiempo. Se considera que el cambio climático puede generarse por causas naturales, o como resultado de actividades humanas.

De acuerdo con The Intergovernmental Panel on Climate Change (2007), hay evidencias concluyentes de que el actual cambio climático es causado principalmente por las actividades humanas, debido al aumento de gases de efecto invernadero por la quema de combustibles fósiles y la deforestación. El calentamiento global es la manifestación más evidente del cambio climático, y se refiere al incremento promedio de las temperaturas terrestres y marinas a nivel global. En las tres últimas décadas, la superficie de la Tierra se ha vuelto cada vez más cálida, y se han superado los registros de cualquier época precedente a 1850 (IPCC, 2014).

La agricultura es una de las actividades humanas con mayor vulnerabilidad al cambio climático. Como lo indica The International Union for Conservation of Nature y World Business Council for Sustainable Development (2008), el énfasis e importancia actual de la agricultura frente al cambio climático se sustenta en que ésta se vincula a la cantidad y calidad de los recursos naturales y a las variaciones en la temperatura, precipitación, vientos y a la disponibilidad de agua para el

[43] Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: ameyalihdez@yahoo.com.mx
[44] Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: joaquimar08@yahoo.com.mx
[45] Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: ololiuhqui@hotmail.com

crecimiento y reproducción de cultivos. El desempeño de los agroecosistemas depende directamente de los efectos positivos o negativos del clima. Ante este escenario, es imperativo el estudio de las causas y la distribución de los impactos del cambio climático en los sistemas agro-productivos a partir de considerar la compleja interacción de los factores ambientales, sociales, económicos y políticos involucrados en cada región o área geográfica (Torres Lima et al., 2011).

Asimismo, es fundamental un mayor desarrollo de metodologías, indicadores y estudios que tomen en cuenta las perspectivas y estrategias de adaptación de la agricultura con base en la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y las comunidades rurales de las cuales depende. Es decir, resulta trascendental generar estrategias de adaptación y mitigación de la agricultura frente al cambio climático, esto a escala planetaria, considerando las condiciones socioambientales locales de las diferentes regiones de cada país, donde los saberes tradicionales de la sociedad campesina, cumplen una papel clave ante esta problemática socioambiental.

En este sentido, existen territorios agrícolas que han logrado amortiguar este cúmulo de situaciones adversas que representa el cambio climático, ya que ponen en práctica técnicas de producción agrícolas tradicionales que se caracterizan por su habilidad de hacer frente a los riesgos socioambientales de largo aliento. Es así como, en la agricultura tradicional los actores rurales han configurado procesos y estrategias de resistencia y adaptación a los nuevos desafíos sociales, económicos y ambientales.

La agricultura tradicional está construida por sistemas de uso de la tierra que han sido desarrollados localmente durante largos años de experiencia acumulada por la sociedad campesina (Remmers, 1993). En este contexto, el arraigo de la cultura campesina y la interacción entre ambiente-agricultores sin acceso a grandes insumos externos, capital o conocimiento científico cumplen un papel fundamental en la configuración de la agricultura tradicional.

De esta manera, el conocimiento empírico ha guiado a los agricultores en el desarrollo de agroecosistemas sustentables, manejados con recursos locales, con energía humana y animal (Altieri y Anderson, 1986). La mayoría de los agroecosistemas tradicionales están basados en una diversidad de cultivos asociados en el tiempo y en el espacio, permitiendo a los agricultores maximizar la seguridad de cosecha aún a niveles bajos de tecnología (Chang, 1977; Clawson, 1985). Es importante indicar que estas mezclas simbióticas de cultivos han sido desarrollas como estrategias agrícolas que no sólo satisfagan las necesidades específicas de grupos campesinos, sino que también sean más sensibles a las complejidades de los procesos agroecólogicos y socioeconómicos actuales.

La agricultura tradicional se dinamiza en sistemas de pequeña escala que son sustentablemente productivos, biológicamente regenerativos y eficientes energéticamente, y también tienden al mejoramiento de la equidad, participación y a ser socialmente justos (Toledo, 1995). Además de la diversidad de cultivos, los campesinos usan un conjunto de prácticas que ocasionan mínima degradación de suelos. Estas incluyen el uso de terrazas y callejones de arbustos en contorno, labranza mínima, y ciclos largos de barbecho.

Debido a los rasgos antes descritos de la agricultura tradicional, se considera que ésta además genera escenarios óptimos para evaluar propiedades de resiliencia ante el cambio climático.

Desde la perspectiva de la agricultura sustentable, la resiliencia es uno de los atributos sistémicos que deben tener los agroecosistemas que se rigen con este paradigma. En este sentido, la resiliencia se define como la capacidad del sistema de retornar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves (Masera *et al.,* 2000).

Aunado a lo anterior, el presente proyecto de investigación tiene como objetivo el análisis de la resiliencia de los sistemas tradicionales de producción agrícola de Ozumba, México para identificar los atributos que permiten su adaptabilidad al cambio climático.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el municipio de Ozumba, Estado de México, éste se ubica entre los paralelos 18° 57' y 19° 05' de latitud norte y los meridianos 98° 46' y 98° 51' sobre el Eje Volcánico Transversal Mexicano, a una altitud promedio de 2350 m (INEGI, 2009). El tipo de vegetación natural es bosque de coníferas y encinos (bosque mixto). El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano y un porcentaje bajo de lluvias en otoño e invierno, con una temperatura media anual que oscila entre los 12 y 18°C y una precipitación promedio anual de 885mm. Los suelos son de origen volcánico, aptos para la producción agrícola.

En Ozumba se practica la agricultura tradicional cuyos productos se destinan al autoconsumo y a la comercialización. Este tipo de agricultura se ha mantenido en el tiempo y el espacio desde la época precolombina y ha logrado hacer frente a situaciones socioambientales adversas, como el cambio climático. En este contexto, el concepto teórico metodológico que permite analizar de forma más eficiente la compleja dinámica de resistencia y adaptabilidad de estos sistemas tradicionales de producción agrícola, es la *resiliencia.*

El término "resiliencia" se deriva del latín *resilio, resilire*, *resiliens, entis,* que significa "saltar hacia atrás, saltar hacia arriba, rebotar", y en su acepción general se le describe como elasticidad. La definición del término proviene del campo de la física, refiriéndose a la capacidad de un material de recobrar su forma original después de haber estado sometido a altas presiones (Chamochumbi, 2005). La resiliencia permite explicar el grado de respuesta y capacidad de adaptación de los distintos grupos humanos a las condiciones adversas y variadas que le ha tocado enfrentar.

En este contexto, los procedimientos metodológicos cualitativos de la presente investigación permiten el entendimiento, la comprensión e interpretación la realidad social y su capacidad de resiliencia, para este fin, en la fase de trabajo de campo realizaron entrevistas semiestructuradas con personas clave y recorridos de campo para escudriñar las estrategias campesinas que posibilitaron la construcción de los sistemas tradicionales de producción agrícola en Ozumba. Así también se recopiló la información que permitió realizar el análisis estructural del agroecosistema, considerando los componentes que integran los estratos arbóreos, arbustivos, herbáceos, así como su trascendencia y funcionalidad en las esferas ecológicas, culturales y económicas.

Para la interpretación del clima en Ozumba, Estado de México, se realizó con base a los datos que presenta el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) en su portal de internet, así como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Sistema de Información sobre el Cambio Climático (SICC) que forma parte del Subsistema Nacional de Información Geográfica y del Medio Ambiente en México. Para complementar la información, se obtuvieron datos de la estación meteorológica 15252 Atlautla-E9, que es la más cercana a Ozumba. Una vez recabados los datos necesarios, se procesaron con la herramienta Excel para elaborar los diferentes gráficos de la precipitación y la temperatura de Ozumba, Estado de México y se procedió al análisis y la interpretación de la información.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cambio climático en México y en Ozumba

Con base a los datos que presenta el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) en su portal de internet, así como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Sistema de Información sobre el Cambio Climático (SICC) que forma parte del Subsistema Nacional de Información Geográfica y del Medio Ambiente en México, en el contexto nacional, de acuerdo con los estudios más recientes elaborados para México, se pueden observar los siguientes cambios en el clima:

El país se ha vuelto más cálido desde la década de 1960.
Las temperaturas promedio a nivel nacional aumentaron 0.85ºC y las temperaturas invernales 1.3ºC.
Se ha reducido la cantidad de días más frescos desde los años sesenta del siglo pasado y hay más noches cálidas.
La precipitación ha disminuido en la porción sureste desde hace medio siglo.

Se han construido modelos matemáticos que permiten generar distintos escenarios de los impactos que se pueden presentar para el año 2099. Los diversos modelos coinciden que la temperatura en México aumentará 4ºC en la zona fronteriza con Estados Unidos de América, y se estima que el resto del país aumentará entre 2.5 y 3.5ºC. En cuanto a la precipitación, los diferentes modelos difieren en sus proyecciones, aunque, en promedio para el país, se estima que éstas disminuirán hasta un 10% en la mayoría del territorio nacional, aunque habrá regiones en que esa disminución podría ser mayor.

En el contexto local, el municipio de Ozumba, en los últimos 30 años, en promedio la temperatura se ha incrementado 0.3°C por década (Figura 1). En relación a la precipitación, en los últimos 15 años, ésta presenta picos de variabilidad (Figura 2). Así también, se proyecta que para el año 2099, la temperatura habrá sufrido un incremento de 3°C y la precipitación disminuirá un 10% (Figuras 3 y 4). Actualmente la precipitación promedio de Ozumba es de 885 mm y la temperatura media anual de 15°C. Es importante indicar que el riesgo de sequía en esta cuenca se proyecta como “alta”.

En relación con el cambio climático en Ozumba, el incremento de la temperatura, la variabilidad de la estacionalidad de la precipitación con lluvias torrenciales en periodos de tiempo cortos y con sequías más pronunciadas, se afectará directamente la agricultura de temporal que es practicada en la mayor parte del municipio por la mayoría de la sociedad campesina.

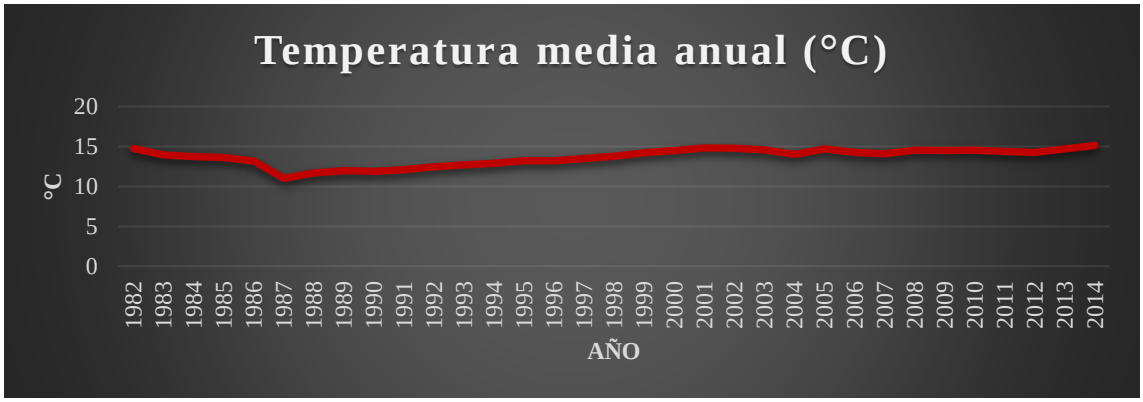


Figura 1. Temperatura media anual de Ozumba, Estado de México (del año 1982 al 2014). Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2014) y el Sistema de Información sobre el Cambio Climático (2016).

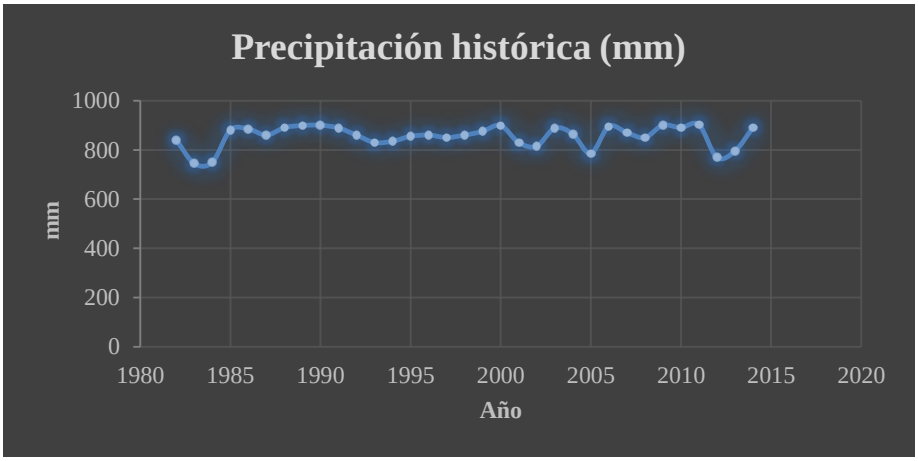


Figura 2. Precipitación de Ozumba, Estado de México (del año 1982 al 2014). Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2014) y el Sistema de Información sobre el Cambio Climático (2016).

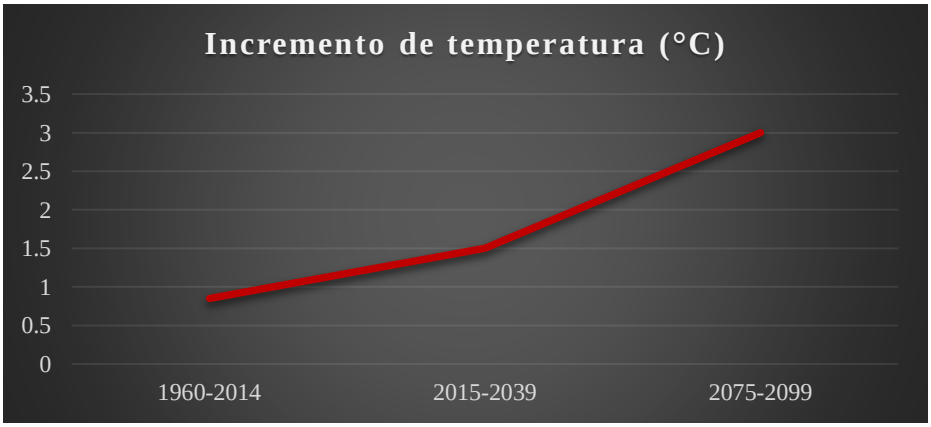


Figura 3. Proyección del incremento de la temperatura en el municipio de Ozumba en el siglo XXI. Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2014) y el Sistema de Información sobre el Cambio Climático (2016).

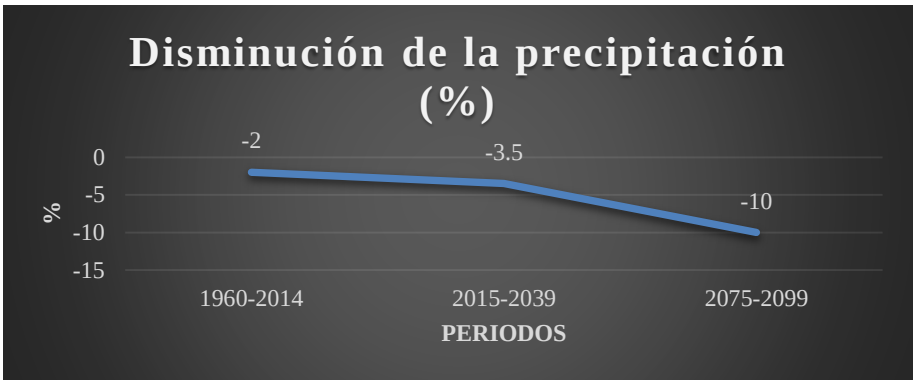


Figura 4. Proyección de la precipitación en el Ozumba, Estado de México en el siglo XXI. Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2014) y el Sistema de Información sobre el Cambio Climático (2016).

El impacto del cambio climático en la economía de Ozumba

En Ozumba, las principales actividades económicas son la agricultura-ganadería así como la comercialización de productos agrícolas alimenticios y plantas medicinales, así como algunos productos manufacturados. En este contexto, el 30% de la población económicamente activa se ocupa del sector primario y el 60% al sector terciario, es importante indicar que la base de éste último, es el sector agropecuario.

En este contexto, el componente que le da vida al sector terciario de Ozumba, es el tianguis que se desarrolla los días martes en el corazón de la zona habitada (Figura 5). El origen de este mercado[46] se remonta a más de 500 años, el cual se ubica estratégicamente en el corredor que va de Tlalmanalco-Amecameca hacia el estado de Morelos; esto propicia la concentración de personas, productos, gastronomía, formas de ser y apropiaciones culturales tanto de clima templado como del cálido. De acuerdo con datos de Linares y Bye (2011), se estima que asisten de manera constante, comerciantes de seis estados de la República Mexicana y se comercializan más de 2,000 productos agrícolas y de manufactura tradicional.



Figura 5. Paisaje del tianguis de Ozumba, México.

[46] Tiánquez, hoy denominado tianguis o mercado. Fray Bernardino de Sahagún en su obra "Historia General de las Cosas de la Nueva España" describe el ordenamiento de los *tiánquez: "El señor tenía cuidado del tiánquez y de todas las cosas que en él se vendían…ordenavan, ponían por orden todas las cosas que se vendían, cada cosa en su lugar...Estavan en una parte del tiánquez los que vendían oro y plata, y piedras preciosas y plumas ricas. En otra parte se ordenaban los que vendían cacao y especias aromáticas. En otra los que vendían mantas grandes, blancas o labradas. En otra los que vendían de comer, los que vendían sal y conejos, liebres, carne de venado, aves…"*

De la población ocupada en el sector agrícola, el 90% se dedica a cultivar maíz, tomate, jitomate, frijol, pepino, calabaza, frutas, plantas ornamentales, medicinales y aromáticas; es necesario mencionar que esta agricultura depende de la época de lluvias (agricultura de temporal). Cabe destacar que, de manera general, en Ozumba, la actividad económica tiene como sustrato al sector agropecuario y éste depende de factores y elementos naturales como la precipitación, la temperatura, el suelo, el bosque, la recarga de los mantos acuíferos, entre otros.

Sin embargo, en las últimas décadas, se percibe por parte de la población, una modificación en el régimen de lluvias y se presentan sequías con mayor duración; esto se confirma en los datos del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2014), que revelan el incremento de la temperatura, la variabilidad de la estacionalidad de la precipitación con lluvias torrenciales en periodos de tiempo cortos y con sequías más pronunciadas que están afectando directamente la disponibilidad de agua potable y a la agricultura de temporal que es practicada por la sociedad campesina en la mayor parte del municipio.

Con base a la evaluación del clima en Ozumba, se aprecia la agricultura de temporal está amenazada por el cambio climático, ya que se evidencia un aumento de la temperatura de 0.85°C, una modificación del régimen de lluvias con aparición de lluvias torrenciales en periodos cortos, presencia de granizadas intensas, heladas tempranas y sequías más prolongadas que generan que los cultivos entren en estado de estrés hídrico en las primeras etapas fenológicas e incluso, en algunos casos, hasta alcanzar el grado de marchitez permanente. Así también, ha habido años con exceso de lluvias a lo largo del ciclo agrícola que ha traído como efecto negativo, la presencia de enfermedades fúngicas; esto se traduce en impactos biofísicos potenciales del cambio climático en la región.

En general, las modificaciones en los valores de los elementos climáticos como efecto del cambio climático, han generado una disminución en la productividad los sistemas agrícolas que aplican técnicas de monocultivos (Figura 6), lo que ha generado una problemática socioeconómica de reacción en cadena, pues al haber pérdidas en las cosechas de los alimentos básicos, se vulnera la seguridad alimentaria, disminuyen los ingresos económicos de la sociedad campesina y de los comerciantes de productos agropecuarios, se reduce la generación de empleos, por mencionar los impactos socioeconómicos potenciales identificados. Sin embargo, los sistemas de producción agrícola tradicionales, han logrado amortiguar los efectos adversos del cambio climático ya que son sistemas diversificados y complejos.



Figura 6. Monocultivo de trigo en Ozumba, México.

Los sistemas agrícolas tradicionales de Ozumba

Ozumba es un territorio rural que se configuró en la época precortesiana; la estructura social con la que germinó fue el *calpultin*, éste fue un sistema de apropiación comunitaria del espacio que respondía a las necesidades religiosas, productivas, económicas y de control político de aquel tiempo (Schroeder, 1994). Desde su génesis, el paisaje de este poblado, ha estado revestido por las actividades agrícolas; en este sentido, la configuración precolombina de los territorios agrícolas de Ozumba se tejió a través de los sistemas multiestratos integrados por alimentos básicos (maíz, haba, frijol, calabaza, tomates), árboles frutales (ciruelo, aguacate, guayabo, anonas, capulín), plantas medicinales, cereales y ganado menor como conejos y guajolotes.

Los habitantes de Ozumba en el siglo XXI han perpetuado los sistemas agroforestales antes descritos, con algunas adaptaciones en las que integran especies arbóreas y arbustivas que fueron introducidas por los europeos, entre ellas destacan las plantas medicinales como ruda (*Ruta chalepensis*), romero (*Rosmarinus officinalis*), ajenjo (*Artemisia absinthium*), mejorana (*Origanum majorana*) y frutales como ciruelo (*Prunus domestica*), chabacano (*Prunus armeniaca*), nogal (*Juglans regia*).

En este contexto, existe una cohesión en la manera de apropiarse del espacio, dicho ordenamiento territorial permite observar paisajes agrícolas que se caracterizan por su belleza escénica y con atributos multifuncionales que transitan desde la conservación del medio ecológico, hasta una productividad sostenida durante todo el año. Así también, las parcelas son atendidas por los integrantes de las familias campesinas, de todas las edades y sexos, dinamizando una cultura agrícola tradicional.

La agricultura tradicional de Ozumba está construida por sistemas de uso de la tierra que han sido desarrollados localmente durante largos años de experiencia empírica acumulada por la sociedad campesina. Las unidades de producción tradicional están configuradas en sistemas agroforestales, de tal manera que se genera una compleja interacción horizontal y vertical de árboles, arbustos, herbáceas y plantas trepadoras de las cuales el campesino obtiene:

alimentos básicos como maíz, haba, frijol;
árboles frutales como ciruelo, peral, chabacano, manzano, capulín;
plantas medicinales;
plantas aromáticas;
cereales como amaranto y chía;
especies forrajeras
ganado menor como (conejos, borregos) y manejo de aves (guajolotes y gallinas).

Por enumerar los componentes más representativos (Figura 7).

Así también, estos agroecosistemas brindan servicios ambientales y se caracterizan por su belleza escénica que es atractiva para la población de la Ciudad de México y área conurbada que visitan la zona en las vacaciones y los fines de semana.

Al adoptar una estrategia de uso múltiple, los pequeños agricultores de Ozumba manejan un continuo de sistemas naturales y agrícolas obteniendo una variedad de productos así como también servicios ecológicos creando una agricultura multifuncional y resiliente.



Figura 7. Sistemas agrícolas tradicionales de Ozumba, Estado de México

Los sistemas analizados presentaron en promedio 27 especies (Figura 8), las cuales configuran el sistema agroforestal especializado en la producción de biomasa destinada para usos terapéuticos. Resulta esencial indicar que la diversidad es la base de la resiliencia, en este contexto los sistemas analizados presentan componentes multiestratos que posibilitan amortiguar las modificaciones ambientales del entorno como consecuencia del cambio climático.

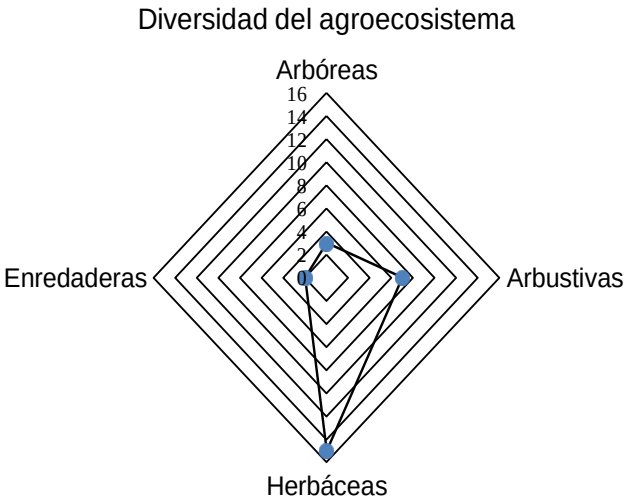


Figura 8. Diversidad del sistema tradicional de Ozumba, México.

En lo referente a la obtención de recursos financieros del agroecosistema, la distribución de ingresos se distribuye de manera armónica donde destacan los componentes arbustivos y herbáceos que son los que producen de manera más vigorosa la producción de biomasa y por lo tanto de ingresos económicos (Figura 9).



Figura 9. Rendimiento económico ($ mexicanos) y de biomasa

CONCLUSIONES

En Ozumba existen conocimientos agrícolas y pecuarios de las familias campesinas que coinciden con los preceptos agroecológicos y con las técnicas agroforestales, donde resalta el saber ambiental; es así como resulta trascendental rescatar dichos saberes ya que representan conocimientos con los cuales se puede hacer frente al cambio climático y se puede fortalecer la resiliencia de la sociedad campesina de este municipio. El conocimiento campesino y sus formas tradicionales de producción agrícola, cuentan con elementos de agricultura resiliente al cambio climático al manejar agroecosistemas complejos y diversificados que reflejan la riqueza biocultural de Ozumba, México.

Es importante indicar que el conocimiento empírico ha guiado a los campesinos de Ozumba en el desarrollo de unidades de producción resilientes, mismas que se caracterizan por asociar múltiples cultivos en el tiempo y en el espacio, permitiendo a los agricultores obtener una producción diversificada y sostenida a lo largo del año. Estas mezclas simbióticas de cultivos, ganado menor y aves, han sido desarrollas como estrategias agrícolas que satisfacen las necesidades específicas de los campesinos. Es así como la complejidad de los sistemas tradicionales de producción agrícola ha permitido a los campesinos del municipio de Ozumba hacer frente a la problemática socioeconómica, ambiental y crisis del sector agropecuario contemporáneo, tomando como elemento base la revaloración de los saberes que han construido a través del tiempo y el espacio, que han permitido su adaptabilidad socioeconómica y ambiental.

En Ozumba, México, los sistemas agropecuarios tradicionales han demostrado amortiguar el cúmulo de situaciones adversas que representa el cambio climático. En la agricultura tradicional de Ozumba, los actores rurales han configurado procesos y estrategias de resistencia y adaptación a los nuevos desafíos sociales, económicos y también a los ambientales.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma Chapingo, por el financiamiento recibido para desarrollar la presente investigación.

LITERATURA CITADA

Altieri, M.A. y M.K. Anderson. 1986. "An Ecological Basis for the Development of Alternative Agricultural Systems for Small Farmers in the Third World", American Journal of Alternative Agriculture, 1:30-38.

Cerisola, C. 2003. Resiliencia y Programas Preventivos. Universidad del Salvador. Facultad de Psicología. El Salvador. p. 10.

Chamochumbi, W. 2005. La Resiliencia en el Desarrolllo Sostenible: algunas consideraciones teóricas en el campo social y ambiental. Disponible en: www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Desarrollo_Sustentable/La_Resiliencia_en_el_Desarrollo_Sostenible

Chang, J.H. 1977. "Tropical Agriculture: Crop Diversity and Crop Yields", Econ. Geogr., 53:241-254.

Clawson, L. 1985. "Harvest Security and Intraspecific Diversity in Traditional Tropical Agriculture". Econ. Bot., 39:56´´67.

H. Ayuntamiento Constitucional de Ozumba. 2016. Plan de Desarrollo Municipal de Ozumba, Estado de México 2016-2018. Disponible en: http://www.ipomex.org.mx/ipo/portal/ozumba/desarrolloMun/2016.web

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Ozumba, México. Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/15/15068.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 p.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pág.2.

International Union for Conservation of Nature y World Business Council for Sustainable Development, Agricultural ecosystems. 2008. Facts and trends, Suiza, WBCSD-IUCN.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 2014. Estudio para la incorporación de nuevas variables en los escenarios de cambio climático para México utilizados en la Quinta Comunicación Nacional. Parte I: Análisis de Variables Atmosféricas (Históricas y Escenarios de Cambio Climático). México. 59 p. Disponible en: http://www.inecc.gob.mx/descargas/adaptacion/2014_variables_escenarios_part1.pdf

Linares, E. y R. Bye. 2011. La dinámica de un mercado periférico de plantas medicinales de México: el tianguis de Ozumba, Estado de México, como centro acopiador para el mercado de Sonora (mercado central)". Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Históricas. México. 35 p. Disponible en:

http://www.historicas.unam.mx/publicaciones/publicadigital/libros/caminosymercados/mercados.html

Masera, O, M. Astier y S. López-Ridaura. 2000. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. Mundi-Prensa. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. Instituto de Ecología-Universidad Nacional Autónoma de México. México. p. 10, 11, 12, 13, 14, 15.

Remmers, G. 1993. Agricultura tradicional y agricultura ecológica: vecinos distantes. Agricultura y sociedad. Número 66 (Enero-Marzo): 201-220.

Sahagún, B. 2003. Historia General de las Cosas de la Nueva España, II. Ediciones y Distribuciones Promo Libro. Madrid, España. p. 680.

Salazar, M. 2009. Estrategias para mitigar el cambio climático y su impacto en una subcuenca vulnerable de la Cuenca de México: Diseño de proyectos piloto. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 235 p.

Schroeder, S. 1994. Chimalpahin y los reinos de Chalco. El Colegio Mexiquense. Ayuntamiento Constitucional de Chalco. México. p. 223.

Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. 2003. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ozumba. Gobierno del Estado de México. México. 293 p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. México Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México. 441 p. Disponible en: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/685.pdf

Toledo, V.M. 1995. Campesinidad, agroindustrialidad, sostenibilidad: los fundamentos ecológicos e históricos del desarrollo rural. Cuadernos de Trabajo 3: 1-45.Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales. México.

Torres-Lima P., J Cruz-Castillo y R. Acosta-Barradas. 2011. Vulnerabilidad agroambiental frente al cambio climático. Agendas de adaptación y sistemas institucionales. Política y cultura. Número 36 (Enero 2011). México. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422011000200009

Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A.C.

EFECTOS DE LOS SISTEMAS DE AGRICULTURA ORGÁNICA Y QUÍMICA EN EL SUELO, HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES Y PRODUCCIÓN EN CALAKMUL, MÉXICO

Yuriko Pilar Cruz-Koizumi [1]
José Armando Alayón-Gamboa [1]
Alejandro Morón-Ríos [1]
Jorge Castellanos-Albores [2]
José David Álvarez-Solís [3]
Ana Aguilar-Chama [4]
Roger Guevara [4]

RESUMEN

La agricultura orgánica es utilizada cada vez más como una alternativa a la agricultura convencional debido al impacto positivo en los ecosistemas. Sin embargo, los resultados obtenidos con la agricultura orgánica en términos de producción resultan desiguales, planteando interrogantes sobre sus ventajas contra la agricultura convencional. El presente estudio evaluó los impactos de los sistema de producción orgánico y convencional en el suelo, los hongos micorrízicos arbusculares (MA), el rendimiento y en la producción del tomate verde *(Physalis ixocarpa* Brot. Ex Horn). Se realizó un experimento de campo utilizando un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones, los tratamientos utilizados fueron: a) Control (sin fertilización, NF); B) Vermicompostaa (OTV); C) OTV con lixiviados de vermicompostaa (OTH); y d) Fertilización inorgánica (CST). Se evaluaron las características fisicoquímicas del suelo, la colonización y diversidad de hongos MA, la tasa de crecimiento relativo (TCR), la producción de biomasa aérea y de raíz y la mortalidad de las plantas, así como la producción de frutos. La fertilización orgánica (OTV, OTH), promovió un aumento en la TCR y en la colonización y diversidad de hongos MA, respecto al tratamiento CST. Algunas especies hongos MA se asociaron de forma única con la materia orgánica, el fósforo, la capacidad de intercambio catiónico y la densidad aparente de suelo. Sin embargo, la producción de biomasa y el rendimiento de los frutos no difirieron entre los tratamientos. Sin embargo, un manejo agrícola orgánico es esencial para conservar la diversidad hongos MA y constituye una alternativa agroecológica para implementar en zonas aledañas a reservas naturales.

Palabras clave: humus de lombriz, fertilización agroquímicos, la biodiversidad.

INTRODUCCIÓN

La agricultura convencional utiliza gran cantidad insumos químicos, especialmente fertilizantes inorgánicos para mantener la producción, afectando a los ecosistemas naturales y agrícolas, a la población humana y poniendo en riego los modos de vida de los agricultores (Patil et al., 2012). Para mitigar algunos de los problemas ambientales derivados de esta forma de producción, se ha propuesto la reconversión hacia sistemas de producción con principios ecológicos, como la agricultura orgánica (Te Pas y Rees, 2014). Sin embargo, a pesar de la evidencia de sus beneficios, el debate continua siendo si la agricultura orgánica produce a un mayor rendimiento en comparación con los sistemas convencionales (Seufert et al., 2012). Esto se debe a la influencia e interacción de factores como el tipo y sistema de cultivo, las características fisicoquímicas del suelo y la variación ambiental (Patil et al., 2012; Te Pas y Rees, 2014; Arnhold et al., 2014). De estos factores, la calidad del suelo constituye un factor clave en los resultados obtenidos con la agricultura orgánica (Khan et al., 2015). El uso de fertilizantes orgánicos mejora las cualidades físicas químicas y biológicas del suelo (Hart y Reader, 2002), aumenta la abundancia, diversidad y colonización de raíces de plantas por hongos micorrízicos arbusculares (MA) (Meyer et al., 2015). Lo que podría favorecer la disponibilidad de nutrientes

tales como fósforo (P) y nitrógeno (N) y proteger a los cultivos contra agentes patógenos, de acuerdo con hongos MA *taxones* presentes en el sistema agrícola orgánico (Dai et al., 2014). El uso de vermicomposta favorece el crecimiento, la calidad y el rendimiento de las hojas, frutos y granos en cultivos (Singh et al., 2008), ya que proporciona materia orgánica y micro y macronutrientes y promueve la actividad bacteriana del suelo (Mbuthia et al., 2015). Además, aumenta el desarrollo de raíces finas, lo que resulta en la mejora de la absorción de nutrientes y una mayor área de contacto para la colonización por hongos MA (Dai et al., 2014; Meyer et al., 2015), favoreciendo la calidad fisicoquímica del suelo, la movilización y transformación de los nutrientes y estabilizando los microagregados (Palm et al., 2013). Sin embargo, estos servicios ecosistémicos se degradan cuando se utilizan técnicas intensivas en sistemas agrícolas convencionales (Mbuthia et al., 2015). El uso de agroquímicos altera la composición de la comunidad microbiana del suelo. En este sentido, si una comunidad de hongos MA cambia, se pueden perder especies fúngicas útiles, favoreciendo algunas especies menos útiles y a su vez, esto podría afectar el desarrollo general de la planta, incluyendo el rendimiento y la calidad de los cultivos (Gosling et al., 2006; Dai et al., 2014); lo que promovería más cambios en el uso de la tierra y la deforestación, especialmente bajo la agricultura de roza y quema practicada por pequeños agricultores (Morón-Ríos y Alayón-Gamboa, 2014). Esta situación es particularmente importante en las prácticas agrícolas convencionales en las zonas de amortiguamiento que rodean a las áreas naturales protegidas (ANP) en México. En estas áreas, la agricultura constituye una de las principales actividades económicas que proporciona seguridad alimentaria a las familias de los agricultores de escasos recursos (Alayón-Gamboa, 2010). Es por esto que el presente estudio cuantificó y comparó los efectos de la fertilización por vermicomposta en el sistema agrícola orgánico frente a los obtenidos mediante fertilizantes químicos en el sistema convencional en las características fisicoquímicas del suelo, diversidad y colonización de hongos MA, así como el crecimiento, rendimiento y producción de tomate verde. Se esperaba que el sistema orgánico agrícola mejore las características fisicoquímicas del suelo para aumentar la calidad del suelo, la diversidad de hongos MA y el crecimiento de las plantas de tomate, sin poner en riesgo el rendimiento obtenido mediante el uso de agroquímicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del lugar

El estudio se realizó en comunidad *El Chichonal,* 18 ° 30'52" W 89 ° 31'24" N, dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva de Biosfera Calakmul(CBR), en el municipio de Calakmul, Campeche, México. Con una topografía llana a una altitud de 250 m. El material parental del suelo es la roca caliza, muy pobre en hierro (Fe), sílice, aluminio (Al), fósforo (P) y micronutrientes (zinc y cobre). El suelo es alcalino, con alto contenido de materia orgánica y predominante vegetación de bosque tropical caducifolio. Predomina un clima cálido ($AW_{1)}$, con una temperatura promedio anual de 25 °C y una precipitación anual de 500 a 2500 mm (INE, 1999).

Selección del sitio

Los criterios utilizados para seleccionar el sitio de cultivo incluyeron el uso de técnicas orgánicas por parte del agricultor y una pendiente homogénea del terreno (Morón-Ríos y Alayón-Gamboa, 2014). Se eligió una parcela agrícola con una superficie de 2.400 m^2 a una distancia de 2 km del ejido *El Chichonal.* Las unidades experimentales comprenden parcelas de 25 m^2. Cada unidad experimental se por un callejón de dos metros de ancho en cada lado y se cavaron zanjas con

una profundidad de 20 cm alrededor de cada parcela para evitar cualquier efecto causado por el tratamiento contiguo.

Preparación de abono orgánico

El fertilizante orgánico utilizado se obtuvo a partir de compost preparado usando rastrojo de maíz 40% *(Z. mays),* el 40% Taiwan hierba *(Pennisetum purpureum,* Schumacher) y 20% de hojas de árnica *(Thitonia diversifolia,* Hemsl). Estos materiales fueron triturados con un molino de martillo Koltler (2500 rpm y 14 HP) y se mezcló en una proporción 1: 1 con estiércol de ovejas seco *(Ovis aries,* L.). Después, la mezcla se procesó durante un y posteriormente se inoculó con 3 kg de lombrices de tierra rojos *(Lumbricus rubellus,* Hoffmeister), con una humedad alrededor de 70% a 80% y con una aireación suficiente. Simultáneamente, se utilizó un tanque de 500 litros de agua para producir el lixiviado del vermicomposta que se recogió para el uso de fertilizante líquido.

Diseño experimental y tratamientos

El cultivo de tomate se sembró en enero y se cosechó en abril de 2015. Se utilizó semilla Westar de tomate verde (variedad *"rendidora").* La semilla se sembró de forma directa en pocetas de 5 cm de profundidad a distancias de 100 cm entre filas y 50 cm dentro de las filas. Posteriormente, se seleccionaron las mejores plantas, dejando 5 plantas por agujero. Se establecieron 20 parcelas experimentales (5 x 5 m cada una). Cada parcela tenía 50 pocetas. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, utilizando la pendiente de la tierra como criterio de bloqueo (Gómez y Gómez, 1983). Se ensayaron los siguientes tratamientos con cinco repeticiones: a) control, sin aplicación de fertilizante (NF); b) la aplicación de 13000 kg ha $^{-1}$ de abono orgánico (vermicomposta) equivalente a 160 kg N ha $^{-1}$ (OTV); c) aplicación de vermicomposta y lixiviados (OTH) 20 L ha $^{-1}$ y d) la aplicación de 600 kg ha $^{-1}$ de fertilizante químico (inorgánico) que contiene N y P equivalente a 160 kg N ha $^{-1}$ (CST).

La aplicación de fertilizantes y el mantenimiento de los cultivos se llevaron a cabo siguiendo las recomendaciones incluidas en la guía para el cultivo del tomate verde elaborado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias *(Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias* - INIFAP) (Gûemes-Guillen et al., 2001). El control de plagas se realizó aplicando Bacillum® en 125 mL ha $^{-1}$ a las parcelas bajo los tratamientos orgánicos y se aplicó Falvus® a 30 g ha $^{-1}$ para el tratamiento inorgánico. Al tratamiento NF no se le aplico ningún tratamiento para el control de plagas.

Análisis del suelo

Se tomaron muestras de suelo para análisis fisicoquímico a los 50 días después del inicio del experimento. Las muestras fueron recogidas de forma aleatoria y representativa para cada tratamiento (IC del 95%) a una profundidad de 15 cm y a 20 cm de las plantas. Las muestras fueron luego enviadas al laboratorio para determinar el fósforo disponible (P) (Olsen), materia orgánica (OM) (Walkley-Black), pH (mezclado con agua en una proporción 2: 1), nitrógeno total - Kjeldahl), potasio (K) (acetato de amonio 1 N, pH 7), la conductividad eléctrica (EC) (a una proporción de 1: 5 con H_2O), capacidad de intercambio catiónico (CEC) (acetato de amonio 1 N, pH 7), textura (arcilla, arena y limo porcentajes; Bouyoucos hidrómetro) y la densidad aparente () (tubo de ensayo BD), de acuerdo con la norma oficial mexicana *(Norma Oficial mexicana)* NOM-021-RECNAT-2000 (Salgado-García et al., 2006, Moreira et al., 2012).

Análisis de hongos arbusculares micorrízicos (MA)

La identificación de hongos MA y el análisis morfológico se realizaron en 17 muestras de suelo que fueron tomadas aleatoriamente de las parcelas experimentales (n = 4, n = 5, OTH, n = 5, OTV y n = 3, CST). La cuantificación de las esporas y la diversidad de especies se analizaron en muestras de suelo que se recogieron a una profundidad de 15 cm. Junto con las muestras de suelo, se obtuvieron muestras de raíces finas de plantas localizadas en el centro de cada parcela

experimental. Las muestras de raíz fina se lavaron con agua corriente y se colocaron en frascos de 100 ml que contenían ácido acético al 5% y se almacenaron a 4ºC.

Para el análisis de laboratorio, se extrajeron las esporas presentes en 100 g de suelo y se contaron mediante un método de tamizado húmedo, por centrifugación en gradiente de sacarosa (Moreira et al., 2012). Las esporas se separaron usando una aguja de disección bajo un microscopio estereoscópico Nikon SMZ800 y se montaron en soluciones de alcohol de polivinilo. La determinación taxonómica se realizó a partir de observaciones de la forma, tamaño y coloración de las esporas bajo microscopio de luz transmitida (100 x) (Nikon Eclipse E600) y siguiendo lo propuestos por Moreira et al.(2012) y The International Culture Collection of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (2014) (http://invam.caf.wvu.edu).

Para estimar el porcentaje de colonización de hongos MA se examinaron segmentos de raíces finas bajo un microscopio de luz transmitida (100 x) (Nikon Eclipse E600). Se registró la presencia o ausencia de estructuras como hifas, arbusculos y esporas en tres campos visuales equidistantes para cada segmento (Moreira et al., 2012). Además, se midió la longitud de las hifas (µm / mm de raíz) en cada segmento siguiendo los procedimientos descritos por Vega-Frutis y Guevara (2009).

Rendimiento de los cultivos

El rendimiento se registró después de la maduración del fruto. Se cosecharon los frutos de 10 plantas correspondientes por tratamiento por repetición y se pesaron usando una balanza electrónica Torrey MFQ-40. Se obtuvieron muestras representativas de cada tratamiento y se determinó el contenido de materia seca (MS) usando un horno de secado. Simultáneamente, se midieron los diámetros ecuatorial y polar de los frutos con pinzas Vernier. El tamaño del fruto se estimó con base en la siguiente fórmula: $V=4/3\ (\pi*A*2B)$. *D*onde *A* corresponde al radio polar (altura), *B* corresponde al radio ecuatorial (anchura y profundidad), y π = 3,1416 (Izadi et al., 2014).

Supervivencia de los cultivos, crecimiento y producción

La supervivencia de las plantas se determinó en base al porcentaje de plantas que murieron durante el período de crecimiento. La altura de la planta se midió con una cinta métrica desde la base de cada planta hasta la rama más alta. Las mediciones se realizaron durante la aplicación de los tratamientos experimentales y en el momento de la cosecha. La tasa de crecimiento relativo (RGR) se estimó utilizando la siguiente fórmula: $RGR = (ln\ A2\text{-}ln\ A1) / (t2\text{-}t1)$ donde *A* 2 y *A* 1 representan altura de la planta, a veces 2 (final del periodo de crecimiento) y 1 (al comienzo del tratamiento); y *t* 2 y *t* 1 representan los días al final *(t* 2) del período de crecimiento y el comienzo del tratamiento *(t* 1) (Torres-Degró, 2011).

La biomasa aérea y de raíces se registró con la cosecha total de las plantas. La biomasa área se cuantificó con la producción de tallos, hojas, flores y frutos. La biomasa de raíz se obtuvo de la extracción de cubos de 20 x 20 x 15 cm. Las raíces frescas se pesaron usando una báscula digital Torrey MFQ-40. Se tomaron muestras representativas y se secaron con un horno de aire forzado.

Análisis estadístico

Los datos de las variables fisicoquímicas del suelo (OM, pH, P, N, K, CE, CEC y BD) se analizaron mediante análisis de varianza unidireccional. Mientras que los datos de rendimiento del cultivo (peso y tamaño de los frutos) y de la producción (supervivencia de las plantas, tasa de crecimiento relativo, biomasa aérea y de raíces) mediante un análisis de varianza de dos vías en un diseño de bloques totalmente al azar y se compararon las medias de los tratamientos con la prueba de Tukey (Gómez y Gómez, 1983), utilizando el software estadístico R 3.1.2 (R version 3.1, 2014). Los datos sobre la colonización de hongos MA (hifas, hifas longitudinales, arbusculos,

esporas en raíces, diversidad de especies y esporas en el suelo) se analizaron mediante el test de Kruskal-Wallis y se midieron las medianas de tratamiento mediante la prueba de Wilcoxon (Cuadras, 2014).

Se correlacionó los datos de esporas para cada especie de hongos MA y variables fisicoquímicas del suelo (P, OM, pH, K, EC, BD y limo) utilizando un análisis de correlación canónica (ACC) (Oksanen et al., 2017). Las variables fisicoquímicas del suelo fueron probadas para los valores atípicos (Cleveland dotplot), la normalidad (histograma), la homogeneidad (boxplot condicional), las relaciones (parcelas utilizando el paquete "psych" (Revelle, 2011), 2011) y la colinealidad de acuerdo con Zuur et al., (2009).

RESULTADOS

Características fisicoquímicas del suelo

El suelo comprendía predominantemente arcilla y limo. El OM, pH, P, N, y el contenido del suelo K, y la CE, CEC y BD fueron similares *(P*> 0,05) en todas las parcelas experimentales (Tabla 2).

Tabla 2 Effect on the physicochemical characteristics of the soil on organic and conventional agricultural systems of green tomato plants.

Variable	Treatments						
	NF	OTH	OTV	CST	$F_{3,12}$	E.E	Valor *p*
OM (%)	11.45	10.08	11.02	9.12	1.09	1.30	0.388
pH (H_2O)	7.90	7.83	8.08	7.80	0.29	0.30	0.831
P (mg kg^{-1})	16.77	13.60	16.77	7.96	3.46	2.76	0.051
N (%)	0.57	0.52	0.55	0.45	1.20	0.06	0.351
K (cmol kg^{-1})	0.49	0.56	0.50	0.46	0.19	0.48	0.896
EC (dS m^{-1})	0.17	0.14	0.15	0.13	0.94	0.02	0.448
CEC(cmol kg^{-1})	47.19	48.62	44.71	54.12	3.36	2.66	0.057
Sand (%)	31.70	27.90	30.20	20.03	1.08	0.11	0.474
Clay (%)	36.30	43.30	33.80	55.30	2.48	7.52	0.112
Silt (%)	32.00	28.80	36.00	24.66	2.34	0.06	0.098
BD (g mL^{-1})	0.56	0.54	0.55	0.52	0.04	0.11	0.985

NF=no fertilization, OTH= organic treatment with vermicompost and leachate, OTV=organic treatment with vermicompost, and CST= inorganic fertilization treatment. p_{α}=0.05).

Diversidad y colonización de hongos micorrízicos arbusculares (MA)

Se encontraron 21 especies y 16 morfotipos de hongos MA. El tratamiento OTH presentó el mayor número de especies y morfotipos (17 y 11, respectivamente), mientras que CST registró menos especies y morfotipos (7 y 4, respectivamente) (Figura 1).

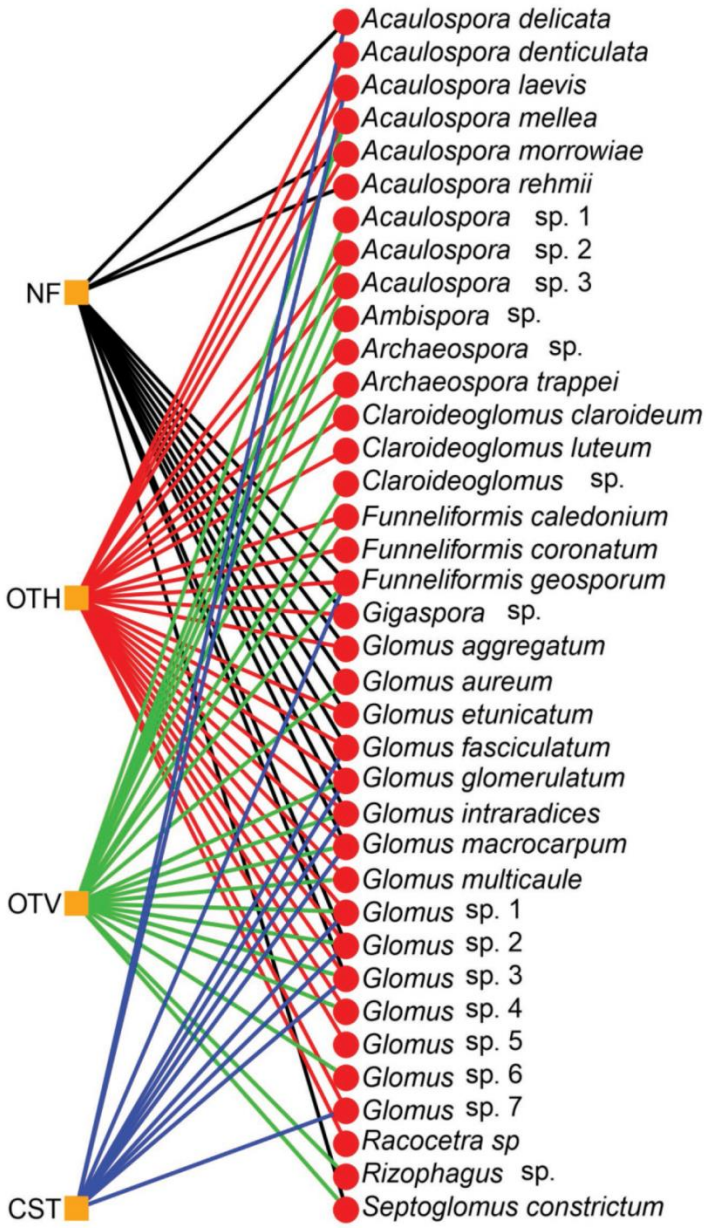


Figura. 1. Especies y morfotipos de hongos micorrízicos arbusculares presentes en el suelo en sistemas agrícolas orgánicos y convencionales de tomate verde *(P. ixocarpa)* cultivo. Negro: NF=sin fertilización, Rojo: OTH=tratamiento orgánico con vermicomposta y lixiviado, Verde: OTV=tratamiento orgánico con vermicomposta, y Azul: CST=tratamiento de fertilizante inorgánico.

Los géneros *Glomus* y *Acaulospora* fueron los que mejor se representan en todos los tratamientos. Con la fertilización inorgánica se encontró una menor diversidad de hongos MA en el suelo; mientras que fertilizante orgánico aumentó, principalmente por la presencia de *Claroideoglomus* sp, sp *Septoglomus, Ambispora* sp, sp *Rizophagus, Gigaspora* sp, sp *Archaeospora,* y *Racocetra* sp (Figura 2). Especies comunes a todos los tratamientos fueron los siguientes: *geosporum Funneliformis, glomerulatum Glomus, Glomus intraradices y Glomus macrocarpum* (Figura 1).

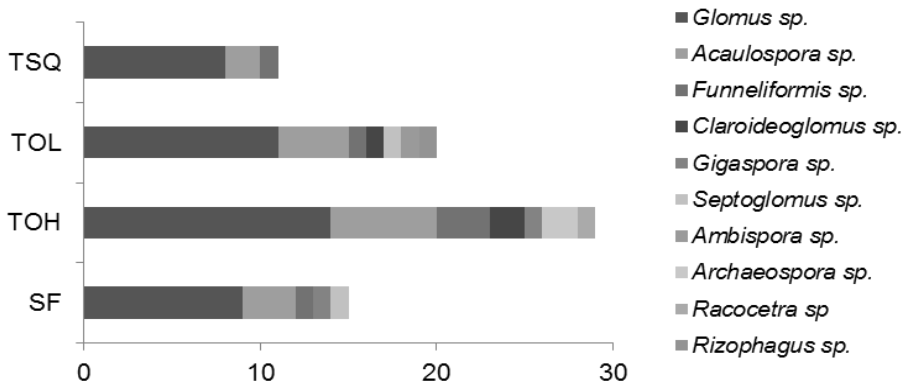


Figura. 2. Número de especies y géneros de hongos micorrícicos arbusculares presentes en el suelo con cuatro tratamientos para tomate verde *(P. ixocarpa)* cultivo. NF = sin fertilización, OTH = tratamiento orgánico con vermicomposta y lixiviado, OTV = tratamiento orgánico con vermicomposta, CST = tratamiento con fertilizantes inorgánicos.

El efecto de sistema agrícola orgánico en la colonización de raíces finas de plantas de tomate verde fue significativamente diferente *(P <0,05)* entre los tratamientos. Las plantas sometidas a sistema agrícola orgánico muestran un mayor porcentaje de colonización total *(P* =0,03), vesículas *(P* = 0,02), arbúsculos *(P* = 0,03) (Figura 3-A) y la longitud de las hifas (m / mm root) *(P* = 0.02) (Figura 3-B); En comparación con las plantas no fertilizadas. Y el porcentaje de colonización por vesículas y arbúsculos fue significativamente mayor *(P <0,05)* en el OTV y tratamientos OTH en comparación con el sistema agrícola convencional. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al número de especies (P = 0,50) y número de esporas (en 100 g) presentes en el suelo (P = 0,65) (Fig. 3B).

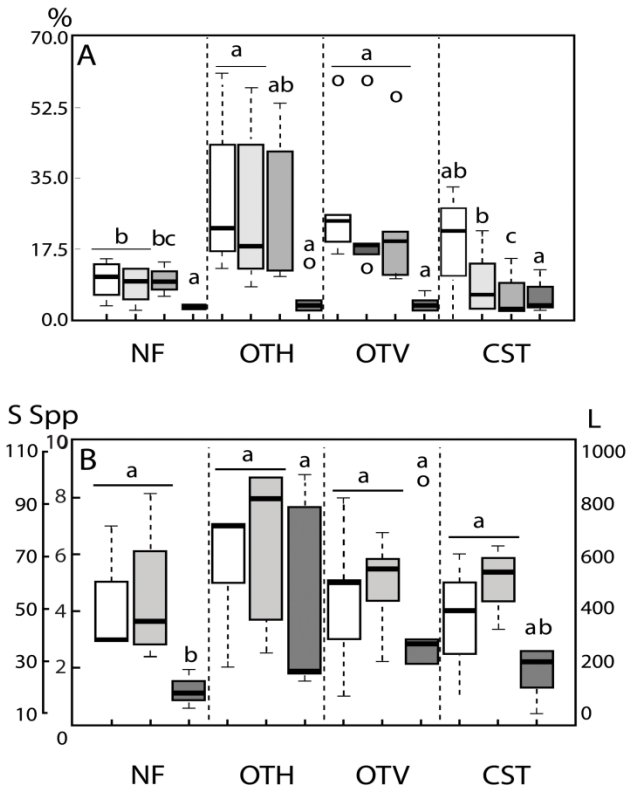


Figura. 3. Efecto de sistema agrícola orgánica y convencional en la MA colonización de la raíz hongos en el tomate verde *(P. ixocarpa)* y su efecto sobre el número de especies de hongos y esporas presentes en el suelo. NF=sin fertilización, OTH=tratamiento orgánico con vermicomposta y lixiviado, OTV=tratamiento orgánico con vermicomposta y CST=tratamiento con fertilizantes inorgánicos. **A)** colonización de la raíz; Blanco: total (%); Gris claro: vesículas (%); Gris: arbuscules (%); Y gris oscuro: esporas (%). **B)** Blanco: especies (SPP, número) presentes en el suelo; Gris claro: esporas (S, número) presentes en el suelo; Y gris: longitud (l) de las hifas (µm / mm) en las raíces. Prueba de Kruskal-Wallis; ^{abc} letras diferentes del mismo color indican *(P <0,05)* diferencias significativas; -: la mediana, ┬: 1º y 3er cuartiles.

Relación de las características fisicoquímicas del suelo y las especies de hongos MA

La relación entre las variables fisicoquímicas del suelo y el eje que resultó del análisis de correspondencia canónica (CCA) en la Figura. 4. El primer componente CCA1 se explicó principalmente por K (-0.740) lo que significa que disminuye la concentración de K promovió una mayor biodiversidad. Por otro lado, las variables que explicaron la varianza máxima en el componente CCA2 fueron EC (0,792), BD (0,547), P (0,542) y estaban positivamente relacionadas (Tabla 3).

Tabla 3 Canonical correspondence analysis of the soil physicochemical characteristic effects in AM fungi diversity considering all tomato cultivation treatments.

Variable	CCA1	CCA2	CCA3	CCA4	CCA5	CCA6
P (mg kg^{-1})	0.447	0.542	-0.141	-0.652	0.117	0.162
OM (%)	0.294	0.175	-0.252	-0.484	0.526	0.532
pH	0.462	0.424	0.124	-0.580	-0.274	-0.014
K (cmol kg^{-1})	-0.740	0.078	0.050	-0.114	-0.504	0.399
EC (dS m^{-1})	-0.086	0.792	-0.385	-0.298	-0.220	-0.226
BD (g mL^{-1})	0.016	0.547	0.132	0.525	0.623	-0.075
Silt (%)	0.679	0.482	0-214	-0.466	-0.180	0.103

El sedimento se correlacionó significativamente con la presencia de hongos MA en el suelo. K y EC mostraron una relación negativa con la diversidad de hongos MA, en contraste con el limo (Tabla 4).

Tabla 4 Canonical correspondence coefficients of the first two ordination axes showing the main contribution of the physicochemical characteristics on the tomato cultivation.

El

Variable	CCA1	CCA2	R^2	*p* value
P (mg kg-1)	0.0658	0.752	0.477	0.074
OM (%)	0.847	0.530	0.115	0.659
pH	0.744	0.667	0.383	0.133
K (cmol kg-1)	-0.999	0.032	0.510	0.033*
EC (dS m-1)	-0.049	0.998	0.561	0.015*
BD (g mL -1)	0.106	0.994	0.266	0.291
Silt (%)	0.812	0.582	0.674	0.014*

*p_{α}=0.05

CCA mostró que varias especies de hongos MA se relacionaron negativamente con P, limo, pH, OM y BD, independientemente de los tratamientos utilizados (Figura. 4). Los dos primeros ejes canónicos explicaron el 24% de la variación que se relacionó con las variables del suelo.

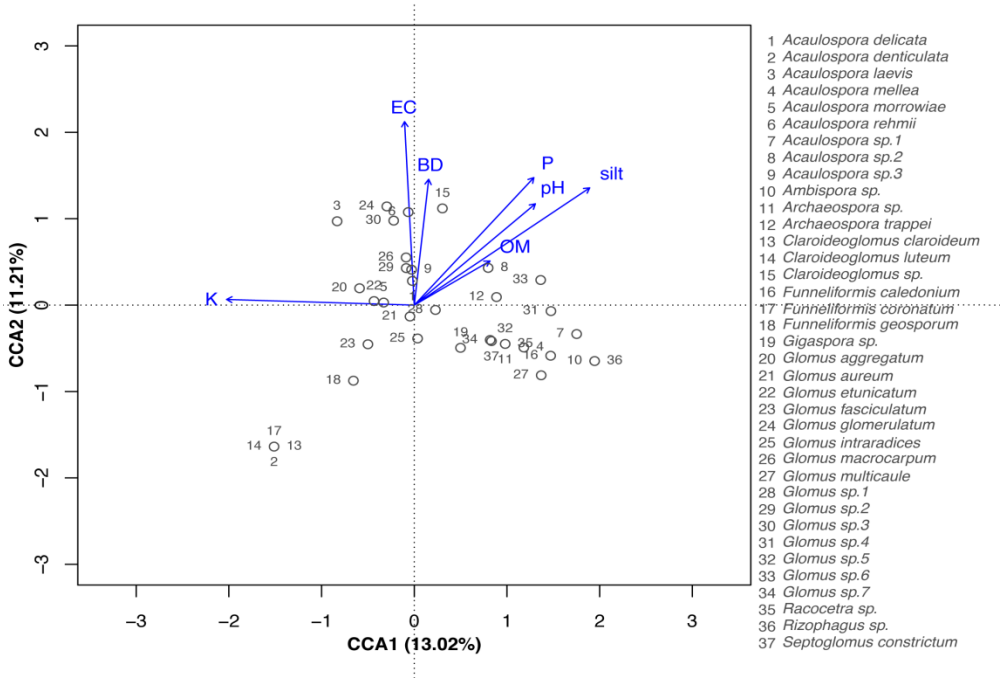


Figura. 4. Análisis de correlación canónica (CCA) mostró la relación entre especies de hongos MA y las características del suelo fisicoquímicas, bajo sistema agrícola orgánica y convencional de cultivo de tomate verde. Azul: P (mg $^{kg-1)}$, K (cmol kg-1), OM (%), pH (H_2O), CE (dS m-1), BD (g ml -1), limo (%). Gris: Especies de hongos MA.

Desarrollo y producción de frutos de tomate

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al número total de frutos *(P*=0,47), el número de frutos maduros *(P*=0,11), peso de frutos maduros *(P*=0,28), diámetro ecuatorial *(P*=0,33), diámetro polar *(P*=0,40) o el tamaño del fruto *(P*=0,39) (Tabla 5).

Tabla 5 Effect of organic and conventional agricultural system on mean yield and development of green tomato (*P. ixocarpa*) crop.

Variables	Treatments						
	NF	OTH	OTV	CST	$F_{3,12}$	S.E.	*P*-value
Total fruit (number)	57.33	53.19	55.83	69.29	0.87	10.54	0.47
Mature fruit (number)	14.30	11.78	17.08	23.09	2.30	4.52	0.11
Fruit yield (g/plant)[1]	14.81	12.59	17.29	21.48	1.36	4.90	0.28
Equatorial diameter (cm)	2.69	2.79	2.83	2.85	1.20	0.09	0.33
Polar diameter (cm)	2.33	2.36	2.46	2.43	1.04	0.08	0.40
Size (cm^3)	9.47	10.27	11.04	11.02	0.98	1.05	0.39

NF=no fertilization, OTH=organic treatment with vermicompost and leachate, OTV=organic treatment with vermicompost and CST=inorganic fertilizer treatment. S.E.: Standard error of the mean differences, (p_{α}0.05), [1]Dry weight.

La mortalidad, el crecimiento y la biomasa vegetal

La mortalidad de plantas fue de 18,8 a 22,6% y no difirió significativamente entre tratamientos *(P*=0,95). Aunque el crecimiento de la planta final no difirió significativamente entre tratamientos *(P*= 0,95), se observaron diferencias en la tasa de crecimiento relativo (RGR) *(P*= 0,03) entre tratamientos. El tratamiento OTV presentó una RGR mayor (10,47 cm) con respecto a OTH y NF y fue similar al tratamiento CST (8,18 cm) (Tabla 6).

Table 6
Effect of organic and conventional agricultural system in plant mortality, plant height, relative growth rate and biomass production of green tomato (*P. ixocarpa*) crop.

Variables	Treatments						
	NF	OTH	OTV	CST	$F_{3,12}$	S.E.	*P*-value
Mortality (%)	22.62	18.84	20.76	20.08	0.11	6.71	0.95
Height (cm)	36.22	35.72	37.64	37.39	0.11	3.84	0.95
RGR (cm)	7.49^{b}	7.52^{b}	10.47^{a}	8.18^{ab}	3.75	1.62	0.03
[1]Aerial biomass (gr)	186.73	212.52	235.75	341.18	2.83	56.95	0.07
[1]Root biomass (gr)	41.32	50.86	54.47	45.48	0.37	13.37	0.77

NF= no fertilization, OTH= organic treatment with vermicompost and leachate, OTV= organic treatment with vermicompost, CST= inorganic fertilizer treatment. S.E.: Standard error of the mean differences, ($p_{\alpha}0.05$). RGR= Relative Growth Rate of 43 days. [1]mean dry weight; ^{abc} Values in rows followed by the same letter are not significantly different (*p*<0.05).

No hubo diferencias significativas en la biomasa aérea y la biomasa de la raíz *(P* = 0,07 y *P* = 0,77, respectivamente) entre tratamientos en el final del ciclo de cultivo.

DISCUSIÓN

Características fisicoquímicas del suelo

La forma de manejo de las tierras cultivables influye en la mineralización de la materia orgánica y en la disponibilidad de macro y micronutrientes (Quinton et al., 2010; Bedada et al., 2014). Cuando el suelo se maneja orgánicamente, las características químicas del suelo y su calidad y cantidad de nutrientes permanecen sin mucha alteraciones (Verbruggen et al., 2010). Sin embargo, el manejo con agroquímicos reduce los procesos de mineralización y disminuye la calidad del suelo, afectando así los contenidos de OM, N, P y K (Te Pas y Rees, 2014). Este efecto no se observó claramente en el presente estudio debido a un período corto de evaluación. La falta de los efectos esperados fue muy probablemente enmascarada por el manejo orgánico que se aplicó a los suelos en años previos a este estudio. En este sentido, se justifican estudios de mayor duración para determinar el efecto del régimen de fertilización orgánica sobre la dinámica de los nutrientes edáficos, la calidad física del suelo y la actividad de los microorganismos que afectan a la disponibilidad de nutrientes (Crittenden et al., 2015). El impacto favorable de la aplicación de fertilizantes orgánicos en el suelo en la comunidad de microorganismos, especialmente en la comunidad de hongos MA, representa un beneficio adicional potencial a corto plazo (Lazcano et al., 2013).

Diversidad y colonización de hongos micorrízicos arbusculares (MA)

El número de especies de hongos MA reportado para otros agroecosistemas bajo cultivo orgánico es similar a los hallazgos en este estudio (Douds y Millner, 1999). Sin embargo, como ya se ha mencionado, la aplicación de fertilizantes orgánicos favorece una mayor diversidad y riqueza de las especies de hongos MA en el suelo, mientras que la aplicación de fertilizantes inorgánicos afecta negativamente a la diversidad, la viabilidad y el crecimiento de algunos taxones en la

rizosfera (Verzbruggen et al, 2013; Dai et al, 2014). Estos cambios también se observan en cultivos de ciclo corto, como en este estudio con tomate verde, donde la aplicación de productos químicos inorgánicos (CST) redujo el número y las especies asociadas de hongos MA.

La mayor hongos colonización MA de los géneros *Glomus (glomerulatum Glomus, macrocarpum Glomus,* y *Glomus intraradices)* y *Acaulospora(Acaulospora delicata)* En los tratamientos se debe a las diferencias en las estrategias fúngicas con respecto al uso de fuentes de carbono del huésped bajo diferentes condiciones fisicoquímicas del suelo (Gianinazzi et al., 2010). En consecuencia, el género *Acaulospora* (que puede tolerar ambientes estresantes, por ejemplo, pH bajo) se observa comúnmente en los campos agrícolas. Del mismo modo, el género *Glomus* ha sido registrado en condiciones de perturbación, ya que puede colonizar las raíces y producir estructuras fúngicas en menos tiempo si se compara con otros géneros (Chagnon et al., 2013). Estos géneros se han encontrado en varios cultivos bajo sistemas orgánicos e inorgánicos (Jefwa et al., 2012), y podrían explicar el mismo número de especies y esporas encontradas en el suelo en este estudio (Figura 4B). Sin embargo, la abundancia de *Funneliformis geosporum,* que se asoció con CST, podría reflejar una mayor capacidad de esta especie para tolerar cambios en la comunidad química y edáfica del suelo bajo la agricultura convencional. Sin embargo, cuando se aplica la fertilización orgánica (OTH, OTV), la materia orgánica y P aumentan junto con la diversidad MA hongos, que conduce a la presencia de otras especies que se encontraron únicamente en estos tratamientos, tales como *Acaulospora mella, trappei Archaeospora,* y *multicaule Glomus* y los géneros *Racocetra* spp. y *Rizophagus* spp. (Figura 1). Este hallazgo podría indicar que estos *taxones* son más sensibles a manejo de productos químicos y responden favorablemente a la mayor disponibilidad de nutrientes del suelo principalmente P y MO, resultante de la utilización del sistema agrícola orgánico, tal como vermicomposta (Dai et al, 2014; Schneider et al., 2015). Además, la fertilización con vermicomposta promueve una mayor colonización y la formación de estructuras fúngicas (vesículas y arbuscules) en las raíces de las plantas (Figura 4A). Y estimula el crecimiento de raíces finas (Cavender et al., 2003), permitiendo así a la planta explorar una mayor área y tener una mayor interacción y superficie de contacto con hongos MA (Lazcano et al., 2013).

La relación de las características fisicoquímicas del suelo y la diversidad de hongos MA

El CCA mostró una relación entre las características fisicoquímicas del suelo y la diversidad de esporas de hongos MA. K, CE y limo fueron los factores ambientales dominantes de la composición de la comunidad de hongos MA. La mayoría de las especies no se asociaron positivamente con elevadas concentraciones de P, pH, OM y limo. Sin embargo, los resultados del suelo mostraron que estas variables eran más altas en los tratamientos orgánicos, lo que sugirió que la diversidad de hongos MA aumentó con la aplicación de vermicomposta y lixiviado y puede beneficiar el desarrollo de hongos MA en el suelo y el rendimiento de los cultivos demostró indirectamente que la estructura de la comunidad de hongos MA puede verse afectada por la agricultura convencional, especialmente con el uso de fertilizantes químicos alterando la concentración de nutrientes minerales del suelo y características físicas (Qin et al., 2015). El CCA mostró también que no géneros hongos MA particular tenía una asociación con alguna variable del suelo, pero las especies raras puede ser más sensible a la manejo convencional (Hassan et al., 2013) y la abundancia principal de especies de HMA no puede ser atribuida a las características del suelo.

Desarrollo y producción de frutos de tomate

La calidad de las tierras de cultivo afecta el rendimiento del cultivo (Doan et al., 2015). Esto no se ha determinado en el presente estudio ya que la producción, el número de fruta madura y peso de la fruta fue similar a la obtenida con el sistema agrícola convencional. Sin embargo, nuestros resultados difieren de los resultados de Carrubba (2014) y Campiglia et al (2015), encontraron un efecto favorable del orgánico en comparación con el uso de sistemas convencionales con respecto al rendimiento de cilantro (*Coriandrum sativum,* L.) y de trigo (*Triticum aestivum,* L.), respectivamente. Nuestros datos con respecto al tamaño de la fruta y el desarrollo diferían de los resultados reportados por Singh et al. (2010), que obtuvo un mejor tamaño y calidad de las fresas (*Fragaria ananassa del* ×*,* Weston) usando lixiviado en comparación con la fertilización inorgánica. Estas diferencias podrían estar mediados por el carácter contextual y multifactorial de los estudios que comparaban los efectos de la fertilización orgánica y fertilización inorgánica en diferentes cultivos (Patil et al, 2012.); las variaciones ambientales, las características fisicoquímicas del suelo y la calidad del suelo son aspectos clave que generaron variación en los resultados (Patil et al, 2012; Te Pas y Rees, 2014; Khan et al., 2015). Aunque el manejo orgánico no se tradujo en un mayor rendimiento de frutos y el desarrollo, es importante tener en cuenta que el CCT aumenta la dependencia de insumos externos, aumentar el costo del cultivo y pone en peligro el desarrollo de la agricultura sostenible (Koohafkan et al., 2012). Por el contrario, es posible mantener la producción similar a la conseguida usando fertilizantes inorgánicos mediante el uso de vermicomposta. Este fertilizante orgánico reduce la dependencia externa, aumenta la integración de los diversos componentes agroecológicas, y mejorar la salud del suelo (Koohafkan et al, 2012); la promoción de un desarrollo de la agricultura sostenible y el mantenimiento de la fertilidad del suelo uno de los servicios de los ecosistemas principal de los sistemas agroecológicos.

La mortalidad, el crecimiento y la biomasa vegetal

La fertilización con vermicomposta y los lixiviados proporciona ácidos húmicos, que favorecen la absorción de micro y macronutrientes, control de infecciones virales y amortiguar los efectos del estrés de agua, lo que reduce la mortalidad de la planta (Yogev et al., 2009). Además, la aplicación de fertilizantes orgánicos (OTV, OTH), en sistema orgánico, aumenta la tasa de crecimiento de la planta, posiblemente debido a la acción de los microorganismos del suelo que facilitan la disponibilidad de nutrientes y hongos MA simbiosis, que a su vez favorece la absorción de esencial minerales para el crecimiento de plantas (Baum et al., 2015). Sin embargo, el uso de fertilizantes orgánicos puede dar lugar a la asimilación de carbono bajo en las plantas debido a algunos micorrizas del género *Glomus*; esto da lugar a disminución de la reducción de la producción de biomasa arriba del suelo en comparación con los fertilizantes inorgánicos (Dai et al., 2014), como se observa en este estudio. Los hallazgos descritos aquí son consistentes con los resultados reportados por otros cultivos, donde se observó una mayor producción de biomasa aérea para cilantro (*Coriandrum sativum,* L.), trigo (*Triticum* spp) y plantas medicinales en respuesta a la aplicación de fertilizantes inorgánicos en comparación con fertilizantes orgánicos (Dai et al, 2014; Khan et al., 2015). A pesar de la menor producción de biomasa por encima del suelo, la manejo orgánica con vermicomposta favorece el desarrollo y la cantidad de biomasa de raíces en plantas, quizás debido a una mayor disponibilidad de los nutrientes del suelo (Dai et al, 2014). Mediada por hongos MA, a través de su red de micelios que mejoran la absorción de P en el crecimiento de la planta (Verbruggen et al., 2010).

CONCLUSIONES

Los sistemas de agricultura orgánica favorecen la disposición de los nutrientes del suelo que son esenciales para el crecimiento de las plantas y para la producción de tomate verde. En particular, el uso de vermicomposta y los lixiviados aumenta la concentración de fósforo. Además, el manejo orgánico promueve una mayor diversidad y colonización de hongos micorrízicos arbusculares, que interactúan con la planta en la rizósfera y resultan en mayores tasas de crecimiento. Mientras que el desarrollo el cultivo y volumen de producción de tomate son similares al que se obtiene con la agricultura convencional. Por lo tanto, el uso de vermicomposta como fertilizante en los sistemas de agricultura orgánica puede repercutir positivamente en la producción de tomate verde en las zonas de amortiguamiento de las áreas naturales protegidas y esto tiene implicaciones para el futuro desarrollo de la agricultura sostenible en los sistemas de producción agroecológicos.

LITERATURA CITADA

Alayón-Gamboa, J., 2010. Los huertos familiares en Calakmul: Diversidad y Contribución. FomixCampeche 4, 7–11.

Arnhold, S., Lindner, S., Lee, B., Martin, E., Kettering, J., Nguyen, T.T., Koellner, T., Ok, Y.S., Huwe, B., 2014. Conventional and organic farming: Soil erosion and conservation potential for row crop cultivation. Geoderma 219–220, 89–105.

Baum, C., El-Tohamy, W., Gruda, N., 2015. Increasing the productivity and product quality of vegetable crops using arbuscular mycorrhizal fungi: A review. Sci. Hortic. (Amsterdam). 187, 131–141.

Bedada, W., Karltun, E., Lemenih, M., Tolera, M., 2014. Long-term addition of compost and NP fertilizer increases crop yield and improves soil quality in experiments on smallholder farms. Agric. Ecosyst. Environ. 195, 193–201.

Campiglia, E., Mancinelli, R., De Stefanis, E., Pucciarmati, S., Radicetti, E., 2015. The long-term effects of conventional and organic cropping systems, tillage managements and weather conditions on yield and grain quality of durum wheat (Triticum durum Desf.) in the Mediterranean environment of Central Italy. F. Crop. Res. 176, 34–44.

Carrubba, A., 2014. Organic and chemical n fertilization on coriander (coriandrum sativum L.) in a Mediterranean environment. Ind. Crops Prod. 57, 174–187.

Chagnon, P.-L., Bradley, R.L., Maherali, H., Klironomos, J.N., 2013. A trait-based framework to understand life history of mycorrhizal fungi. Trends Plant Sci. 18, 484–91.

Cuadras, C.M., 2014. Nuevos métodos de análisis multivariante, C.M. Cuadr. ed. Barcelona, Spain.

Dai, M., Hamel, C., Bainard, L.D., Arnaud, M. St., Grant, C.A., Lupwayi, N.Z., Malhi, S.S., Lemke, R., 2014. Negative and positive contributions of arbuscular mycorrhizal fungal taxa to wheat production and nutrient uptake efficiency in organic and conventional systems in the Canadian prairie. Soil Biol. Biochem. 74, 156–166.

Doan, T.T., Henry-des-Tureaux, T., Rumpel, C., Janeau, J.-L., Jouquet, P., 2015. Impact of compost, vermicompost and biochar on soil fertility, maize yield and soil erosion in Northern Vietnam: a three year mesocosm experiment. Sci. Total Environ. 514, 147–54.

Douds, D.D., Millner, P.D., 1999. Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems. Agric. Ecosyst. Environ. 74, 77–93.

Gómez, K., Gómez, A., 1983. Statistical procedures for agricultural research, Second Edi. ed. John Wiley & Sons, NY, USA.

Gûemes-Guillen, M.J., Palacios-Álvarez, A., Ramírez-Rojas, S., García-Pérez, F., Salazar-Pedroza, A., Inoue, K., 2001. Guía para cultivar tomate de cáscara en el estado de morelos. INIFAP. Cent. Investig. Reg. del Cent. campo Exp. “Zacatepec” Zacatepec, Morelos, México 19.

Hart, M.M., Reader, R.J., 2002. Taxonomic basis for variation in the colonization strategy of arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytol. 153, 335–344.
INE, 1999. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Calakmul. México DF.
Izadi, H., Kamgar, S., Raufat, M.., Samsami, S., 2014. Mass and volume modeling of tomato based on physical characteristics. Sci. J. Crop Sci. 3(1), 1–8.
Jefwa, J.M., Okoth, S., Wachira, P., Karanja, N., Kahindi, J., Njuguini, S., Ichami, S., Mung'atu, J., Okoth, P., Huising, J., 2012. Impact of land use types and farming practices on occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) Taita-Taveta district in Kenya. Agric. Ecosyst. Environ. 157, 32–39.
Khan, K., Pankaj, U., Verma, S.K., Gupta, A.K., Singh, R.P., Verma, R.K., 2015. Bio-inoculants and vermicompost influence on yield, quality of Andrographis paniculata, and soil properties. Ind. Crops Prod. 70, 404–409.
Koohafkan, P., Altieri, M. a., Gimenez, E.H., 2012. Green Agriculture: foundations for biodiverse, resilient and productive agricultural systems. Int. J. Agric. Sustain. 10, 61–75.
Lazcano, C., Gómez-Brandón, M., Revilla, P., Domínguez, J., 2013. Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function. Biol. Fertil. Soils 49, 723–733.
Mbuthia, L.W., Acosta-Martínez, V., DeBryun, J., Schaeffer, S., Tyler, D., Odoi, E., Mpheshea, M., Walker, F., Eash, N., 2015. Long term tillage, cover crop, and fertilization effects on microbial community structure, activity: Implications for soil quality. Soil Biol. Biochem. 89, 24–34.
Meyer, A.H., Wooldridge, J., Dames, J.F., 2015. Effect of conventional and organic orchard floor management practices on arbuscular mycorrhizal fungi in a "Cripp"s Pink'/M7 apple orchard soil. Agric. Ecosyst. Environ. 213, 114–120.
Moreira, F., Huising, E.J., Bignell., D.E., 2012. Manual de biología de suelos tropicales, Instituto. ed, Instituto Nacional de Ecología, México. México DF.
Morón-Ríos, A., Alayón-Gamboa, J., 2014. Productividad del cultivo de chile jalapeño (Capsicum anuum L.) con manejo orgánico o convencional en Calakmul, Campeche, México. Av. EN Investig. Agropecu. 18, 35–40.
Oksanen, A.J., Blanchet, F.G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., Mcglinn, D., Minchin, P.R., Hara, R.B.O., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szoecs, E., 2017. Package " vegan " Community Ecology.
Palm, C., Blanco-Canqui, H., DeClerck, F., Gatere, L., Grace, P., 2013. Conservation agriculture and ecosystem services: An overview. Agric. Ecosyst. Environ. 19. Patil, S., Reidsma, P., Shah, P., Purushothaman, S., Wolf, J., 2012. Comparing conventional and organic agriculture in Karnataka, India: Where and when can organic farming be sustainable? Land use policy 37, 40–51.
Qin, H., Lu, K., Strong, P.J., Xu, Q., Wu, Q., Xu, Z., Xu, J., Wang, H., 2015. Long-term fertilizer application effects on the soil, root arbuscular mycorrhizal fungi and community composition in rotation agriculture. Appl. Soil Ecol. 89, 35–43. Quinton, J.N., Govers, G., Van Oost, K., Bardgett, R.D., 2010. The impact of agricultural soil erosion on biogeochemical cycling. Nat. Geosci. 3, 311–314. R version 3.1, 2, 2014. "Pumpkin Helmet". Package Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research y Copyright (C) 2014 The R Foundation for Statistical.
Revelle, M.W., 2011. Package ' psych. October.
Salgado-García, S., Palma-López, D., Lagunes-Espinoza, J., Castelán-Estrada, M., 2006. Manual para el muestreo de suelos plantas y aguas e interpretación de análisis., 1a ed, Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco-ISPROTAB. H. Cárdenas,Tabasco, México. Tabasco, México.
Seufert, V., Ramankutty, N., Foley, J. a., 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. Nature 485, 229–232. Singh, R., Sharma, R.R., Kumar, S., Gupta, R.K., Patil, R.T., 2008. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (Fragaria x ananassa Duch.). Bioresour. Technol. 99, 8507–11.
Te Pas, C.M., Rees, R.M., 2014. Analysis of Differences in Productivity, Profitability and Soil

Fertility Between Organic and Conventional Cropping Systems in the Tropics and Sub-tropics. J. Integr. Agric. 13, 2299–2310. Torres-Degró, A., 2011. Tasas de crecimiento poblacional (r): Una mirada desde el modelo matemático lineal, geométrico y exponencial. CIDE Digit. 2, 142–160.
Vega-Frutis, R., Guevara, R., 2009. Different arbuscular mycorrhizal interactions in male and female plants of wild Carica papaya L. Plant Soil 322, 165–176. Verbruggen, E., Röling, W., Gamper, H., Kowalchuk, G., Verhoef, H., van der Heijden, M., 2010. Positive effects of organic farming on below-ground mutualists: Large-scale comparison of mycorrhizal fungal communities in agricultural soils. New Phytol. 186, 968–979.
Yogev, A., Raviv, M., Kritzman, G., Hadar, Y., Cohen, R., Kirshner, B., Katan, J., 2009. Suppression of bacterial canker of tomato by composts. Crop Prot. 28, 97–103.
Zuur, A.F., Ieno, E.N., Elphick, C.S., 2009. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. Methods Ecol. Evol. 1, 3–14.

INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE AGROECOSISTEMAS CAMPESINOS CON PEQUEÑO RIEGO

Ignacio Ocampo-Fletes[47]
Ana Karen Reyes-Reyes[48]
Rene Neri-Noriega[49]
Primo Sánchez-Morales[50]

RESUMEN

Con el surgimiento del desarrollo sostenible inició la era de la sostenibilidad. En la agricultura el reto ha sido lograr la sostenibilidad de los agroecosistemas, por lo que el objetivo del estudio es analizar los indicadores más apropiados para evaluar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas campesinos que manejan pequeñas cantidades de agua para el riego. Para el análisis se seleccionaron tres casos de estudio en sistemas que utilizan agua subterránea y superficial, en tres condiciones agroecológicas del estado de Puebla. Para captar información de campo se utilizaron diferentes técnicas, entre éstas: la encuesta, la entrevista, la observación participante, el transecto y análisis de suelo y agua comparando los resultados (de éstos últimos) con las Normas Mexicanas NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 y NOM-021-SEMARNAT-2000. Como herramientas se utilizaron el MESMIS y el CropWat. Para el primer caso “Canal San Félix” se seleccionaron 27 indicadores, 12 para el segundo “Sociedades de riego El Chamizal y Lázaro Cárdenas” y 19 para el tercero “Cacaloxúchitl de Ayala”. Los resultados muestran que los 9 indicadores ambientales más apropiados están relacionados a la eficiencia del agua y de la tierra, la producción de biomasa, la diversidad ecológica, la calidad del agua y del suelo y la independencia de insumos externos. Los 4 indicadores económicos, están enfocados a la cuantificación de ganancias y a la distribución de costos y ganancias, y los 8 para la dimensión social, se orientan al control social del proceso, la estabilidad del sistema, la participación y la transparencia en el manejo de los recursos económicos. Se concluye que de 58 indicadores analizados, solo 21 son los más apropiados para los sistemas con pequeño riego, por el mayor impacto en la sostenibilidad; se recomienda continuar probando otros, incluyendo los relacionados al consumo de energía.

Palabras clave: agricultura, agroecología, sostenible, medición, agua

INTRODUCCIÓN

El deterioro de la riqueza biológica inició hace unos 10,000 años, cuando los seres humanos comenzaron a elegir ciertas especies de fauna y flora de la biota y a propagarlas (Nevel y Wrigth, 1999). Esta población se hizo sedentaria y comenzó a domesticar animales y cultivar plantas. Se pasó de la revolución agrícola a la revolución industrial que demandó más recursos naturales, energía y mayores concentraciones de mano de obra (Meadows *et al*., 1994).

Las sociedades premodernas se fundamentaron en energías exosomáticas renovables, fuerza motriz humana y animal, eólica o fluvial, mientras la industria moderna se ha basado en recursos fósiles, finitos y no renovables: carbón, petróleo y gas natural. En la agricultura se introdujeron

[47] Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. agroecología_iof@yahoo.com

[48] Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. akmerr@hotmail.com
[49] Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. ren_nr@yahoo.com.mx
[50] Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. primosamo@yahoo.com

cuatro innovaciones importantes: mejora genética, mecanización de las labores, uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, y expansión de los regadíos (Sempere y Riechmann, 2000).

Los síntomas de destrucción de los ecosistemas (sus recursos y ciclos naturales) por el uso irracional de los recursos naturales y el consumo excesivo de energías no renovables no se hicieron esperar. Diferentes estudios revelaron la preocupación por la naturaleza (Toledo, 1989).

Meadows y su equipo de investigadores presentaron en 1972 el informe “los límites del crecimiento”, que examinó en un contexto mundial las interdependencias e interacciones de cinco factores (Meadows *et al*., 1972).

La auténtica mutación civilizatoria del ser humano en la naturaleza, dieron pauta a una nueva forma de recapacitar en el establecimiento de una nueva relación de la sociedad con el medio natural (Sempere y Riechmann, 2000), surgiendo en los setenta el movimiento ambientalista moderno. En diferentes foros de análisis se concluyó que el “Desarrollo Sostenible” es el único camino para armonizar las relaciones sociedad-naturaleza, socializado como “aquel que responde a las necesidades del presente de forma igualitaria pero sin comprometer las posibilidades de sobrevivencia y prosperidad de las generaciones futuras” (WCED, 1987 en Foladori y Tommasino, 2000).

El concepto de sostenibilidad trascendió a todos los ámbitos y actividades humanas para buscar la sostenibilidad de los sistemas socio-productivos. Surgió así la agricultura sostenible bajo los argumentos que la agricultura industrial basada en la “Revolución Verde” ya no es viable, ya que los supuestos de agua abundante, energía barata y clima estable ya no existen; además del fuerte impacto en los recursos naturales, el medio ambiente y en la salud humana (Altieri y Nicholls, 2012).

El análisis de la sostenibilidad de la agricultura sólo es posible estudiando los agroecosistemas, entendidos como los ecosistemas manipulados y alterados por el ser humano con el objeto de producir alimentos. El análisis y manejo sustentable de los agroecosistemas requiere aplicar un enfoque holístico y sistémico (Sarandón, 2014). Debe mantener la distribución equitativa, seguridad y soberanía alimentaria, respeto y revalorización de los valores y saberes locales, asegurar beneficios acordes a las necesidades de las familias, procesos participativos y democráticos, respeto y conservación al medio ambiente (Sarandón y Flores, 2014).

Para aproximarnos al estado de la sostenibilidad se requieren indicadores apropiados y específicos adecuados a cada agroecosistema. “Un indicador describe un proceso específico o un proceso de control” (Masera *et al*., 2000). “Es una variable, seleccionada y cuantificada que nos permite ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable” (Sarandón, 2002 citado por Sarándón *et al*., 2014). No obstante a la existencia de una gran lista de indicadores de las dimensiones ambiental, económica y social (Masera *et al*., 2000) y a los diversos estudios sobre sostenibilidad de los agroecosistemas con diferente escala espacial (Masera y López, 2000; Astier y Hollands, 2005; Sarandón *et al*., 2014) y diversos estudios de caso realizados principalmente en México, Centro y Sudamérica y en menor medida en Norteamérica y Europa (Galván *et al*., 2007) existe la necesidad de avanzar en la generación de indicadores pertinentes a cada agroecosistema.

Sin embargo, la evaluación holística de la sostenibilidad es compleja por la heterogeneidad de agroecosistemas existentes; tan solo en México se reportan 30.2 millones de hectáreas de uso agrícola y se siembran anualmente alrededor de 22 millones; 6.5 millones de hectáreas se consideran de riego. Poco más de la mitad corresponde a distritos de riego y el restante a más

de 40 mil unidades de riego, éstas últimas integradas por asociaciones de usuarios o productores organizados libremente para prestar el servicio de riego con sistemas de gestión autónoma y operar las obras de infraestructura hidráulica (SEMARNAT-CONAGUA, 2016).

Por su prevalencia los sistemas agrícolas campesinos se consideran más sostenibles. En este sentido nos cuestionamos ¿Cuáles son los indicadores más apropiados que prueban la sostenibilidad de los agroecosistemas campesinos que utilizan pequeñas cantidades de agua para el riego?. Basándonos en tres estudios sobre la evaluación de la sostenibilidad en sistemas que utilizan agua superficial y agua de pozo profundo se planteó como objetivo analizar los indicadores más apropiados para evaluar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas campesinos que manejan pequeñas cantidades de agua para el riego de sus cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron tres estudios en contextos diferentes del estado de Puebla. Se seleccionaron sistemas campesinos con pequeño riego y se analizaron con el enfoque agroecológico. Para cada caso se identificaron indicadores ambientales, económicos y sociales. Las características de cada caso son las siguientes:

*Estudio 1. Sostenibilidad del agroecosistema campesino con riego de agua superficial. El caso del canal San Félix, Atlixco, Puebla***.** Se realizó en el municipio de Atlixco, localizado en la parte centro-oeste del estado de Puebla, entre los paralelos 18° 48´ y 19° 00´ de latitud norte y los meridianos 98° 19´ y 98° 36´de longitud oeste, con altitud entre 1,600 y 3,000 m y una precipitación entre 900 y 1,300 mm (INEGI, 2010a). El objeto de estudio fue el sistema de riego "canal San Félix", que pertenece a la subcuenca del río Nexapa de la región hidrológica Balsas. Se realizó un estudio longitudinal del mismo sistema. El canal San Félix conduce agua a seis ejidos (comunidades) y a seis pequeñas propiedades. El volumen teórico es de 452 litros por segundo para regar 1,043.7075 hectáreas para 355 productores. Para generar información de campo se utilizó la encuesta aplicando un muestreo irrestrictivamente aleatorio, resultando una muestra de 48 productores regantes. También se aplicó una encuesta a 93 jóvenes de una Escuela Secundaria Técnica Agropecuaria. Se realizó una entrevista a 44 regantes y autoridades de los diferentes niveles de la organización social. Además se utilizó la observación directa y el transecto. Como herramientas metodológicas se utilizaron el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) propuesto por Masera *et al*. (2000) y el CropWat for Windows. Se midieron 27 indicadores de las dimensiones: ecológica 10, económica 6 y social 11 (Ocampo y González, 2009).

Estudio 2. Sostenibilidad de agroecosistemas campesinos con riego de agua de pozos profundos. Caso de San Pablo Actipan, Puebla. Se realizó en el municipio de Tepeaca en el estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18º 55' y 19º 08' de latitud norte, y los meridianos 97º 48' y 97º 58' de longitud oeste, con altitud entre 2,080 y 2,860 m, rango de precipitación entre 600 y 900 mm (INEGI, 2010b). Se seleccionó la comunidad San Pablo Actipan, por la presencia de 13 pozos profundos, la mayoría son sociedades de riego. Se eligieron 2 sociedades de riego: "El Chamizal" y "Lázaro Cárdenas", en la subcuenca del río Atoyac-Balcón del Diablo en la región hidrológica Balsas (INEGI, 2010b). Fue un estudio transversal entre ambos sistemas. Para generar información se aplicó una entrevista y la observación directa. Como herramienta metodológica se utilizó el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) propuesto por

Masera *et al*. (2000). Se evaluaron 12 indicadores de las dimensiones: ecológica 4, económica 3 y social 5 (Neri *et al*., 2008).

*Estudio 3. Sostenibilidad del sistema del manejo de suelos en agroecosistemas campesinos con riego de agua de canal y de pozo profundo, en Cacaloxúchitl de Ayala, Puebla***.** Se seleccionó la comunidad de Cacaloxúchitl de Ayala, Huaquechula. El municipio se localiza entre los paralelos 18° 39´y 18° 52´de latitud norte y los meridianos 98° 22´y 98° 41´de longitud oeste, con altitud entre 1,200 y 2,100 m, con precipitación entre 800 y 1,100 mm en la subcuenca del río Nexapa, en la región hidrológica Balsas (INEGI, 2010c). Se identificaron tres agroecosistemas (alfalfa, calabacita y gladiola) con diferentes formas de manejo del suelo, diferenciados por el origen del agua de riego: con agua de pozo y con agua de canal. Para cada fuente de agua se seleccionaron dos parcelas por cultivo, 12 en total, estudiando las prácticas que se realizan al suelo; se realizaron análisis de suelo y agua y los resultados se compararon con las Normas Mexicanas NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 y NOM-021-SEMARNAT-2000. La información social y económica se recopiló con una encuesta aplicada a 45 productores. Se midieron 19 indicadores de las dimensiones: ecológica 14, económica 3 y social 2 (Reyes, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La agricultura sostenible debe cumplir objetivos básicos, como: mejorar la salud de los productores y consumidores, mantener la estabilidad del medio ambiente, asegurar ingresos y producir con base a las necesidades (Tommasino, 2005), así como mantener una producción estable y eficiente, seguridad y autosuficiencia alimentaria, uso de prácticas de manejo agroecológicas, preservación de la cultura local, gestión de procesos autogestivos, participación de la comunidad para decidir por su propio desarrollo y conservación y regeneración de los recursos naturales (Altieri y Nicholls, 2000).

Lograr los objetivos de la sostenibilidad requiere indicadores concretos de acuerdo a cada problema específico, la escala espacial del caso en estudio y el acceso y disponibilidad de datos (Masera *et al.,* 2000). Además, cumplir características como: ser integradores, fáciles de medir, tener cierto grado de robustez, ser medibles y entendibles (Dumanski, 1994, citados en Masera *et al.,* 2000).

Los tres casos evaluados tienen escalas y problemas diferentes: El caso de Atlixco tuvo una escala micro-regional (6 comunidades y 6 ranchos) considerando al canal San Félix (agua superficial) como el agroecosistema; el caso de San Pablo Actipan, Tepeaca, fue a un nivel de comunidad, seleccionado 2 sociedades de riego (pozos profundos -agua subterránea-) y el caso de Cacaloxuchilt, también fue a nivel de comunidad, considerando agua superficial (canal) y subterránea (pozo profundo). Por las diferentes escalas y problemas de los agroecosistemas, se seleccionaron 10, 4 y 14 indicadores ambientales, respectivamente (Cuadro 1). Estos indicadores están orientados a medir eficiencia de la productividad, la conservación de los recursos (agua, suelo y vegetación), la diversidad, autosuficiencia y la capacidad de los sistemas y de las estrategias propuestas para ser productivos y sustentables ambientalmente (Masera *et al*., 2000).

Cuadro 1. Indicadores ambientales estudiados en la evaluación de la sostenibilidad de agroecosistemas campesinos con riego en pequeño

Atributo	Indicadores ambientales		
	Sistema con agua superficial "Canal San Félix"	Sistema con agua de pozo profundo Sociedades: "El Chamizal" y "Lázaro Cárdenas"	Sistema con agua superficial y de pozo profundo "Cacaloxúchitl de Ayala"
Productividad	1) Eficiencia en el manejo del agua (%) 2) Eficiencia en el uso del agua (kg/m^3) 3) Volumen de producción (t/año)	1) Volumen de producción (t/ha)	1) Biomasa por hectárea (t/ha)
Estabilidad, resiliencia, confiabilidad	4) Diversidad ecológica (%) 5) Índice de eficiencia de la diversificación (policultivos) (Tasa de Tierra Equivalente) (No. de casos con TTE>1) 6) Cantidad de agua del canal (lps) 7) Calidad del agua del canal (Coliformes fecales) 8) Superficie sembrada y regada (ha/año)	2) Diversidad agrícola (Número de cultivos) 3) Reserva del recurso agua (Vol. Concesionado – Vol. Extraído) 4) Superficie regada (ha regadas)	2) Macrofauna en suelo (Organismos en un m^2) 3) Calidad del suelo (Contaminación: Cd, Cr, Hg, Ni, Pb y V) 4) Calidad del suelo (Propiedades físico-químicas: pH, conductividad eléctrica, P, capacidad de intercambio catiónico, N, Fe, Cu, Zn y Mn) 5) Materia orgánica en el suelo (%) 6) Velocidad de infiltración (Min) 7) Biodiversidad funcional (No. cultivos) 8) Uso de tractor (%) 9) Uso de yunta (%) 10) Aspecto del cultivo (0-100%) 11) Vegetación natural (No. de especies) 12) Agroquímicos para el control de plagas y enfermedades (kg y L) 13) Volumen de fertilizantes por hectárea (kg)

Adaptabilidad	9) Nuevas prácticas tecnológicas de manejo y conservación del agua (Número)		
Equidad			
Autodependencia (autogestión)	10) Grado de dependencia respecto a insumos externos (t/totales)		14) Independencia de agroquímicos (kg/ha)
Total	10	4	14

Fuente: Neri-Noriega *et al*., 2008; Ocampo y González, 2009; Reyes-Reyes, 2014

Los indicadores económicos se han orientado a evaluar la rentabilidad económica de un sistema de manejo, y la principal herramienta es el análisis costo-beneficio (contabilidad costos y beneficios) convertidos en dinero y ajustados en el tiempo, en una perspectiva social o individual; sin embargo, esto ha sido cuestionado por la dificultad de valorar adecuadamente en términos monetarios a las externalidades ambientales (Masera *et al*., 2000). En los tres casos no fue posible superar esta dificultad y se intentó incluir otros indicadores, seleccionando 6, 3 y 3 indicadores para cada uno de los casos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Indicadores económicos estudiados en la evaluación de la sostenibilidad de agroecosistemas campesinos con riego en pequeño

Atributo	Indicadores económicos		
	Sistema con agua superficial "Canal San Félix"	Sistema con agua de pozo profundo Sociedades: "El Chamizal" y "Lázaro Cárdenas"	Sistema con agua superficial y de pozo profundo "Cacaloxúchitl de Ayala"
Productividad	1) Rentabilidad económica (RB/C)	1) Relación Beneficio/Costo (RB/C)	1) Relación Beneficio/Costo (RB/C)
Estabilidad, resiliencia, confiabilidad		2) Factor de potencia (%)	2) Costos por manejo del suelo por hectárea ($/ha)
Adaptabilidad			3) Facilidad para comercializar (%)
Equidad	2) Distribución de recursos (Tierra, mano de obra, maquinaria y equipo) (ha y número) 3) Distribución de costos de la conservación de la infraestructura de riego ($ por grupo)		

	4) Distribución de ingresos ($/productor) 5) Distribución de empleo (No.) 6) Proporción de los beneficios económicos ($ entre interior-exterior)		
Autodependencia (autogestión)		3) Generación de recursos económicos ($)	
Total	6	3	3

Fuente: Fuente: Neri-Noriega *et al*., 2008; Ocampo y González, 2009; Reyes-Reyes, 2014

Los indicadores sociales están orientados a la estimación de beneficios sociales, calidad de vida, mecanismos de resolución de conflictos, capacitación, participación, organización, etc. Algunos son de carácter cualitativo por lo que resulta difícil definir con precisión, comparados con los indicadores de tipo cuantitativo (Masera *et al*., 2000). Para los casos estudiados se analizaron 11, 5 y 2 indicadores, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Indicadores sociales estudiados en la evaluación de la sostenibilidad de agroecosistemas campesinos con riego en pequeño

Atributo	Indicadores sociales		
	Sistema con agua superficial "Canal San Félix"	Sistema con agua de pozo profundo Sociedades: "El Chamizal" y "Lázaro Cárdenas"	Sistema con agua superficial y de pozo profundo "Cacaloxúchitl de Ayala"
Productividad	1) Generación de empleo (No. de empleos/familia)		
Estabilidad, resiliencia, confiabilidad	2) Estabilidad social de la organización de regantes (No. de productores)		
Adaptabilidad	3) Cambios sociales en la gestión de la infraestructura y del agua de riego (No. de productores)	1) Medidas tomadas ante la disminución del volumen de agua (No. de medidas) 2) Disposición al cambio (No. de productores)	1) Capacitación para el manejo del suelo (% de productores)
Equidad	4) Beneficios del sistema (No. de productores con tandeo equitativo) 5) Distribución del trabajo (No. de tareas siempre presentes)	3) Distribución del agua (Sup. regada/ turno)	

	6) Distribución del poder (No. de productores con cargo) 7) Distribución de la democratización (No. de productores con opinión) 8) Igualdad de género (Tareas agrícolas, poder y democracia % H y M)		
Autodependencia (autogestión)	9) Control social del proceso de gestión de la infraestructura y del agua (% de control) 10) Participación social (No. productores) 11) Derechos de propiedad (No. productores)	4) Participación y toma de decisiones (% de productores) 5) Transparencia en el manejo de los recursos económicos (No. de informes)	2) Necesidades de mano de obra (No contratada) (Mano de obra/ha)
Total	11	5	2

Fuente: Fuente: Neri-Noriega *et al*., 2008; Ocampo y González, 2009; Reyes-Reyes, 2014

Transitar de la dimensión filosófica y conceptual a la aplicación real de la sostenibilidad es un tema en construcción y un gran desafío. El análisis de la sostenibilidad de los agroecosistemas requiere metodologías y criterios de evaluación novedosos, que se traduzcan en un análisis más objetivo y cuantificable, que permita detectar los puntos críticos que impiden el logro de la sostenibilidad de los agroecosistemas y proponer medidas correctivas (Sarandón *et al*., 2014).

Del conjunto de 58 indicadores seleccionados, consideramos que 21 son los más apropiados y los que más impactan en la sostenibilidad de los sistemas agrícolas con pequeño riego; para medir la dimensión ambiental, son 9, encauzados a medir la eficiencia del agua y de la tierra, la producción de biomasa, la diversidad ecológica, la calidad del agua y del suelo y la independencia de insumos externos. En la dimensión económica, sólo 4, enfocados a la cuantificación de ganancias y a la distribución de costos y ganancias, y para la dimensión social, 8 indicadores, sobre el control social del proceso, la estabilidad del sistema, la participación y la transparencia en el manejo de los recursos económicos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Indicadores apropiados en la evaluación de la sostenibilidad de agroecosistemas campesinos con riego en pequeño

Atributo	Indicadores		
	Ambientales	Económicos	Sociales
Productividad	1) Eficiencia en el manejo del agua (%) 2) Eficiencia en el uso del agua(kg/m^3) 3) Biomasa por hectárea (t/ha)	1) Rentabilidad económica (RB/C)	

Estabilidad, resiliencia, confiabilidad	4) Diversidad ecológica (%) 5) Índice de eficiencia de la diversificación (policultivos) Tasa de Tierra Equivalente (No. de casos con TTE>1) 6) Cantidad de agua (lps) 7) Calidad del agua (Física-química-bilógica)		1) Estabilidad social de la organización de regantes (No. de productores)
Adaptabilidad	8) Nuevas prácticas tecnológicas de manejo y conservación del agua (No. de prácticas)		2) Cambios sociales en la gestión de la infraestructura y del agua de riego (No. de productores) 3) Medidas tomadas ante la disminución del volumen de agua (No. de medidas)
Equidad		2) Distribución de costos de la conservación de la infraestructura de riego ($ por grupo) 3) Proporción de los beneficios económicos ($ entre interior-exterior)	4) Distribución del trabajo (No. de tareas siempre presentes) 5) Igualdad de género (% de H y M)
Autodependencia (autogestión)	9) Independencia de insumos externos (t, l, y equipo que ingresa)	4) Generación de recursos económicos ($)	6) Control social del proceso de gestión de la infraestructura y del agua (% de control) 7) Participación y toma de decisiones (% de productores) 8) Transparencia en el manejo de los recursos económicos (No. de informes)
Total	9	4	8

Fuente: Fuente: Neri-Noriega *et al*., 2008; Ocampo y González, 2009; Reyes-Reyes, 2014

Sin embargo, estos son algunos indicadores que deben considerarse para este tipo de sistemas agrícolas complejos. Otros estudios han aportado la importancia de otros indicadores. Neri-Ramírez *et al*. (2013) analizó para aguas subterráneas (acuífero) 14 indicadores; 4 pueden incorporarse a la propuesta: volumen de extracción ($hm^3/año^{-1}$), volumen de recarga ($hm^3/año^{-1}$), consumo per cápita (L/persona/año) y el valor económico del agua ($/m^3$). Perevochtchikova (2013) en su propuesta de indicadores ambientales (no agrícolas) sugiere la producción de agua residual (m^3/s) y uso de agua tratada (m^3/s). Mazabel *et al*. (2010) evaluaron 16 indicadores sociales en agricultura de riego, muchos coinciden con los seleccionados en los tres casos presentados, y como un nuevo indicador estudiaron calidad de vida.

Salazar *et al.* (2012) recomiendan indicadores ambientales asociados a la recarga del acuífero (volumen ambiental, clima y factores hidrológicos). Sandoval *et al*. (2011) sugieren (como proceso pero puede ser un indicador) gobernanza ambiental del territorio. Así mismo, Loaiza *et al.* (2011) proponen un modelo para el monitoreo y seguimiento de indicadores de sostenibilidad del recurso hídrico en el sector agrícola, y definen 53 indicadores, entre los que parecen apropiados: la tendencia de la precipitación media, la erosividad de la lluvia, consumo para riego y prácticas de manejo del agua durante periodos de sequía. Pérez *et al*. (2009) utilizaron dos indicadores: Suministro Relativo de Agua (RWS) y Suministro relativo de Agua de Riego (RIS). Por otro lado, Daza *et al*. (2012) evaluaron una microcuenca midiendo 35 indicadores agrupados en Presión-Estado y Respuesta. La mayoría son indicadores semejantes a los estudiados en los tres casos anteriormente analizados.

CONCLUSIONES

El estudio planteó analizar los indicadores más apropiados para evaluar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas campesinos que manejan pequeñas cantidades de agua para el riego. Con base a las tres experiencias podemos concluir que la selección de indicadores es una tarea difícil y que no todo indicador ayuda a interpretar la sostenibilidad. Si bien existen diferentes grupos de indicadores, se deben identificar los más adecuados a cada sistema y probarlos antes de recomendarlos. En los casos analizados de 58 indicadores, 21 son los más apropiados debido al mayor impacto en la sostenibilidad.

Una aproximación a los mejores indicadores de sostenibilidad debe considerar los siguientes aspectos: 1) el marco teórico-conceptual de la sostenibilidad de los agroecosistemas, 2) el tipo y problema del sistema agrícola, 3) la escala y temporalidad, 4) el objetivo que pretende lograr el sistema, y 5) la metodología empleada. Por tratarse de sistemas complejos, requieren un análisis y grupos interdisciplinarios.

Para los sistemas agrícolas con pequeño riego, los indicadores deben considerar la conservación de los recursos naturales de los que dependen (agua, suelo, energía y diversidad), la generación de ingresos considerando las externalidades y la conservación y fortalecimiento de las instituciones sociales, sus procesos y toma de decisiones, tanto para el manejo del agua como para su proceso de producción y mercado.

Se recomienda continuar con estudios específicos y avanzar a una propuesta de indicadores para sistemas agrícolas que usan agua subterránea y otra para sistemas que emplean agua superficial. Es necesario incluir indicadores sobre la energía consumida por el sistema.

LITERATURA CITADA

Altieri M. A. y Nicholls C. 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México, D. F. 250 p.

Altieri M. A. y Nicholls C. 2012. Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. Una contribución a las discusiones de Río + 20 sobre temas a la interface del hambre, la agricultura, y la justicia social y ambiental. SOCLA. 21 p.

Astier M. y Hollands J. 2005. Sustentabilidad y campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica. Mundi-Prensa Libros, s. a.; Mundi-Prensa Barcelona Editorial Aedos, s. a.; Mundi-Prensa México, s. a. de C. V. y GIRA, A. C. México. 262 p.

Daza M. C., Reyes T. A., Loaiza C. W. y Fajardo V. M. P. 2012. Índice de sostenibilidad del recurso hídrico agrícola para la definición de estrategias sostenibles y competitivas en la Microcuenca Centella Dagua - Valle del Cauca. Gestión y Ambiente, 15(2):47-58.

Foladori G. y Tommasino H. 2000. El concepto de desarrollo sustentable treinta años después.

Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 1, p. 41-56.

Galván M. Y., Masera O. y Astier M. 2007. Retos y perspectivas para la evaluación de sustentabilidad: La experiencia con el marco MESMIS. RED-M 2007. Culiacán, Sinaloa, México, 5-8 de noviembre de 2007.

INEGI. 2010a. Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Atlixco, Puebla. Clave geoestadística 21019. 10 p.

INEGI. 2010b. Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tepeaca, Puebla. Clave geoestadística 21164. 10 p.

INEGI. 2010c. Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Huaquechula, Puebla. Clave geoestadística 21069. 10 p.

Loaiza W., Reyes T. A. y Carvajal E. Y. 2011. Modelo para el monitoreo y seguimiento de indicadores de sostenibilidad del recurso hídrico en el sector agrícola. Cuadernos de Geografía. Revista Colombiana, 20(2):77-89.

Masera O., Astier M. y López R. S. 2000. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. Mundi-Prensa México, S. A. de C. V. y GIRA, A. C. México. 109 p.

Masera O. y López R. S. 2000. Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural. Mundi-Prensa México, S. A. de C. V.; GIRA, A. C. y PUMA-UNAM. México. 346 p.

Mazabel D. D. G., Romero J. M. y Hurtado C. M. Á. 2010. La evaluación social de la sustentabilidad en la agricultura de riego. Ra Ximhai, 6(2):199-219.

Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J., Behrens III W. W. 1972. Los límites del crecimiento. Informe al Club de Roma sobre el Predicamento de la Humanidad. Fondo de Cultura Económica. México. 253 p.

Meadows D. H., Meadows D. L. y Randers J. 1994. Más allá de los límites del crecimiento. Tercera edición. Ediciones El País S. A./Aguilar S. A. de Ediciones. Madrid. 355 p.

Nebel B. J. y Wrigth R. T. 1999. Ciencias ambientales. Ecología y desarrollo sostenible. Sexta edición. Prentice Hall. México. 698 p.

Neri N. R., Ocampo F. I., Escobedo C. J. F., Pérez M. A. y Rappo M. S. E. 2008. La sustentabilidad de los sistemas agrícolas con pequeña irrigación. El caso de San Pablo Actipan. Ra Ximhai, 4(2):139-163.

Neri R. E., Rubiños P. J. E., Palacios V. O. L., Oropeza M. J. L., Flores M. H. y Ocampo F. I. 2013. Evaluación de la sustentabilidad del acuífero Cuautitlán-Pachuca mediante el uso de la metodología MESMIS. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, XIX(2):273-285. http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2011.11.086

Ocampo F. I. y González de Molina N. M. 2009. Aplicación del MESMIS como herramienta metodológica para la evaluación de la sustentabilidad del agrosistema con riego en pequeño. Un análisis agroecológico del Canal San Félix, Atlixco, Puebla. En: Ocampo F. I. y Parra I. F. (Coordinadores). Experiencias y aportaciones en la investigación científica y tecnológica para el desarrollo rural. Tomo II. Agroecología e innovaciones tecnológicas. Colegio de Postgraduados y Altres Costa-Amic. pp 15-42.

Perevochtchikova M. 2013. La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. Gestión y política pública, XXII(2):283-312.

Pérez U. L., Camacho P. E., Rodríguez D. J. A. y López L. R. 2009. Gestión sostenible del agua de riego. Analistas Económicos de Andalucía. 129 p.

Reyes R. A. K. 2014. Evaluación de la sostenibilidad del sistema de manejo de suelos, en agroecosistemas campesinos de Cacaloxúchitl de Ayala, Huaquechula, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Postgrado en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional.

Salazar A. A., Moreno V. J. L. y Lutz L. A. N. 2012. Agricultura y manejo sustentable del acuífero de la costa de Hermosillo. Región y Sociedad. Número especial 3:155-179.

Sandoval M. A. y Ospina P. C. E. 2011. Sustentabilidad ambiental en el manejo del agua y del suelo en la producción de berris. Los casos de México y Colombia. Ambiente y Desarrollo, XV(28):99-121.

Sarandón S. J. 2014. El agroecosistema: Un ecosistema modificado. En: Sarandón A. J. y Flores C. C. (editores). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Editorial de la Universidad de La Plata. Buenos Aires, Argentina. pp. 100-130.

Sarandón S. J. y Flores C. C. 2014. Agroeología: El enfoque necesario para una agricultura sustentable. En: Sarandón A. J. y Flores C. C. (editores). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Editorial de la Universidad de La Plata. Buenos Aires, Argentina. pp. 42-69.

Sarandón S. J., Flores C. C., Gargoloff A. y Blandi M. L. 2014. Análisis y evaluación de agroecosistemas: Construcción y aplicación de indicadores. En: Sarandón A. J. y Flores C. C. (editores). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Editorial de la Universidad de La Plata. Buenos Aires, Argentina. pp. 375-410.

SEMARNAT-CONAGUA. 2016. Estadísticas del agua en México, Edición 2016. México, D. F. 276 p.

Sempere J. y Riechmann J. 2000. Sociología y medio ambiente. Editorial Síntesis, S. A. Madrid. 348 p.

Toledo V. M. 1989. Naturaleza, producción, cultura. Ensayos de ecología política. Universidad Veracruzana. México D. F. 157 p.

Tommasino H. 2005. Sustentabilidad rural: desacuerdos y controversias. En: Foladori G. y Pierri N. (Coordinadores) ¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable. Universidad Autónoma de Zacatecas y Porrúa. México D. F. pp. 137-161.

CONSTRUCCIÓN DE AGROECOSISTEMAS RESILIENTES DESDE EL PARADIGMA DE LA COMPLEJIDAD

Mildred Joselyn Mikery-Gutiérrez[51]
Arturo Pérez-Vázquez[1]
Juan Pablo Martínez-Dávila[1]

RESUMEN

La realidad agrícola contemporánea se caracteriza por su alta complejidad. En éste sentido, uno de los aspectos preocupantes es la capacidad de la humanidad para obtener los alimentos y recursos necesarios para vivir en los próximos 30 años. Sobre todo, por la emergencia de eventos inesperados a nivel global que impactan a nivel local, como los relacionados al cambio climático. En este sentido, la resiliencia representa un concepto de frontera en la gestión de riesgos ante eventos como el cambio climático. Desde el análisis de la resiliencia, se busca generar posibles escenarios que permitan la toma de decisiones ante una realidad compleja cambiante. Es así, como el presente documento tiene como objetivo proponer la construcción de agroecosistemas resilientes, desde el enfoque de sistemas complejos. Lo anterior, mediante el análisis teórico, conceptual y metodológico de la investigación en resiliencia y el fenómeno agrícola contemporáneo, comprendido desde el modelo conceptual de agroecosistema y el paradigma de sistemas complejos. Con ello, se obtuvo una propuesta teórica y marco conceptual para abordar la resiliencia de agroecosistemas a diferentes niveles, considerando importante el análisis de cada nivel así como su interacción a nivel global. Se concluye que el pensamiento sistémico complejo de última generación debe ser base para construir agroecosistemas resilientes ante disturbios, como el cambio climático. Para comprender y explicar esa complejidad dada por las múltiples relaciones entre fenómenos de carácter social, ambiental, económico y político. Además, se vislumbra la importancia de emplear nuevas teorías para comprender los problemas de índole agrícola que permitan la generación de investigación y estrategias pertinentes para la construcción de agroecosistemas resilientes a disturbios como los ocasionados por el cambio climático.

PALABRAS CLAVE: Resiliencia, sistemas complejos, cambio climático, diseño de agroecosistemas.

INTRODUCCIÓN

En diferentes ámbitos, la incertidumbre sobre la disponibilidad permanente de los recursos y servicios ambientales; que proveen de materiales, alimentos y los medios de vida a las poblaciones humanas, se ha incrementado en las últimas décadas. Sobre todo, por los cambios graduales y las fluctuaciones repentinas de los factores relacionados con la demografía, el cambio climático, los precios de mercado de insumos y productos, políticas y conflictos geopolíticos, entre otros (Meinke et al., 2009; Gornall et al., 2010).

Ante el escenario complejo anterior, se han propuesto a nivel mundial investigaciones y estrategias de desarrollo para mantener los medios de subsistencia y asegurar el suministro de

[51] Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Postgrado en Agroecosistemas Tropicales.

Joselyn.mikery@colpos.mx, parturo@colpos.mx

alimentos para las poblaciones, así como la provisión de otros servicios ecosistémicos relacionados con los paisajes rurales. En éste sentido, la agroecología y su unidad de estudio, el agroecosistema, han tomado un papel importante en la generación de propuestas para éstos fines.

Al respecto, se ha planteado que los agroecosistemas deben minimizar su vulnerabilidad y ser capaces de adaptarse para ser resistentes a las circunstancias cambiantes de la vida contemporánea, tal como aclara el acuerdo de París, en la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, la necesidad de la comunidad mundial de abordar los efectos del cambio climático en la agricultura, para fortalecer la capacidad de resiliencia e incrementar la seguridad alimentaria a nivel mundial (UNFCCC, 2015).

De esta manera, el concepto de resiliencia ha cobrado especial relevancia, por interpretarse como una herramienta de análisis para determinar los aspectos que influirán en la forma de enfrentar los posibles disturbios. Y que con la integración temprana de la resiliencia en el diseño de los agroecosistemas y en las estructuras reguladoras de la gestión de éstos sistemas, se comprendan los problemas emergentes asociados con la complejidad y la incertidumbre que los atañe, para dilucidar las vías que mejorarán las respuestas ante los disturbios.

Sin embargo, por ser un concepto en reciente desarrollo, la investigación en resiliencia no posee una teoría unificada, ni métodos consolidados para su operacionalización y aplicación, por lo que se requiere un mayor desarrollo en dicha área (Brand y Jax, 2007; Carpenter y Brock, 2008; Strunz, 2012). Por ello, existe la necesidad de complementar la base de conocimientos existente de análisis y gestión de riesgos mediante el desarrollo de marcos y modelos que permitan el análisis, la ingeniería y la gestión de la resiliencia en los agroecosistemas.

Por ello, el objetivo del presente documento es proponer el pensamiento sistémico complejo como base para la construcción de agroecosistemas resilientes ante disturbios. Lo anterior por considerarse el conductor en la formulación de modelos acordes a la realidad agrícola compleja contemporánea.

MÉTODO

Se realizó la revisión de literatura relacionada con: el desarrollo teórico y conceptual de resiliencia, investigaciones en resiliencia de sistemas agrícolas, agroecosistemas, sistemas socio-ecológicos y espacios rurales, en plataformas y gestores de literatura científica como Science Direct, Scopus y Taylor and Francis Group, principalmente. Se analizó y sistematizó la información encontrada junto con la consulta con expertos en el tema y representantes en dependencias, asociados a programas para el desarrollo del sector rural. Lo anterior, para enmarcar la propuesta teórica, conceptual y metodológica de la investigación en resiliencia para los agroecosistemas.

El término construcción, empleado en éste documento, se entiende como el proceso continuo que involucra la planificación para alcanzar agroecosistemas resilientes, lo cual involucra el diagnóstico, diseño o rediseño y evaluación. Asimismo, “construcción” también incluye el cómo el investigador da cuenta de sí mismo, como observador de segundo orden que construye una interpretación de la resiliencia para los agroecosistemas, desde el paradigma de investigación en sistemas complejos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos del análisis descrito anteriormente, a través de tres momentos, el primero, para abordar los aspectos teóricos y conceptuales más relevantes encontrados para interpretar la resiliencia desde los paradigmas de investigación dominantes y cómo es relacionada con el sector agrícola y rural. Como segundo momento, se exponen las principales investigaciones publicadas para estudiar la resiliencia en el sector agrícola y rural y se discute la pertinencia de éstas desde el enfoque de sistemas complejos. Finalmente, se discute la propuesta teórica-conceptual del agroecosistema con los planteamientos de investigación encontrados en resiliencia y se plantea un modelo conceptual para estudiar la resiliencia de los agroecosistemas.

¿Qué es la resiliencia? y ¿cómo se interpreta la resiliencia en el sector agrícola?

Fue frecuente encontrar asociación entre las estrategias desarrolladas para la adaptación a diversos disturbios y el concepto de resiliencia; un concepto tan generalista y abstracto que permite ser aplicado en varias disciplinas y campos de investigación (Walker y Salt, 2006; Vogel *et al*., 2007; Pelling, 2011; Adler *et al.,* 2015), como la psicología (Kaplan, 1999), la ingeniería (Avallone *et al.,* 2007), la ecología (Holling, 1973), la agroecología (Nichols y Altieri, 2013) y la antropología (Escalera y Ruiz, 2011). Con ello, no se posee un marco de investigación de resiliencia único (Nelson *et al.,* 2007; Downes *et al.,* 2013; Aldunce *et al.,* 2015), pero sí una amplia gama de definiciones y características de la capacidad de resiliencia.

Al analizar las investigaciones asociadas con el sector agrícola y rural, se encontraron dos corrientes de pensamiento dominantes de investigación y un paradigma que puede influir de manera transversal sobre una u otra corriente de pensamiento; una corriente está asociada a la ecología y otra deriva de la teoría de los Sistemas Socio-Ecológicos (SSE). Mientras que las ciencias de la sostenibilidad pueden actuar de manera transversal (Miller *et al.,* 2010). Considerando la resiliencia como una propiedad relacionada con la reacción o prevención de un impacto o una presión. Enlazando los principios de adaptación a los retos actuales y futuros, como la política y la gobernanza territorial (Folke et al., 2005).

Desde la ecología emergen las primeras interpretaciones, relacionadas con la capacidad de un sistema ecológico de retornar a su equilibrio después de afrontar una perturbación (Holling, 1973), recuperando su estructura, función y la identidad previas del sistema. A partir de esta definición, el concepto de resiliencia ha desarrollado muchas más perspectivas y aplicaciones (Walker *et al.,* 2004). Tanto que, desde el propio enfoque ecológico, la resiliencia es definida de diferentes maneras; para Holling (1973) es la habilidad de un ecosistema para absorber cambios y persistir, mientras que para Pimm (1984) la resiliencia es la velocidad con la que un ecosistema regresa a su estado original después de una perturbación. Una de las definiciones más difundidas es la propuesta por Walker *et al.,* (2006) la cual menciona que es el potencial de un sistema para permanecer con la estructura original y mantener sus funciones después del cambio o disturbio.

Mientras que desde la teoría de los SSE, se aborda un enfoque holístico, sistémico e integrador del “ser humano en la naturaleza” (Berkes y Folke, 1998). Por tanto, se entiende como un sistema complejo y adaptativo en el que distintos componentes culturales, políticos, sociales, económicos, ecológicos, tecnológicos, entre otros, están interactuando (Resilience Alliance, 2007). Esto implica que el enfoque de gestión no se centra en los componentes del sistema sino en sus relaciones, interacciones y retroalimentaciones.

La relevancia de la teoría de los SSE, radica en la comprensión de los sistemas como sistemas integrados por elementos sociales y ecológicos que se retroalimentan. De esta manera, el estudio de los agroecosistemas desde el paradigma ecológico para generar estrategias de adaptación ante disturbios, es rebasado por los supuestos de la teoría de SSE; los cuales asumen que todos los sistemas sociales tienen algún tipo de interacción con un medio o espacio ecológico determinado, y las decisiones humanas impactarán siempre sobre la dimensión ecológica y viceversa; a diferentes niveles que permiten su autorregulación.

Por tanto, en términos de resiliencia de los socioecosistemas, la coherencia y la persistencia de estos sistemas dependen de las múltiples interacciones entre las partes, de la agregación de los diversos elementos, así como de la capacidad de adaptación o aprendizaje (Holland, 1995). Asimismo, se aborda la resiliencia en cuanto a la capacidad del socio-ecosistema, no solo de recuperarse, sino también de evolucionar (Holling, 1996) y transformarse (Folke *et al.,* 2010).

La resiliencia también se ha se definido como la capacidad de un sistema socio-ecológico para absorber perturbaciones conservando su estructura organizacional y su productividad (Nicholls *et. al.,* 2015). Con lo cual se ha interpretado como la capacidad de un sistema de auto-organizarse y su habilidad para adaptarse al estrés y al cambio después de una perturbación (Cabell y Oelofse, 2012). La cual puede ser considerada como producto de la dinámica de un sistema socio-ecológico cuyos elementos constituyentes se encuentran integrados de manera interdependiente (Adger, 2000).

Por lo tanto, un agroecosistema “resiliente” ha sido definido como aquel capaz de continuar la producción de alimentos al enfrentarse a una sequía severa o al exceso de lluvias. Por el contrario, la vulnerabilidad ha sido definida como la posibilidad de que un agroecosistema pierda biodiversidad, el suelo, el agua o la productividad al enfrentarse a una perturbación o choque externo (Nicholls *et. al.,* 2015). La vulnerabilidad se refiere al grado en que un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos de la variabilidad y los extremos climáticos y denota un estado de susceptibilidad al daño por la exposición al estrés asociado con el cambio ambiental y por la falta de capacidad de adaptación (Folke, 2006).

Con relación a la transversalidad de las ciencias de la sostenibilidad, la resiliencia es propuesta como la capacidad de adaptación y transformación de un sistema socio-ecológico hacia la sostenibilidad futura (Walker y Salt, 2006; Folke *et al.,* 2010). Siendo la sostenibilidad de un socio-ecosistema un elemento dinámico y cambiante (Escalera y Ruiz, 2011), el enlace teórico y metodológico entre resiliencia y sostenibilidad sugiere la implementación de estrategias adaptativas para la transición en los sistemas, de manera que los impactos potenciales dejen de ser una amenaza y pasen a ser futuras partes funcionales del sistema (Labin, 2005).

Los estudios de resiliencia y el enfoque de sistemas complejos

Se exponen las principales investigaciones publicadas para estudiar la resiliencia en el sector agrícola y rural y se discute la pertinencia de éstas desde el enfoque de sistemas complejos,

Autores coinciden en que el desarrollo del marco de los SSE, en gran parte se debe a los avances de la filosofía y la epistemología de la ciencia a lo largo del siglo XX; principalmente por la Teoría General de Sistemas (TGS) y el paradigma de complejidad. Para Berkes *et al.* (2003), el gran salto de la ciencia en las ultimas décadas ha sido el reconocimiento de no linealidad e

incertidumbre existentes en gran parte de los procesos que suceden en Ecología, Economía, y muchos otros ámbitos; entre ellos, los agroecosistemas o los sistemas agroalimentarios.

De tal forma que, la corriente de pensamiento en sistemas complejos articula las ciencias sociales y las ciencias biofísicas (McIntosh *et al*., 2000) para dar paso a SSE como sistemas complejos que poseen características como: no linealidad, incertidumbre, emergencia, escala, y auto-organización (Berkes *et al*., 2003).

Sin embargo, bajo el supuesto que los SSE se comportan como Sistemas Complejos Adaptativos (SCA), con el objetivo de sostenibilidad a largo plazo (Walker *et al.*, 2002), aún con el alto grado de complejidad, la no linealidad y no previsibilidad, estos sistemas no son tan imprevisibles, debido a los ciclos adaptativos que existen en sus dinámicas.

La metáfora de “ciclos adaptativos” tiene su origen en la perspectiva ecológica planteada por Holling (1973, 1992). Y recientemente, se ha afirmado que estos ciclos adaptativos son aplicables a los SSE (Holling, 2001; Walker *et al.*, 2002). Lo cual ha derivado en el estudio de la naturaleza evolutiva de los SCA a través del concepto de panarquía (Holling, 2001).

La panarquía explica la estructura jerárquica en la que los SSE siguen interminables ciclos adaptativos de crecimiento, acumulación, reestructuración y renovación. La identificación de estos ciclos y sus escalas sirven para el fortalecimiento de la resiliencia del sistema y su camino hacia la sostenibilidad (Holling, 2001). Para Folke (2006), el reto del estudio de los SSE reside en el entendimiento de sus retroalimentaciones asociadas a las que causan vulnerabilidad en el sistema, y las que fortalecen la resiliencia del sistema.

Utilizando el marco conceptual de resiliencia socio-ecológica, equipos de investigación en diferentes países de latinoamericanos, han estudiado los sistemas agrícolas y desarrollado una metodología para comprender las características agroecológicas de los sistemas agrícolas y las estrategias sociales utilizadas por agricultores que les permitieron resistir y/o recuperarse de sequías, tormentas, inundaciones o huracanes (Nicholls y Altieri, 2013).

También se ha propuesto como primer paso, para avanzar en la construcción de la resiliencia comprender las características agroecológicas de los sistemas tradicionales y otros sistemas agroecológicos que han resistido la variabilidad con el paso del tiempo (Dewalt, 1994). Con la finalidad de discernir sobre qué principios y mecanismos han permitido a estos sistemas resistir y recuperarse de los diferentes disturbios climáticos que han enfrentado.

Se puede observar que los métodos desarrollados para la comprensión de la resiliencia son variados y debido a la complejidad inherente al estudio de la resiliencia de sistemas adaptativos, es un área aún en desarrollo y construcción; tanto teórica como metodológicamente. Asimismo, en la literatura existen marcos teóricos que promueven el desarrollo de políticas más que el avance y aportes teóricos; tales como el marco de evaluación de la vulnerabilidad y el marco proporcionado por el manejo adaptativo, que se desarrollaron para abordar problemas de gestión o evaluación y no explícitamente para avanzar en el desarrollo de la teoría misma.

Construyendo agroecosistemas resilientes desde su complejidad

Aunque se han propuesto el análisis de riesgos y la gestión del riesgo basados en métodos cuantitativos probabilísticos, ampliamente adoptados y útiles para hacer frente a situaciones de estrés previsibles y calculables; los cuales se han incorporados en las regulaciones y políticas de

las organizaciones y naciones, este enfoque ya no es suficiente para abordar la naturaleza evolutiva de los riesgos en el mundo moderno.

La creciente complejidad e interdependencia de muchas de las redes críticas de la sociedad constituye un desafío fundamental incluso para el análisis de riesgos más completo y sofisticado. Sobre todo, porque la gestión de la resiliencia va más allá de la gestión de riesgos, para abordar las complejidades de los grandes sistemas integrados y la incertidumbre de amenazas futuras, especialmente las relacionadas con el cambio climático (Linkov et al., 2014).

También, además de la conservación de elementos ecológicos y culturales asociados a los estudios y modelos de resiliencia agroecológicos, se requiere integrar otros elementos como el capital humano desde su relación con el agroecosistema pero también con una sociedad que demanda sus productos y servicios influenciado por políticas de desarrollo y una macroeconomía. Por lo cual se propone el avance en la comprensión del concepto de resiliencia de los agroecosistemas y su aplicación, en función de su evolución a través del uso de herramientas teórico-conceptuales y metodológicas del pensamiento sistémico de cuarta generación, como la teoría de Sistemas Sociales Autopoiéticos (SSA), en donde la sociedad es comprendida como un sistema social complejo en el que la función determina la estructura. Lo cual sugiere un cambio considerable en el paradigma dominante regido por el estructural-funcionalismo de la teoría de los SSE.

Ya que, aunque el paradigma de complejidad empleado por el marco de la teoría de SSE ha sido útil para interrelacionar varias disciplinas de ciencias naturales y ciencias sociales y, por tanto, para la comprensión de las dinámicas socio-ecológicas. Se entiende que como un sistema complejo y adaptativo con distintos componentes interactuando, implica adoptar un enfoque centrado en las relaciones, interacciones y retroalimentaciones del sistema, más que en los componentes.

Si se siguen los desarrollos actuales de la teoría de SSA (Luhmann, 1998), se entiende que los sistemas sociales son sistemas cerrados respecto de la comunicación. Lo cual no implica que sean independientes de flujos de materia y energía, pero sí excluye que la información sea algo que esté en el entorno y que el sistema deba introducirlo. La información es un valor del sistema social y gracias a ella se constituye la comunicación, por tanto ésta es autoconstruida. Además, desde ésta perspectiva, la sociedad moderna es una sociedad funcionalmente diferenciada y cada subsistema cumple una función para la sociedad, resuelve un problema de referencia y produce una perspectiva de observación.

Sobre todo, porque la identificación de problemas o disturbios ambientales se entiende también en el marco de esta problematización del conocimiento (Blaikie *et al.*,1994). El ambiente y las propiedades o problemas que se le atribuyen son fruto de operaciones comunicativas realizadas en la sociedad; entendiendo la sociedad como la comunicación que se produce entre los individuos que la integran (Luhmann, 1998).

Es por ello, que se considera apropiada la construcción de un concepto de resiliencia de agroecosistemas basado en la corriente pensamiento Luhmanniana, por considerar que posee los elementos teóricos y epistemológicos más actuales correspondientes al pensamiento de sistemas complejos, para comprender la realidad agrícola contemporánea. Tal como se ha propuesto para la conceptualización misma del agroecosistema y su estudio (Casanova-Pérez, *et al.,* 2016)

Además, en concordancia con teoría de SSA, la resiliencia puede ser vista como una propiedad intrínseca al sistema. El entorno no puede ser resiliente, solo un sistema es resiliente, por lo tanto para hablar de la resiliencia ambiental tenemos que referirnos a la resiliencia del "sistema social" y del "sistema ecológico" o de la relación que surge entre ambos como sistema socio-ecológico. Ésta resiliencia se relaciona con su sensibilidad o irritabilidad, apuntando al grado en que en un sistema se manifiestan afectaciones o modificaciones originadas por perturbaciones externas o internas (Gallopin, 2006), es decir, fruto de su acoplamiento estructural.

Esto a su vez, conduce a diferenciar entre las propiedades del sistema y la exposición a una amenaza externa, a pesar de que es empíricamente posible relacionar la resiliencia con amenazas a su capacidad adaptativa. El concepto de resiliencia visibiliza la relación entre un sistema y un entorno específico a partir de su capacidad de reacción a las amenazas que en él se identifican. Para los sistemas socio-ecológicos, se puede indicar como una amenaza tanto a las perturbaciones sociales como a las ambientales, políticas o económicas, en tanto provocan cambios en algunos de los subsistemas.

De esta manera, la resiliencia se manifiesta como un esquema de observación del acoplamiento estructural entre un sistema y su entorno, la cual enfatiza la capacidad de un sistema para responder de manera adaptativa a diversas perturbaciones del entorno. La resiliencia de un sistema depende, por lo tanto, de las variables que se consideren y las propiedades estructurales observables en un sistema.

Por tal motivo, la resiliencia no es solamente adaptación, sino una disponibilidad generalizada en el sistema para activar cambios estructurales en diversos ámbitos internos en pro de mantener su viabilidad o funcionalidad. Todos los sistemas que se mantienen en el tiempo están en cierto modo adaptados o "maladaptados" (Rappaport, 1977) y todos ellos poseen un acoplamiento estructural con el entorno (de lo contrario desaparecerían), sin embargo no todos los sistemas son resilientes.

Por lo cual, se propone partir de un modelo conceptual de agroecosistema interpretado como: el complejo dinámico de relaciones entre sistemas psíquicos (productores), sistemas sociales-culturales, el sistema ambiente (agroecológico) y sistema económico, para la producción de alimentos y servicios ecosistémicos que la sociedad requiere de manera sostenible.

El cual puede abordarse a diferentes niveles de estudio, sin embargo, para efectos de estudiar la resiliencia, se propone analizar los agroecosistemas a nivel local y regional con la finalidad de distinguir las relaciones entre los elementos que proveen o incrementan la capacidad de respuesta ante eventos como el cambio climático, que se presentan a nivel regional pero con impactos diferenciables a nivel local. Interpretando la resiliencia como

Finalmente, el importante reconocer que por considerarse los SSE "objetos de frontera" (Becker, 2010) se encuentran débilmente estructurados y existen varias interpretaciones para su explicación y análisis en el ámbito transdisciplinario y, por tanto, es necesaria su reestructuración hacia "objetos epistémicos". Por lo que aún se requiere profundizar en la filosofía y epistemología de la resiliencia y de manera particular la resiliencia de los agroecosistemas.

CONCLUSIONES

El pensamiento sistémico complejo de última generación debe considerarse como la base para construir agroecosistemas resilientes ante disturbios, como el cambio climático. Esto para

responder a la realidad agrícola compleja contemporánea, en donde se requiere comprender y explicar esa complejidad dada por las múltiples relaciones entre fenómenos de carácter social, ambiental, económico y político. Además, se vislumbra la importancia de emplear nuevas teorías para comprender los problemas de índole agrícola. Lo anterior, necesario para la generación de investigación a nivel teórico, metodológico y aplicado en estrategias pertinentes para la construcción de agroecosistemas resilientes a disturbios, como los ocasionados por el cambio climático.

LITERATURA CITADA

Adler CE, Aldunce P, Indvik K, Alegría D, Borquez R, Galaz V. 2015. Resilience. In: Ba Bäckstrand K, Lövbrand E (eds) Research handbook on climate governance. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK, pp 491–502.

Adger, W. N. 2000. Social and ecological resilience: are they related? Progress in Human Geography 24 (3):347-364.

Aldunce P, Beilin R, Howden M, Handmer J. 2015. Resilience for disaster risk management in a changing climate: practitioners' frames and practices. Glob Environ Change-Hum Policy Dimens 30:1–11.

Avallone E.A., Baumeister, T., Sadeqh A. 2007. Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers. Mc Graw Hill Professional.

Becker, B. E., Huselid, M. A. 2010. SHRM and job design: Narrowing the divide. J. Organiz. Behav. 31: 379–388.

Berkes, F. y Folke C. 1998. Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. In: Berkes F, Folke C (eds). Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 1–25.

Berkes, F., Colding, J., Folke, C. (Eds.), 2003. Navigating Social–Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Brand, F. S., and K. Jax. 2007. Focusing the meaning(s) of resilience: resilience as a descriptive concept and a boundary object. Ecology and Society 12(1): 23.

Cabell, J. F., and M. Oelofse. 2012. An indicator framework for assessing agroecosystem resilience. Ecology and Society 17(1): 18.

Carpenter, S.R., Brock, W. 2008. Adaptive capacity and traps. Ecology and Society. 13 (2): 40.

Casanova, L., J. Martínez, D., S. López, O., y G. López, R. 2016. De von Bertalanffy a Luhmann : Deconstrucción del concepto "agroecosistema" a través de las generaciones sistémicas. Revista Mad. Revista del Magíster en Análisis Sistémico Aplicado a la Sociedad. 35: 60-74.

Dewalt B. R. 1994. Using indigenous knowledge to improve agriculture and natural resource management. Human Organization 5:23-51.

Downes, B. J., Miller, F., Barnett, J., Glaister, A., & Ellemor, H. 2013. How do we know about resilience? An analysis of empirical research on resilience, and implications for interdisciplinary praxis. Environmental Research Letters, 8(1), 014041.

Escalera, J., y Ruiz-Ballesteros, E. 2011. Resiliencia Socioecológica: aportaciones y retos desde la Antropología. Revista de Antropología Social. 20:109–135.

Folke, C., Olsson, H., Norberg, J. 2005. Adaptive Governance of Social-Ecological Systems. Annual Review of Environment and Resources. 30: 441–473.

Folke, C. 2006. Resilience: The Emergence of a Perspective for Social–Ecological Systems Analyses. Global Environmental Change. 16(3): 253–267.

Folke, C., Carpenter, S.R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., Rockström, J., 2010. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. Ecology and Society 15 (4), 20.

Gallopin, G., C. 2006. Linkages between Vulnerability, Resilience, and Adaptive Capacity. Global Environmental Change. 16: 293 - 303.

Gornall, J., Betts, R., Burke, E., Clark, R., Camp, J., Willett, K., Wiltshire, A. 2010. Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 365: 2973–2989.

Holland, J. H. 2006. Studying Complex Adaptive Systems. Journal of Systems Science and Complexity. 19(1): 1–8.

Holling, C. S. 1973. Resilience and Stability of Ecological Systems. Annual Review of Ecology and Systematics. 4:1-23.

Holling C. S .1996. Engineering resilience versus ecological resilience. In: Schulze P. C, editor. Engineering within ecological constraints. Washington: National Academy Press. pp. 31–44.

Holling, C. S. 2001. Understanding the Complexity of Economic, Ecological and Social Systems. Ecosystems. 4 (5): 390–405.
1992).

Kaplan, H. 1999. Toward an understanding of resilience: A critical review of definitions and models. In: Glantz MD, Johnson JR, editors. Resilience and development: Positive life adaptations. Plenum; New York. pp. 17–83.

Labin, E.F. 2005. Conditions for sustainability of human-environment systems: information, motivation, and capacity. Global Environmental Change. 15: 177-180.

Linkov, I. et al., 2014. Changing the resilience paradigm. Nature Climate Change. 4(6): 407–409.

Luhmann, N.1998. Sistemas sociales. Lineamientos para una teoría general. México D.F.: Anthropos, Universidad Iberoamericana, Pontificia Universidad Javeriana.

McIntosh, R.J., 2000. Social memory in Mande. In: McIntosh, R.J., Tainter, J.A., McIntosh, S.K. (Eds.), The Way the Wind Blows: Climate, History, and Human Action. Columbia University Press, New York, pp. 141–180

Meinke, H., Howden, S. M., Struik, P. C., Nelson, R., Rodriguez, D., & Chapman, S. C. (2009). Adaptation science for agriculture and natural resource management—urgency and theoretical basis. Current Opinion in Environmental Sustainability, 1(1), 69-76.

Miller, F., Osbahr, H., Boyd, E.; Thomalla, F.; Bharwani, S.; Ziervogel, G.; Walker, B.; Birkmann, J.; Van Der Leeuw, S.; Rockström, J.; Hinkel, J.; Downing, J.; Folke, C. Nelson, D. 2010. Resilience and vulnerability: complementary or conflicting concepts?. Ecology and Society, 15 (3), 11.

Nelson, D.R., Adger, W.N., Brown, K. (2007) Adaptation to environmental change: contributions of a resilience framework. Annual Review of Environment and Resources 32, 395.

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. Agroecología, 8(1), 7-20.

Pelling, M., & Manuel-Navarrete, D. (2011). From resilience to transformation: the adaptive cycle in two Mexican urban centers. Ecology and Society, 16(2).

Pimm, S. L. (1984). The complexity and stability of ecosystems. Nature, 307(5949), 321-326.
Rappaport, R. A. 1977. Adaptation and Maladaptation in Social Systems. In: Hill, I (éd), The Ethical Basis of Economic Freedom. Chapel Hill, NC: American Viewpoint. Pp. 39–82.

Resilience Alliance. 2007. Assessing resilience in social-ecological systems: a scientist' workbook. consultado en http://www.resalliance.org/3871.php.

Strunz, S. 2012. Is conceptual vagueness an asset? Arguments from philosophy of science applied to the concept of resilience. Ecological Economics. 76: 112–118.

Vogel, C., Moser, S.C., Kasperson, R.E., Dabelko, G.D. 2007. Linking vulnerability, adaptation, and resilience science to practice: pathways, players, and partnerships. Global Environmental Change - Human and Policy Dimensions 17, 349-364.

Walker, B.H., Carpenter, S.R., Anderies, J.M., Abel, N., Cumming, G.S., Janssen, M.A., Lebel, L., Norberg, J., Peterson, G.D., Pritchard, L., 2002. Resilience management in social–ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. Conservation Ecology. 6 (1), 14.

Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., Kinzig, A. 2004. Resilience, Adaptability and Transformability in Social–ecological Systems. Ecology and Society, 9(2), 5.

Walker, B., Salt, D. 2006. Resilience Thinking. Island Press, Washington DC. Walker, B., Holling, C.S., Carpenter, S., Kinzig, A., 2004. Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. Ecology and Society 9 (2).

Walker, B., Gunderson, L., Kinzig, A., Folke, C., Carpenter, S., Schultz, L. 2006. A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social-ecological systems. Ecology and Society 11, 13.

LA TRADICIÓN AGROECOLÓGICA DE LOS HUERTOS FAMILIARES. LA IMPORTANCIA DE SU CONSERVACIÓN

Jesús Gastón Gutiérrez-Cedillo[1]
José Carmen García-Flores [2]
Roberto Franco-Plata [3]

MESA DE TRABAJO: AGROECOLOGÍA

RESUMEN

Para entender la importancia de los huertos familiares, se realizaron inicialmente los análisis geográfico-espacial, florístico, etonobotánico, biogeográfico y agroecológico; estos permitieron transitar a una fase de diagnóstico, en la que se identificaron los factores que influyen en la permanencia y evolución de estos Agroecosistemas; así como los potenciales y limitaciones que presentan, esto mediante un Análisis FODA. El análisis bajo el Enfoque del Marco Lógico permitió así mismo identificar las relaciones causa-efecto que se presentan en estos sistemas desde los puntos de vista geográfico, económico, social y ambiental.

El estudio se realizó en 12 localidades de tres municipios al sur del Estado de México: Malinalco, Tenancingo y Villa Guerrero. Para complementar los datos obtenidos mediante la observación, se realizaron entrevistas informales, y también se aplicaron entrevistas semiestructuradas a las familias de los 180 huertos, que se seleccionaron para conocer los beneficios sociales y ambientales, sobre la alimentación y la economía familiar, a partir de los huertos familiares.

Los huertos familiares son espacios complejos donde convergen numerosos elementos culturales, ecológicos, sociales y económicos, en los entornos rurales y en la economía de subsistencia. Los productos que se obtienen satisfacen las necesidades básicas de la familia, proveyendo un complemento alimenticio durante todo el año. El huerto es un área de conservación de agrobiodiversidad, que conforman una estrategia de vida importante para estas familias

El mantenimiento de los huertos familiares presenta diversos problemas: la escasez de agua para regar el huerto, la presencia de plagas que afectan al agroecosistema; el abonado orgánico poco frecuente propicia árboles débiles y de lento crecimiento. Una causa del funcionamiento inadecuado de los AEHF es la desigual distribución del trabajo; la limitada transmisión del conocimiento tradicional reduce las técnicas y prácticas para el manejo agroecológico del huerto familiar. Estos problemas repercuten en la pérdida del conocimiento agroecológico tradicional.

PALABRAS CLAVE: agro ecosistemas, conocimiento tradicional, resiliencia socio ambiental, seguridad alimentaria, tradición agroecológica.

[1 y 3] Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México.
[2] Doctorado en Ciencias Ambientales, Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México

INTRODUCCIÓN

Los huertos familiares han sido desarrollados durante cientos de años por comunidades indígenas y campesinas, en los que conservan una amplia variedad de cultivos; ellos tienen árboles, arbustos, hortalizas, tubérculos raíces útiles, pastos y hierbas, Los huertos familiares proveen a las familias de múltiples beneficios sociales, ambientales, ecológicos, económicos y culturales; contribuyen a tener plantas medicinales, condimentos, ornamentales y ceremoniales, para el consumo familiar, venta o intercambio.; son fuente de producción e ingreso a lo largo del año, aún sin el uso de insumos agrícolas sofisticados (GTZ, 2008; Rivas y Rodríguez, 2013; Mariaca, 2012; Magaña 2012; White *et al.,* 2013; Santana *et al*., 2013). Estos espacios también son manejados para la crianza en pequeña escala de animales domésticos, para obtener material combustible, material para construcción y cercos para protección. La composición y uso de los cultivos varía de acuerdo a las circunstancias de viada y necesidades de las familias en áreas rurales.

Usualmente los huertos familiares son resultado de la interacción entre las personas, el suelo, agua, animales y plantas. Constituyen agro ecosistemas sustentables desarrollados durante generaciones en aspectos ecológicos, agronómicos, culturales, sociales y físicos, que son considerados un tipo de sistemas agroforestales (García-Frapolli *et al.,* 2008; Massieu y Chapela, 2007). Los beneficios socioculturales y ambientales aportados por estos agro ecosistemas productivos multifuncionales, pueden convertirse en una importante estrategia de cohesión social y seguridad alimentaria para las familias rurales (Vallejo *et al.* 2013 Bertoni *et al*., 2010), y al mismo tiempo, una forma de preservar los recursos naturales regionales(FAO, 2015; AFAC, 2011).. Ellos representan huna herencia etno ecológica de primer orden, con conocimiento tradicional pasando de generación en generación.

Estos agro ecosistemas tradicionales ofrecen incontables ejemplos de prácticas agrícolas sustentables: 1) Están basados en plantaciones de policultivos; 2) Ellos maximizan la seguridad de los cultivos al usar bajos niveles de tecnología; 3) Tienen adaptación a las condiciones locales y generan limitado impacto ambiental; 4) Contienen variadas técnicas de cultivo y favorecen la adaptación de cultivos silvestres; 5) No dependen mucho de insumos externos tales como pesticidas, fertilizantes e irrigación artificial; 6) Hacen uso extensivo de recursos renovables y localmente disponibles; 7) Generan reciclaje activo de nutrientes; 8) Conservan la diversidad biológica; 9) Usan la producción para enfrentar necesidades locales; 10) Son relativamente independientes de factores económicos externos y 11) Están construidos sobre el conocimiento y la cultura loca l(Gliessman, 2002; Gliessman *et al.,* 2007, Altieri, 2009; Sarandón y Flores, 2014).

Sin embargo en el área estudiada se observa que existe una tendencia a la disminución y desaparición de estos agroecosistemas tradicionales, a pesar de los grandes beneficios que ofrecen a las familias en localidades rurales. Es por esto que hemos realizado diversos estudios enfocados a destacar su relevancia y estamos preparando estrategias académicas y comunitarias participativas para la conservación de esta tradición agroecológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en 12 localidades de tres municipios al sur del Estado de México: Malinalco, Tenancingo y Villa Guerrero. Para complementar los datos obtenidos mediante la observación, se realizaron entrevistas informales, y también se aplicaron entrevistas semiestructuradas a las familias de los 180 huertos, que se seleccionaron para conocer los beneficios sociales y ambientales, sobre la alimentación y la economía familiar, a partir de los huertos familiares.

Análisis de los beneficios que las familias obtienen de los AEHF

Para el análisis de los beneficios sociales que ofrecen los huertos, estos se dividieron en tres grupos: 1) Éticos-estéticos que incluye variables de recreación y paisaje, convivencia y relaciones familiares, organización familiar para el manejo y mantenimiento del huerto, la relación hombre-naturaleza en relación con las nuevas generaciones, y las relaciones comunitarias para el intercambio de alimentos; 2) Científicos-educativos con los que se analiza el conocimiento tradicional, la educación ambiental en los agroecosistemas y permite la investigación sobre los procesos naturales en estos ambientes; 3) Sustentabilidad y seguridad alimentaria como estrategia que favorece en estos aspectos.

Análisis de los factores que afectan la permanencia y su efecto en los huertos familiares

Entre los Factores Antrópicos se consideraron fueron: 1) Subdivisión, 2) Venta, 3) Traspaso por herencia y 4) Falta de agua.La situación de los terrenos y sus factores se analizaron por medio de entrevistas, revisión bibliográfica, observación etnográfica, registro fotográfico y visitas al área

Análisis de la problemática y de las alternativas

Mediante el Análisis FODA y el Análisis bajo el Enfoque del Marco Lógico (EML), se elaboró un diagnóstico de los huertos familiares, con el fin de identificar las potencialidades que presentan los AEHF, como una forma para mejorar la seguridad alimentaria, la conservación de los recursos naturales, la integración familiar y la cohesión social. Se elaboró el diagnóstico de la problemática mediante un análisis FODA, dirigido a identificar la problemática social y ambiental de los huertos familiares; mediante observación directa en campo y entrevistas no estructuradas con la población, se detectaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, como un primer acercamiento para el análisis de los problemas que tienen relación con los AEHF.

El Enfoque del Marco Lógico (EML) está basado en identificar problemas en el estado actual, planteando objetivos, entendidos como la solución a un problema a futuro por medio de estrategias. En este enfoque se describe la transición del estado real actual hacia el estado ideal futuro. En la zona de estudio se elaboró el EML con la finalidad de integrar las estrategias que minimicen los problemas ambientales y socioculturales asociados a los agros ecosistemas con huertos familiares. El análisis de objetivos consiste en la transformación de los problemas en soluciones, por medio de la conversión de las condiciones negativas a positivas. Su elaboración se realizó por jerarquías; al transformar los problemas de mayor importancia, en uno o más objetivos, para hacerlos corresponder. Al proponer objetivos positivos, planteados a partir de las condiciones negativas; lo que siguiendo la lógica de las relaciones, permitió dar sentido y claridad para formular las alternativas.

El análisis de las alternativas se realizó a partir de los tipos de relaciones presentes entre los componentes. Las alternativas incluyen las metas que pueden contener otros objetivos de tipo específico o aquellos que por su importancia se consideren como posibles alternativas que ayudarán a iniciar en el proceso de conservación y establecimiento de los AEHF. Tomando como base el diagnóstico, generado a partir de estos dos análisis (FODA y EML), se elaboró una propuesta para mejorar, conservar o mantener los huertos familiares existentes; así como también la planeación para quienes deseen establecer nuevos huertos familiares, incluyendo prácticas y técnicas adecuadas que sean factibles para que las familias realicen en sus agroecosistemas con huertos familiares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Beneficios socioculturales y ambientales derivados de los huertos familiares

Los motivos por los que las personas tienen y cuidan de su huerto, son principalmente cubrir las necesidades de alimento, esto debido a la cantidad y variedad de árboles, arbustos y herbáceas que presentan los huertos proporcionándoles alimentos que complementan su dieta familiar. De acuerdo a la percepción de las familias, los productos alimenticios que las familias consumen del AEHF les aporta frutas, plantas medicinales para el cuidado de su salud, al igual que condimentos para la preparación de los alimentos; y con menor frecuencia aprovechan hojas, verduras y tallos; así como huevo y leche; lo que evidencia que es un sistema del que se obtiene una variedad de productos alimenticios y medicinales.

Respecto de los beneficios ambientales, la mayoría opina que el huerto les proporciona un clima agradable, ya que al permanecer bajo la sombra de los árboles pueden refugiarse del calor, y logran mantener una temperatura más homogénea durante el día y una humedad que favorece el confort de su vivienda. El aporte de sombra en el huerto les provee con dos funciones principales: genera un microclima confortable en la vivienda y como una forma para mantener la humedad en el agro ecosistema, que es manejado intercalando árboles, arbustos y herbáceas para mantener la cobertura del suelo y así evitar la rápida evapotranspiración. Como refugio para animales silvestres, y también para los pollos y gallinas que crían, los que por las noches se resguardan y protegen en las ramas de los árboles para evitar ser atacados por animales depredadores.

El principal uso que tiene el AEHF para la familia es el de proveer alimentos, sin embargo el espacio es aprovechado para otros fines, como llevar a cabo actividades lúdicas para la recreación familiar, además les sirve de ornamento para la vivienda; dado que las oportunidades de esparcimiento son limitadas en zonas rurales, resalta la importancia de estos sistemas para la recreación de las familias.

Entre los beneficios socioculturales fueron mencionados la utilización de ramas como tutor, que se refiere al hecho de que las familias siembran en la base de un árbol, especies de hortalizas trepadoras, como el chayote, calabaza o chilacayote, de modo que los árboles sirven como soporte para su crecimiento y producción; las personas entrevistadas identifican diversos usos que aplican en otras actividades, funciones relacionadas con diversas técnicas agroecológicas tradicionales que han preservado y variados servicios ambientales que favorecen su productividad y calidad de vida.

En estos agroecosistemas las hojas de los árboles son aprovechadas para tres usos, como cobertura del suelo para mantener la humedad, para la alimentación de animales pequeños como conejos y para la elaboración de composta. Las ramas en algunos huertos son utilizadas para delimitar la propiedad, colocadas como cerca provisional. En pocos huertos los dueños perciben que tienen plantas que pueden ser útiles para repeler plagas, para ello emplean plantas que son aromáticas. Entre otros beneficios ellos entienden que a partir de la acumulación de hojas y con la presencia de árboles y arbustos se puede evitar el crecimiento de hierba y los procesos de erosión.

Con base en la percepción que tienen los poseedores de los AEHF acerca de los beneficios que reciben de sus huertos familiares, ellos opinan que obtienen productos que emplean para consumo familiar, que estos contribuyen a su salud, ya que son productos sanos producidos sin agroquímicos. También perciben como beneficio la generación de aire limpio, y la obtención de

plantas medicinales que les ayudan a tratar sus padecimientos, por lo que favorecen al bienestar familiar. En algunos casos se destacan los beneficios económicos derivados de la venta e intercambio de productos que complementan la dieta familiar.

Además mencionan que reciben beneficios de tipo ético-estético, que les ofrece a la vista la presencia de aves y otros animales silvestres que llegan a comer de los frutos o a dormir durante las tardes, esto lo aprecian como parte de una actividad de esparcimiento y enseñanza a sus hijos para el cuidado de la naturaleza. En la mayoría de los casos la razón principal por la que las personas se encargan del mantenimiento del huerto es porque les gusta; muchos de ellos mencionan como motivación el que obtienen alimentos. Poco más de una cuarta parte de los entrevistados consideran el cuidado del huerto como una actividad lúdica.

El conocimiento tradicional que mantienen y reproducen las familias en los AEHF les ha llevado a generar un manejo cultural, que se ha adquirido por medio de la práctica empírica de estas actividades, basada en la observación continua y sistemática del funcionamiento del agro ecosistema como un proceso natural. Respecto al conocimiento que poseen para el mantenimiento del huerto, 64% de los entrevistados lo recibieron de su padre, porque es una práctica tradicional que pasa de generación en generación de padres a hijos. La transmisión del conocimiento acerca del mantenimiento es compartido por más de la mitad de los poseedores; que lo hacen principalmente con sus hijos, nietos y a veces con sus vecinos. Más del 90% de ellos no ha recibido asesoría para el mantenimiento del agro ecosistema, por ser un conocimiento tradicional en estos municipios, sin embargo 50% de las familias están interesadas en recibir capacitación para mejorar el estado del huerto.

Los beneficios sociales identificados tienen que ver con la interacción familiar y la relación con otras personas ajenas a la vivienda. El huerto familiar les permite a los poseedores del huerto relacionarse con otras personas; más de dos terceras partes de las personas entrevistadas opina que estos agroecosistemas propician la convivencia con los vecinos y con los propios familiares, esto reitera la importancia de los huertos familiares para la cohesión familiar y social. Las formas en las que el huerto permite a las personas relacionarse, en su mayoría se vincula al intercambio de productos, debido a que es una manera en que las familias pueden complementar la dieta familiar con otros alimentos que no producen en su huerto (Cuadro 1).

Cuadro 1. Importancia y beneficios que proporcionan los AEHF

Ámbito	Importancia y beneficios
Económico	Generan bienes (alimenticios, medicinales, ornamentales, rituales) y servicios
	Favorecen el autoconsumo, mejoramiento de la dieta y la seguridad alimentaria
	Permiten la venta e intercambio y disminuyen la vulnerabilidad social
	Favorecen el aprovechamiento de recursos locales
	Requieren poco insumos
	Aportan alimento para los animales domésticos (ahorro)
Ambiental	Propician la Interrelación de los componentes
	Propician una alta diversidad florística
	Favorecen la conservación de la biodiversidad
	Refugio de animales silvestres
	Propician el reciclaje de nutrientes del suelo
	Mantenimiento de la humedad del suelo

	Disminuyen la evaporación del suelo
	Clima agradable en el huerto
	Confort a la vivienda
	Aporte de sombra
	Aire más húmedo
Social	Espacio para la convivencia familiar y comunitaria, y la cohesión social
	Integración familiar para la distribución del trabajo
	Permiten terapia ocupacional para los miembros de la familia
	Esparcimiento y actividad lúdica
	Mejor calidad de vida
	Productos sanos sin agroquímicos
	Plantas medicinales para tratamiento de enfermedades
	Aire puro para su salud
Cultural	Desarrollo de la cultura, porque están presentes costumbres, tradiciones y creencias
	Oportunidad de aprendizaje y enseñanza intergeneracional
	Conocimiento sobre la adaptación y conservación de especies
	Para repeler plagas
	Para evitar malezas
	Cobertura del suelo, alimento de animales domésticos y material para composteo
	Cerco o tutor
	Prevención de erosión

Fuente: Elaboración propia, 2016

Análisis de la problemática mediante el Método FODA y el Enfoque del Marco Lógico

El Análisis de problemas se elaboró a partir de la identificación de las principales dificultades que afectan a los AEHF, se establecieron la jerarquía de los mismos y las relaciones existentes, así como sus causas y sus efectos. Los problemas que se identificaron, se agruparon en cuatro categorías, que representan los procesos que necesitan atención para la permanencia y establecimiento de AEHF, estos tienen que ver con el mantenimiento y el manejo del huerto así como con cuestiones socioeconómicas y socioculturales. Lo cual refleja la disminución y desaparición de los agroecosistemas en los municipios de Malinalco, Tenancingo y Villa Guerrero, Estado de México.

El mantenimiento de los huertos familiares presenta varios problemas: la escasez de agua para regar el huerto, principalmente en la época de sequía es una limitante para las familias, les impide proporcionar el cuidado que requiere; también la presencia de plagas afecta al agroecosistema; el abonado orgánico poco frecuente propicia árboles débiles y de lento crecimiento. Falta crear relaciones entre los componentes del agroecosistema para incrementar el aprovechamiento de los recursos locales disponibles, como el estiércol, composta, la estratificación del huerto y el reciclaje de nutrientes, entre otros. La introducción de especies exóticas podría generar desequilibrio ecológico, al favorecer la presencia de plagas, el aumento del consumo de agua o mayor requerimiento de nutrientes. Todo esto da como resultado la baja productividad del AEHF.

El manejo del huerto familiar se deteriora con escasas prácticas agroecológicas como la elaboración de composta, poda de árboles, deshierbe del huerto y prácticas de control de plagas,

entre otras; esto se asocia a la participación de sólo algunos de los miembros de la familia para llevar a cabo estas prácticas. Una causa del funcionamiento inadecuado de los AEHF es la deficiente distribución del trabajo ya que no se distribuye el trabajo de forma equitativa entre los miembros de la familia, lo que genera el descuido del agroecosistema. El inadecuado manejo de los restos orgánicos provenientes de la cocina y del huerto genera un aspecto de descuido y abandono; la limitada transmisión del conocimiento tradicional reduce las técnicas y prácticas para el manejo agroecológico del huerto familiar. Estos problemas repercuten en la pérdida del conocimiento agroecológico tradicional.

Entre los aspectos socioeconómicos, el crecimiento de la familia y el que los hijos se casen, provoca que les hereden una parte del terreno para que construyan su casa, iniciando un proceso de división del terreno y de cambio de uso de suelo. Los bajos ingresos de la familia pueden orientar a los poseedores a vender el terreno destinado al huerto, o también a priorizar su trabajo y dejar a un lado el cuidado del huerto; con esto se genera una desvalorización del agro ecosistema; además de que se genera desinterés por continuar con la práctica tradicional del huerto familiar. Otro aspecto negativo es el incremento de la emigración hacia las zonas urbanas, que ocurre para buscar mejores oportunidades en la obtención de ingresos. Estos problemas llevan a un proceso de abandono del AEHF.

Entre las cuestiones socioculturales se identificaron una serie de problemáticas, entre ellas el limitado espacio para el huerto familiar, lo que para las familias representa la mayor limitante para tenerlo. El uso frecuente de agroquímicos genera contaminación del agua, aire y suelo, lo que además propicia la disminución de tradiciones ligadas a la cultura local, y el conocimiento sobre la apropiación de la naturaleza. Asociado al uso de agroquímicos, existe una tendencia a favorecer el monocultivo, al eliminar la biodiversidad del suelo y de la vegetación. Las familias llevan a cabo pocas nuevas plantaciones lo que ocasiona que los existentes estén viejos y enfermos; esto se ve reflejado en el riesgo para la permanencia del huerto, ya que no se favorece un proceso de recuperación. Esto resulta en la disminución de los beneficios alimenticios, sociales, ambientales, económicos y culturales que se obtienen del AEHF.

El análisis bajo estos cuatro ejes, permitió agrupar a las problemáticas, a su vez en cuatro temáticas: Conocimiento agroecológico tradicional, Biodiversidad, Mantenimiento del huerto y Superficie del terreno (Cuadro 2).

Cuadro 2. Problemática de los AEHF

Ámbito	Problemática
Conocimiento agroecológico tradicional	Pérdida del conocimiento ecológico tradicional
	Escasas prácticas agroecológicas
	Disminución de tradiciones ligadas a la cultura local, y el conocimiento sobre la apropiación de la naturaleza
	Tendencia a favorecer el monocultivo, al eliminar la biodiversidad del suelo y de la vegetación
Biodiversidad	Se observan árboles viejos y enfermos
	Las familias llevan a cabo pocas nuevas plantaciones; esto se ve reflejado en el riesgo para la permanencia del huerto
	Va en aumento de especies introducidas
	Se observa presencia de plagas
Mantenimiento del huerto	Hay distribución inadecuada del trabajo
	Limitado tiempo destinado al huerto

	Escasez de agua para riego
	Práctica de composteo poco frecuente
Superficie del terreno	Reducción del tamaño del huerto por venta de terreno
	Subdivisión de terrenos al crecer la familia

Fuente: Elaboración propia, 2016

Análisis de los objetivos y de las alternativas mediante el Método FODA y el Enfoque del Marco Lógico

El Análisis de objetivos se realizó considerando los mismo cuatro ejes de análisis: el mantenimiento y el manejo del huerto así como con cuestiones socioeconómicas y las socioculturales. Y se encontró que para contribuir al mantenimiento de los huertos familiares los objetivos deben ser: mejorar el riego mediante sistemas y prácticas eficientes; promover y aplicar control sistemático de plagas para mejorar los árboles, arbustos y herbáceas; promover el abonado orgánico frecuente para tener plantas fuertes y resistentes a plagas, enfermedades y condiciones ambientales adversas. Aumentar la relación de los componentes del agroecosistema para incrementar el aprovechamiento de los recursos locales disponibles, como el estiércol, composta, la estratificación del huerto y el reciclaje de nutrientes, entre otros. Evitar la introducción de especies exóticas, plantar especies locales que están adaptadas al suelo y al clima. El cumplimiento de estos objetivos repercutirá en el aumento de la productividad del AEHF.

Para el manejo del huerto familiar es necesario incorporar nuevas y mejores prácticas agroecológicas como la elaboración de composta, poda de árboles, deshierbe del huerto y prácticas de control de plagas, entre otras. Propiciar una mayor participación de la familia para llevar a cabo estas prácticas. Para lograrlo, será necesario mejorar la distribución del trabajo para el mantenimiento del agroecosistema. Promover el manejo de los restos orgánicos provenientes de la cocina y del huerto beneficiará el abonado del huerto. Será importante promover la transmisión del conocimiento tradicional para el manejo agroecológico del huerto familiar. Con estos objetivos se pretende difundir el conocimiento agroecológico tradicional.

Los objetivos para el aspecto socioeconómico, incluyen preservar el espacio para el huerto y así evitar el proceso de división del terreno y de cambio de uso de suelo. Fomentar la venta de productos del huerto para la generación de ingresos para las familias, generará un aumento en la valorización del agroecosistema, y así aumentará el interés por la permanencia de los AEHF. Un aspecto importante es la generación de estrategias novedosas de autoconsumo y venta que contribuyan en la economía familiar. Como resultado se pretende mejorar el cuidado y valoración del huerto.

En los aspectos socioculturales, es importante optimizar el aprovechamiento del espacio en el AEHF. Para contribuir en el cuidado del ambiente, promover el uso de preparados naturales para el control de plagas. Al favorecer el policultivo del huerto, la diversidad permitirá resistir eventos climáticos extremos. Para ello se requiere incrementar nuevas plantaciones de árboles, arbustos y herbáceas, como parte de un proceso de recuperación y restauración del huerto. Se trabajará en promover el establecimiento de nuevos agroecosistemas para dar continuidad a esta práctica importante para la conservación de los recursos naturales y la seguridad alimentaria de las familias que aún no cuenten con uno. Como meta se plantea optimizar los beneficios alimenticios, sociales, ambientales, económicos y culturales que se obtienen del AEHF.

El análisis bajo estos cuatro ejes, permitió agrupar a las alternativas y estrategias, a su vez en cuatro temáticas: Conservación del conocimiento agroecológico tradicional, Conservación de la

biodiversidad, Mantenimiento del huerto, Difusión y promoción de su importancia social, económica y ambiental (Cuadro 3).

Cuadro 3. Alternativas y estrategias para la conservación de los AEHF	
Ámbito	**Importancia**
Conservación del conocimiento agroecológico tradicional	Promover que se comparta el conocimiento
	Documentar y difundir las relaciones entre los componentes del huerto
	Mejorar el aprovechamiento de los recursos locales
	Optimizar el aprovechamiento del espacio en el AEHF
	Promover el uso de preparados naturales para el control de plagas
Conservación de la biodiversidad	Favorecer el policultivo del huerto, la diversidad permitirá resistir eventos climáticos extremos
	Preservar especies locales
	Plantar árboles jóvenes
Mantenimiento del huerto	Aumento de prácticas agroecológicas
	Mejorar el riego mediante sistemas y prácticas eficientes
	Promover y aplicar control sistemático de plagas
	Promover el abonado orgánico
	Mejorar la distribución del trabajo
	Promover la participación de la familia
	Preservar el espacio para el huerto y así evitar el proceso de división del terreno y de cambio de uso de suelo
	Fomentar la venta de productos del huerto para la generación de ingresos para las familias
Difusión y promoción de su importancia social, económica y ambiental	Organizar grupos y organizaciones para capacitación y asesoría
	Generar un aumento en la valorización del agroecosistema, así generar el interés por la permanencia AEHF
	Generación de estrategias novedosas de autoconsumo y venta que contribuyan en la economía familiar
	Intervención agroecológica para conservar, restaurar e instalar AEHF

Fuente: Elaboración propia, 2016

CONCLUSIONES

Los huertos familiares son espacios complejos donde convergen numerosos elementos culturales, ecológicos, sociales y económicos, en los entornos rurales y en la economía de subsistencia. Los productos alimenticios o de condimento que de ahí se obtienen satisfacen las necesidades básicas de la familia, proveyendo un complemento alimenticio durante todo el año. El huerto es un área de conservación de agrobiodiversidad, y son agroecosistemas que conforman una estrategia de vida importante para estas familias; constituyen una unidad productiva de la familia, en los que su manejo se basa en el conocimiento tradicional del medio, así como en los requerimientos del mercado y la experiencia en cultivar las especies vegetales.

Con la identificación de los problemas ambientales y socioculturales, a partir de las cuatro categorías se puede mencionar que estos procesos están asociados a la disminución y desaparición de la práctica tradicional de los agroecosistemas con huerto familiar en las 12 localidades estudiadas de los tres municipios del Sur del Estado de México. Los agroecosistemas con huertos familiares constituyen un ente de estudio de gran relevancia económica, social y cultural. Estos sistemas se consideran importantes para la seguridad alimentaria, cohesión social y resiliencia ambiental; además de ser una tradición agroecológica de gran importancia para la conservación de la biodiversidad, la cual debe perdurar.

LITERATURA CITADA

AFAC (Agricultura Familiar Agroecológica Campesina). 2011. Agricultura familiar agroecológica campesina en la comunidad andina. Una opción para mejorar la seguridad alimentaria y conservar la biodiversidad. Perú, 54 p.

Altieri, M., 2009. Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. SOCLA. Medellín, Colombia, 65p.

Bertoni, M., López M., 2010. Percepciones sociales ambientales. Valores y actitudes hacia la conservación de la Reserva de Biosfera “Parque Atlántico Mar Chiquita” Argentina. Estudios y Perspectivas en Turismo, 19: 835-849.

FAO. (2015). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La innovación en la agricultura familiar. Roma.

García-Frapolli, E., Toledo V., Martínez-Alier J., 2008. Apropiación de la Naturaleza por una comunidad Maya-Yucateca: Un análisis económico-ecológico. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, 7: 27-42.

Gliessman, S. R., 2002. Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Costa Rica. 359pp.

Gliessman, S. R., Rosado-May F. J., Guadarrama-Zugasti C., Jedlicka J., Cohn A., Mendez V. E., Cohen R., Trujillo L., Bacon C., 2007. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. Ecosistemas, 16 (1): 13-23.

GTZ (Agencia Alemana de Cooperación Técnica), 2008. Huertos familiares: tesoros de diversidad. [Online] http://www2.gtz.de/dokumente/bib/04-5108a4.pdf
Magaña, M., 2012. Etnobotánica de las plantas medicinales en los huertos familiares de Tabasco. *In:* El huerto familiar del sureste de México. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco. ECOSUR, p. 176-196.

Mariaca, R., 2012. El huerto familiar del sureste de México. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco. ECOSUR, 551 p.

Massieu, Y., Chapela F., 2007. Valoración de la biodiversidad y el conocimiento tradicional: ¿un recurso público o privado? *In*: L. Concheiro and F. López (Coord.). Biodiversidad y conocimiento tradicional en la sociedad rural: entre el bien común y la propiedad privada. CEDRSSA, México, p. 339-373.
.

Rivas, G., Rodríguez A., 2013. El huerto familiar: algunas consideraciones para su establecimiento y manejo. Una forma de contribuir a la seguridad alimentaria. CATIE, Costa Rica, 38 p.

Santana, M., Parra M., Salvatierra E., Arce A., Montagnini F., 2013. Políticas turísticas, actores sociales y ecoturismo en la península de Yucatán. Economía, Sociedad y Territorio, 13 (43): 641-674.

Sarandón, S., Flores C., 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. Edulp, Argentina, 466 p.

Vallejo, B., Osorio M., Ramírez I., Nava G., Franco S., 2013. Análisis social sobre los habitantes de la comunidad de La Peñuela, Parque Nacional Nevado de Toluca, México. Estudios y Perspectivas en Turismo, 22 (3): 425-449.
White, L., Juan J., Chávez C., Gutiérrez J., 2013. Flora medicinal en San Nicolás, municipio de Malinalco, Estado de México. Polibótanica, 35: 173-206.

Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A.C.

TRANSMISIÓN DEL NUCLEOPOLIEDROVIRUS (Baculoviridae) POR EL PARASITOIDE *Hyposter didymator* EN EL HUÉSPED *Spodoptera littoralis*.

Juan Alonso Morales-Cabrera[1],
Hanni Kassim Aldebis Albunnai [2]
Franklin B. Martínez-Aguilar[1]
Carlos Ernesto Aguilar-Jiménez[1]
Enrique Vargas-Osuna[2]

RESUMEN

Se realizó un estudio en condiciones de laboratorio para determinar la transmisión del nucleopoliedroviurs de *Spodoptera littoralis* (SlitNPV: Baculoviridae) por hembras del parasitoide *Hyposoter didymator* y su comportamiento de oviposición preferencial ante huéspedes de *S. littoralis* infectados y no infectados por el virus. Para los estudios de transmisión inicialmente se emplearon hembras provenientes de una cría de laboratorio y posteriormente hembras que provenían de huéspedes infectados. En cambio, para los estudios de la discriminación, se usaron larvas de *S. littoralis* no infectadas e infectadas 24 h antes del experimento, usando un marcaje en los huéspedes para poder distinguir entre ellos. Los resultados indicaron que *H. didymator* no trasmite el SlitNPV, lo que beneficia al parasitoide, debido al efecto negativo que presenta en la supervivencia de este ichneumónido en huéspedes parasitados e infectados. Por otro lado, *H. didymator* no discriminó entre huéspedes infectados y no infectados por lo que resulta en una pérdida de potencial biótico por parte del parasitoide.

Palabras clave: Discriminación, oviposición preferencial, Ichneumonidae, Noctuidae

INTRODUCCIÓN

La transmisión juega un papel central en la ecologia de los baculovirus y en la dinámica de población de sus huéspedes. Ésta puede ser horizontal o vertical (Ming Zhe et al., 2005): la primera se da en la misma fase de desarrollo del huésped (larva a larva), cuando el insecto infectado muere sobre la planta dispersando el patógeno (Hunter-Fujita, et al., 1998; Watanabe, 1987); mientras que la segunda se presenta entre distintas fases del huésped (adulto a huevo), cuando la hembra infectada puede distribuir huevos contaminados con virus (Watanabe, 1987). No obstante, la transmisión del patógeno puede darse también a través de enemigos naturales del huésped.

[1]Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas, Apartado Postal No. 78, Villaflores, Chiapas, 30470, México. acabrera@unach.mx
[2] Entomología Agroforestal, Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales, Universidad de Córdoba, Campus Rabanales, Edificio Celestino Mutis. 14071 Córdoba, España.

La transmisión de los virus por parasitoides puede ser dos tipos: mecánica y biológica. La primera es la translocación de los virus por contaminación externa de partes del cuerpo que entran en contacto con las fuentes alimenticias del huésped (Beegle & Oatman, 1975); la segunda, cuando la translocación de los virus es el resultado de la inoculación directa del huésped a través del ovipositor contaminado con el patógeno (Beegle & Oatman, 1975; Caballero et al., 1990; López

et al., 2002). Ambas formas de trasmisión representan un beneficio para el patógeno pero puede constituir un perjuicio para el parasitoide por mortalidad indirecta de éste dentro del huésped infectado (Escribano et al., 2000; Hotchkin & Kaya, 1983). Esta ventaja aparente del virus puede derivar en la generación y matenimiento de epizootias con un efecto potencialmente negativo sobre las poblaciones de partasitoides. Sin embargo, este probable éxito en la dispersión del virus puede estar sujeto a la capacidad adaptativa o selectiva del parasitoide a través de la oviposición preferencial entre un huésped sano y uno infectado, como sucede con el parasitoide *Ametadoria misella* que resulta en una mayor supervivencia del parasitoide (Stark et al., 1999).

En esta investigación se estudia, por tanto, no solo la posible transmisión de SlitNPV por parte del endopoarasitoide *Hyposoter didymator* en larvas de *Spodoptera littoralis*, sino también su comportamiento de oviposición preferencial ante huéspedes sanos e infectados por el SlitNPV, para un mejor entendimiento de la relación virus-huésped-parasitoide en lo que se refiere a la dispersión del patógeno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los insectos

Las larvas de *S. littoralis* fueron obtenidas de la población establecida en el insectario de Entomología Agroforestal (Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales) de la Universidad de Córdoba y mantenidas con dieta artificial (Poitout & Bues, 1974) modificada por Santiago-Alvarez (1977) que se preparó de acuerdo al método descrito por Vargas-Osuna (1985). La cría de este insecto se lleva a cabo siguiendo el método puesto a punto en el laboratorio de Entomología Agroforestal.

El parasitoide *H. didymator* fue suministrado por el laboratorio del INRA Montpellier Francia, en donde se mantiene una población que proviene de larvas de *S. littoralis* recogidas en poblaciones de campo en Andalucía. Además, se realizaron introducciones del parasitoide procedentes de poblaciones larvarias de *Helicoverpa armigera* en cultivos de algodón del Valle del Guadalquivir.

La cría de este parasitoide se llevo a cabo en larvas de *S. littoralis* y en condiciones de insectario (T 26±2ºC, HR 65±5% y Fotoperiodo de 16h de luz), siguiendo el método desarrollado en el Laboratorio de Entomología Agroforestal (Sánchez-Torres, 2005).

El baculovirus

El nucleopoliedrovirus de *S. littoralis* (SlitNPV) es un aislamiento marroquí, procedente de larvas de *S. littoralis*, que ha sido multiplicado en esta especie y obtenido, por centrifugación diferencial en gradiente discontínuo de sacarosa, como una suspención acuosa que contiene 2.9×10^8 OB/ml (Maracajá, 1995).
Método para el estudio de la discriminación por las hembras de *H. didymator* entre larvas de *S. littoralis* sanas e infectadas por el SlitNPV.

Larvas del segundo estadio de *S. littoralis* y 10 hembras del parasitoide de 3 días de edad y con experiencia en ovipositar fueron utilizados en este ensayo.

Cada una de las hembras junto con dos machos se colocaron en una caja de plástico de 12 cm de diámetro y 5 cm de altura, en donde se les ofrececieron de 20 a 24 larvas, de las cuales la

mitad fueron larvas sanas y la otra mitad larvas inoculadas (por el método de disco de hoja) un día antes con el SlitNPV a una concentración de $2.1x10^4$ OB/ml.
La distinción entre larvas sanas y larvas inoculadas con el virus se hizo mediante marcaje con tinta en la parte dorsal de tegumento. En los grupos de larvas expuestas a 5 de las hembras se marcaron las sanas y en los otros grupos se marcaron las larvas inoculadas con el virus. De esta forma se evitó la posible influencia del marcaje en el experimento.

Un día después del ofrecimiento de las larvas a la hembra del parasitoide, se identificaban las larvas marcadas y se colocaban con dieta artificial en un caja de plástico de 35 mm de diámetro 18 mm de altura; se hizo lo mismo con las larvas no marcadas. Varios días después se procedió a la disección de las larvas para detectar la parasitación a través del microscopio estereoscópico.

Los porcentajes de parasitación de las larvas tratadas con SlitNPV y de las no tratadas, una vez transformados mediante la función angular (y = arcoseno $\sqrt{x}$), fueron comparados por la t de Student.

Método para el estudio de la transmisión del SlitNPV por las hembras del parasitoide.

Hembras que emergen de larvas de *S. littoralis* infectadas con el SlitNPV.

Las hembras de *H. didymator* que se utilizaron en este ensayo son las que provenían de los experimentos realizados en el ensayo de desarrollo y supervivencia del parasitoide en huéspedes infectados con el virus.

Las hembras que emergieron fueron puestas a copular con dos machos provenientes de la cría y un día después se pusieron durante 24 horas con 12 larvas sanas del segundo estadio de *S. littoralis* en cajas de plástico de 12 cm de diámetro y 5 cm de altura, procediendo después a su individualización en cajas de 35 mm de diámetro y 18 mm de altura y mantenimiento con dieta artificial sin formalina. Estas mismas hembras se expusieron nuevamente durante 24 horas a un segundo grupo de larvas sanas similar al primero, procediendo a la individualización de larvas como en el caso anterior. Esto último, fue con el propósito de conocer, en caso de transmisión del virus al primer grupo, si existe una transmisión posterior.

Tanto las larvas del primer grupo como las del segundo se revisaron periódicamente hasta la muerte, emergencia del parasitoide o hasta la pupación o emergencia del adulto de *S. littoralis*. Las larvas de *S. littoralis* registradas como muertas se conservaron en cámara frigorífica para su posterior disección y observación en microscopio estereoscópico donde se determinó si estaban parasitadas. Así mismo, para saber si han sido infectadas por el SlitNPV, muestras de sus tejidos fueron examinadas bajo microscopio óptico en contraste de fases para la observación de los cuerpos de inclusión poliédricos característicos de este grupo de virus.

Hembras que han parasitado larvas infectadas con el SlitNPV.

Para ajustar la metodología del bioensayo, en cuanto a los periodos de exposición de las larvas a las hembras del parasitoide, se realizó una ensayo previo para conocer la actividad de puesta durante la fase de oscuridad y de luz. Se utilizó un grupo de 5 hembras con experiencia previa de oviposición,a las que se le ofrecieron larvas de *S. littoralis* durante estas dos fases. La fase oscura se hizo de forma artificial utilizando una caja de cartón cubierta con plástico negro y evitando la entrada de la luz. Cada una de las hembras, junto con dos machos y siete larvas de

segundo estadio de *S. littoralis*, fue introducida en una caja de plástico de 12 cm de diámetro y 5 cm de altura, durante periodos de 6 horas en cada una de las fases, iniciando con la fase de oscuridad. El ensayo fue realizado en condiciones de insectario. Transcurrido el periodo de parasitación, las larvas del huésped se individualizaron en cajas de plástico (35 mm de diámetro y 18 mm de altura) con dieta artificial durante unos días para un mejor diagnóstico de la parasitación al ser más visible el parásito por su mayor desarrollo. Debido a que no hubó parasitación en la fase oscura se optó por realizar el ensayo de transmisión durante la fase de luz.

Se hizo también un prueba preliminar para determinar si larvas de *S. littoralis* que son expuestas a la parasitación una vez transcurridas de 24 horas después de la inoculación con el SlitNPV son adecuadas para el ensayo. Para ello, larvas del segundo estadio de *S. littoralis* fueron inoculadas con una concentración del virus de $2{,}1x10^5$ OB/ml y después de 24 horas fueron examinadas. Las larvas se diseccionaron y muestras de sus tejidos fueron observados bajo microscopio óptico en contraste de fases para determinar si no se habían producido todavía cuerpos de inclusión. Los diagnósticos realizados confirmaron la ausencia de poliedros en los tejidos larvarios, lo que indica que el baculovirus se encuentra en forma de viriones libres en la hemolinfa, es decir, en la fase viable para ser transmitido.

Para el bioensayo de transmisión del baculovirus se utilizaron 12 hembras del parasitoide previamente copuladas y con experiencia en ovipositar. Cada hembra fue introducida en una caja de plástico de 12 cm de diámetro y 5 cm de altura, en donde se le ofreció durante 6 horas seis larvas del segundo estadio de *S. littoralis* que habían sido previamente inoculadas con el baculovirus. Seguidamente, se le ofreció a cada hembra 6 larvas sanas del mismo estadio de desarrollo y durante el mismo periodo de tiempo. El primer grupo de larvas fueron diseccionadas para verificar que se había producido la oviposición. Con el segundo grupo de larvas se procedió a su individualización en cajas de plástico de 28 mm de díametro y 14 mm de altura con dieta artificial sin formalina. Se hicieron controles periódicos hasta la muerte de estas larvas, emergencia del parasitoide o la formación de la pupa o emergencia del adulto de *S. littoralis*. Las larvas muertas se diseccionaron para observar la parasitación y se determinó la presencia o no de los poliedros característicos del virus a través del microscopio óptico en contraste de fases.

RESULTADOS

Discriminación de hembras de Hyposoter didymator entre huéspedes sanos e infectados con el SlitNPV

La mayoría de la hembras del *H. didymator* pusieron más huevos en larvas sanas que en las tratadas con el SlitNPV (Tabla 1). Sin embargo, en terminos proporcionales, no fue encontrada diferencia estadística (P = 0.317, t de Student), por lo que el parasitoide no discrimina entre huéspedes sanos e infectados con el SlitNPV.

Tabla 1. Porcentaje de parasitación de *Hyposoter didymator* en larvas de *Spodoptera littoralis* sanas e infectadas con SlitNPV.

Hembra	Testigo			SlitNPV		
	Parasitada	No parasitada	%	Parasitada	No parasitada	%
1	2	6	25.00	2	7	22.22
2	9	1	90.00	2	5	28.57
3	4	4	50.00	9	2	81.81
4	6	4	60.00	4	5	44.44
5	5	5	50.00	7	2	77.77
6	4	5	44,44	2	8	20.00
7	9	1	90.00	4	4	50.00
8	4	6	40.00	2	7	22.22
9	10	0	100	8	0	100
10	7	3	70.00	7	2	77.77

Transmisión del SlitNPV por el parasitoide H. didymator que emergen de larvas de S. littoralis infectadas con SlitNPV

No se observó cuerpo de inclusión en ninguna de las larvas de *S. littoralis* que murieron antes de la emergencia de la larva del parasitoide, tras ser expuestas a hembras de *H. didymator* que provenían de huéspedes infectados con el SlitNPV (Tabla 2).

Tabla 2. Resultado del examen de las larvas de *S. littoralis* que fueron expuestas (en dos grupos sucesivos durante 24 horas) a hembras de *Hyposoter didymator* emergidas de larvas infectadas con SlitNPV.

Hembra	Primera puesta			Segunda puesta		
	Parasitada			parasitada		
	N	s	virus	N	s	virus
1	10	2	no	12	7	no
2	10	4	no	10	0	no
3	12	0	no	13	0	no
4	11	0	no	12	0	no
5	14	14	no	13	11	no
6	12	8	no	10	10	no
7	11	0	no	12	0	no
8	13	7	no	11	2	no
9	14	0	no	13	0	no
10	12	7	no	12	9	no

Transmisión del SlitNPV por el parasitoide H. didymator que previamente ha parasitado en larvas de S. littoralis infectadas con SlitNPV

Cuando las hembras del parasitoide provenientes de la cría parasitaron a larvas infectadas con SlitNPV un día antes y posteriormente lo hicieron en larvas sanas, no transmitieron el patógeno a estos últimos (Tabla 3), no encontrándose presencia de los poliedros característicos de los nucleopoliedrovirus.

Tabla 3. Resultado del examen de larvas de *Spodoptera littoralis* expuestas durante 6 horas a hembras de *H. didymator*, tanto el primer grupo de larvas previamente infectadas con SlitNPV como el segundo de larvas no infectadas.

Hembra	Primera puesta en huéspedes infectados con SlitNPV			Segunda puesta en huéspedes sanos		
	N	parasitadas	Virus	N	parasitadas	virus
1	6	6	si	5	5	no
2	7	5	si	6	2	no
3	6	4	si	6	4	no
4	6	2	si	6	1	no
5	6	6	si	5	2	no
6	6	6	si	6	6	no
7	6	0	si	6	0	no
8	6	6	si	6	6	no
9	6	4	si	6	1	no
10	6	6	si	6	6	no
11	6	4	si	6	4	no
12	4	3	si	6	4	no

En un tratamiento testigo tampoco se detectó presencia del virus en larvas de *S. littoralis* expuestas a hembras de *H.didymator* que habían parasitado previamente a huéspedes sanos.

DISCUSIÓN

La transmisíon de virus por parasitoides puede darse a través del ovipositor de las hembras cuando es introducido en un húesped enfermo y subsecuentemente en un huésped sano, como se ha puesto de manifiesto en los ichneumónidos *Eiphosoma vitticole* (López et al., 2002) e *Hyposoter exiguae* (Beegle & Oatman, 1975) y los bracónidos *Apanteles telengai*, *Aleiodes gasteratus* y *Campoletis annulata* (Caballero et al., 1991). Sin embargo, nuestros datos indican que el parasitoide *H. didymator* no transmite de esta forma el nucleopoliedrovirus al huésped *S. littoralis*, como también ocurre con los bracónidos *Meteorus pulchricornis* (Nguyen et al., 2005) y *Campoletis sonorensis* (Escribano et al., 2000) y el taquínido *Voria ruralis* (Vail, 1980). Se ha encontrado que un menor tamaño de ovipositor puede estar correlacionado con una tasa más baja de transmisión de un ascovirus por parte del parasitoide *Cardiochiles nigriceps* (Tillman, 2004).

Cuando la hembra del parasitoide que emerge de huéspedes infectados transmite el virus a otro huésped, puede ser considerada como un agente dispersor y puede incrementar la efectividad del virus, lo que no sucede con las hembras del parasitoide *H. didymator* que provenían de huéspedes de *S. littoralis* infectados con el SlitNPV. Resultados similares han sido encontrados con el parasitoide *M. pulchricornis* en larvas de *S. litura* (Nguyen et al., 2005), así como con el ichneumónido *Eiphosoma vitticolle* Cresson en larvas de *S. frugiperda* que no transmitió en esta forma el virus iridescente en invertebrados (López et al., 2002).

Por otra parte, *H. didymator* no fue capaz de discriminar entre huéspedes sanos y huéspedes infectados un día antes con SlitNPV, permitiendo la competencia interespecífica del parasitide con el baculovirus en el mismo huésped en condiciones naturales, que puede representar en un severo coste para el parasitoide. Esta conducta oviposicional con relación a la infección viral ha sido también encontrada en los parasitoides *C. sonorensis* (Escribano, et al., 2000) y *H. exiguae* (Beegle & Oatman, 1975).

Según Tillman & Powell (1992 a; b). las hembras de *H. didymator* no muestran preferencia oviposicional entre huéspedes no parasitados y huéspedes parasitados recientemente por otra especie de parasitoide, pero sí es capaz de evitar el superparasitismo discriminando huéspedes parasitados recientemente por otras hembras de la misma especie, lo que sugiere que la hembra de este parasitoide responde más a una marca química que a un cambio fisiológico del huésped. Sin embargo, la discriminación interespecífica fue dependiente del tiempo, lo que puede atribuirse a la condición fisiológica de huésped alterada por el parasitoide. Esto también puede ocurrir con un patógeno, como *Cotesia kariyai* que rechazó significativamente más larvas de *Pseudaletia separata* infectadas cinco días antes con entomopoxvirus que las no infectadas (Kyeipoku & Kunimi, 1997).

Una respuesta de discriminación causada por una marca química puede ser el caso del parasitoide *Microplitis rufiventris* que presenta una preferencia altamente significativa de huéspedes de *S. littoralis* infectados con un granulovirus, frente a huéspedes parasitados por la misma especie sin el virus (Hegazi & Abd-Allah, 2004) y por lo visto por el endoparasitoide solitario *Venturia canescens* que no exhibió diferencia alguna en contacto o exploración entre huéspedes de *Plodia interpunctella* sanos e infectados con granulovirus, aunque la conducta de oviposición fue influenciada por el nivel de infección (Sait et al., 1996).

La ausencia de transmisión biológica o mecánica del nucleopoliedrovirus por *H. didymator* no es ventajoso para el virus, pero sí beneficia al parasitoide, debido al efecto negativo que presenta en la supervivencia de este ichneumónido cuando la infección es más cercana a la parasitación (Cabrera, 2008). Por el contrario, la ausencia de discriminación de esta especie entre huéspedes infectados y no infectados, resulta en una pérdida de potencial biótico no deseable en un enemigo natural.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) por la beca otorgada (UNACH-B-138) y a la Universidad Autónoma de Chiapas por el apoyo, ambos a J.A.M Cabrera.

LITERATURA CITADA

Beegle, C.C. & E.R. Oatman. 1975. Effect o a Nuclear Polyhedrosis Virus on the relationship between *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) and the parasite, *Hyposoter exiguae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *J. Invertebr. Pathol*., 25: 59-71.

Caballero, P.; E.Vargas-Osuna & C. Santiago-Alvarez. 1990. Development of *Apanteles telengai* (Hym., Braconidae) and *Campoletis annulata* (Hym., Ichneumonidae) in granulosis virus (GV) infected *Agrotis segetum* (Lep., Noctuidae) larvae. *J. Appl. Ent*., 110: 358-364.

Caballero, P.; E.Vargas-Osuna & C. Santiago-Alvarez. 1991. Parasitization of granulosis-virus infected and noninfected *Agrotis-segetum* larvae and the virus transmission by 3 hymenopteran parasitoids. *Entomologia experimentalis et applicata*, 58 (1): 55-60.

Cabrera, J.A.M. 2008. Acción conjunta del parasitoide *Hyposoter didymator* (Hymenoptera: Ichneumonidae) y Nucleopoliedrovirus como agentes naturales de control de *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis doctoral. Universidad de Córdoba, España. 107 p.

Escribano, A.; T. Williams; D. Goulson; R.D. Cave & P. Caballero. 2000. Parasitoid-pathogen-pest interaction of *Chelonus insularis*, *Campoletis Sonorensis*, and Nucleopolyhedrovirus in *Spodoptera frugiperda* larvae. *Biological Control*, 19: 265-273.

Hegazi, E.M. & L.M.Z.A. Abd-Allah. 2004. Ovipositional discrimination by *Microplitis rufiventris* females between healthy and granulosis virus-infected *Spodptera littoralis* larvae. *J. App Entomol*., 128 (1): 11-16.

Hotchkin, P.G. & H.K. Kaya. 1983. Interactions between two baculoviruses and several insect parasites. *Can. Ent*., 115: 841-846.

Hunter-Fujita, F.R.; P.F. Entwistle; H.F. Evans & N.E. Crook. 1998. *Insect Virus and Pest Management*. John Wiley & Sons Ltd., England. pp. 3-26; 31-69.

KyeiPoku, G.K. & Y. Kunimi. 1997. Effect of entomopoxvirus infection of *Pseudaletia separata* larvae on the oviposition behavior of *Cotesia kariyai*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 83 (1): 93-97.

López, M.; J.C. Rojas; R. Vandame & T. Williams. 2002. Parasitoid-mediated transmission of an Iridescent Virus. *J. Invertebr. Pathol*., 80: 160-170.

Maracajá. 1995. Estudio comparativo de la morfología y del poder insecticida de baculovirus producidos in vivo sobre hospedantes primarios y alternativos. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.

Ming Zhe, Z.; S. Xiu Lian; S. Xin Cheng; J.M. Vlak; H. Zhi Hong & W. Werf. 2005. Horizontal and vertical transmission of wild-type and recombinant *Helicoverpa armigera* single-nucleocapsid nucleopolyhedrovirus. *J. Invertebr. Pathol*., 89 (2): 165-175.

Nguyen, D.H.; M Nakai; J. Takatsuka; S. Okuno, T. Ishii & Y. Kunimi. 2005. Interaction between an Nucleopolyhedrovirus and the Braconid Parasitoid *Meteorus pulchricornis* (Hymenoptera: Braconidae) in the larvae of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Appl. Entomol. Zool*., 40 (2): 325-334.

Poitout, S. & Bues. R. 1974. Elevage de chenilles de vingt-huit espèces de lèpidopteres Noctuidae et de deux espèces d'Artiidae sur milieu artificiel simple. Particularitès de l'èlevage selon les espèces. *Ann. Zool.-Ecol. Anim*., 6: 431-441.

Sait, S.M.; M. Begon; D.J. Thompson & J.A. Harvey. 1996. Parasitism of baculovirus-infected *Plodia interpunctella* by *Venturia canescens* and subsequent virus transmission. *Functional Ecology*, 10 (5): 586-591.

Sánchez-Torres, J. 2005. Factores que afectan al potencial reproductor del parasitoide *Hyposoter didymator* (Hym., Ichneumonidae) para su cría y suelta en programas de control integrado. Trabajo de Investigación Fin de Carrera. Universidad de Córdoba.

Santiago-Alvarez, C. 1977. *Virus de insectos: multiplicación, aislamiento y bioensayos de baculovirus*. Fundación Juan March. Serie Universitaria. No. 43. 99 pp.

Stark, D.M.; N.J. Mills & A.H. Purcell. 1999. Interactions between the parasitoid *Ametadoria misella* (Diptera: Tachinidae) and the Granulovirus of *Harrisina brillians* (Lepidptera: Zygaenidae). *Biological Control*, 14: 146-151.

Tillman, P.G. & J.E. Powell. 1992a. Intraspecific host discrimination and larval competition in *Microplitis croceipes*, *Microplitis demolitor*, *Cotesia kazak* (Hym.: Braconidae) and *Hyposter didymator* ((Hym.: Ichneumonidae), parasitoids of *Heliothis virescens* (Lep.: Noctuidae). *Entomophaga*, 37 (2): 229-237.

Tillman, P.G. & J.E. Powell. 1992b. Interspecific discrimination and larval competition among *Microplitis croceipes*, *Microplitis demolitor*, *Cotesia kazak* (Hym.: Braconidae) and *Hyposter didymator* ((Hym.: Ichneumonidae), parasitoids of *Heliothis virescens* (Lep.: Noctuidae). *Entomophaga*, 37 (3): 439-451.

Vargas-Osuna, E. 1985. La reproducción de *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) y sus alteraciones por el virus de la poliedrosis nuclear (NPV) (Baculoviridae: Baculovrius). Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. 175 pp.
Watanabe, H. 1987. The Hos Population. In: *Epizootiology of Insect Diseases*. (J.R. Fuxa y Y. Tanada, Eds). Wiley and Sons, Inc. pp. 71-112.

EL AGROECOSISTEMA CON HUERTO FAMILIAR EN EL SUBTRÓPICO MEXICANO: CONOCIMIENTO, USO Y MANEJO

José Carmen García-Flores[52],
Jesús Gastón Gutiérrez-Cedillo[53],
Miguel Ángel Balderas-Plata[54],
José Isabel Juan-Pérez[55],
Laura Calvet-Mir[56]

RESUMEN

Se analizó la práctica tradicional del huerto familiar como un agroecosistema, localizado alrededor de la propiedad de la familia, está integrado por: casa, huerto, patio, pileta, cerco, hortaliza, zona de composta y corral para cría de animales. En este sistema cultivan una amplia diversidad de árboles, arbustos, herbáceas, y en ocasiones crían especies pequeñas, por ejemplo gallinas, cerdos, conejos, cabras, guajolotes, entre otros animales. Por esta razón provee productos para la subsistencia familiar, conserva germoplasma *in situ,* favorece la interrelación familiar y propicia la generación de beneficios económicos, sociales y ambientales. Mediante una intervención de educación ambiental, se implementaron talleres participativos para obtener información con el objetivo de sistematizar el conocimiento que poseen los habitantes en tres localidades rurales, de tres municipios en el sur del Estado de México. La problemática relacionada con el descuido o abandono de esta tradición son la pérdida del conocimiento tradicional para el manejo del huerto, el crecimiento urbano, el escaso mantenimiento, entre otros problemas que conllevan a los huertos familiares a un proceso de desaparición. El saber tradicional es adquirido de manera empírica, se trasmite de generación en generación, se basa en el conocimiento de las condiciones locales, creencias y costumbres. El aprovechamiento de los productos del agroecosistema depende de las circunstancias de vida y necesidades familiares, se destinan para autoconsumo: frutos, hojas, flores, carne, leche y huevos; utilizados como alimentación, condimento, medicinal y ritual. Los excedentes son intercambiados o vendidos para complementar la dieta familiar. La investigación se sustenta en la Etnoecología, Agroecología y Etnobotánica.

Palabras clave: *educación ambiental, etnoecología, saber tradicional, sistematización*

INTRODUCCIÓN

Los agroecosistemas forman parte del manejo integrado de recursos naturales (Altieri, 2009), donde implementan estrategias de producción y conservación (Garnatje *et a*l., 2011; Montañez *et al.,* 2014). Su funcionamiento se sustenta en el conocimiento tradicional, estrechamente relacionado con la cosmogonía y subsistencia de las comunidades, su finalidad es fortalecer los valores del manejo de plantas, semillas, animales y formas de organización (Massieu y Chapela, 2007; Toledo *et al*., 2008; Calvet *et al.,* 2014). Tienen un papel fundamental como sistema de producción en el que se promueve la diversidad y se acumula saber acerca de plantas y organismos vivos en interacción. Algunos ejemplos son el huerto familiar, la milpa, el cultivo de café bajo sombra, entre otros (Colín *et al.,* 2012; Cahuich *et al*., 2014; Montañez *et al.*, 2014; Santana *et al*., 2015).

[52] Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México. josec.gf@outlook.com
[53] Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México. jggc1321@yahoo.com.mx
[54] Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México. mplata@colpos.mx
[55] IESU, Universidad Autónoma del Estado de México. jupi582602@gmail.com
[56] Internet Interdisciplinary Institute, Universidad Abierta de Cataluña. lcalvetmir@gmail.com

El huerto familiar ha sido desarrollado por generaciones, en México son conocidos como traspatio, solar o huerto casero (Colín *et al.,* 2012; Cahuich *et al.,* 2014). Es un sistema agrícola situado cerca de la casa (Rivas y Rodríguez, 2013), donde ocurren procesos sociales, culturales, ecológicos, agronómicos y físicos (Rivas, 2014; García *et al.,* 2016a). La familia cultiva una amplia diversidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, se considera de importancia ecológica porque conserva germoplasma *in situ* (Rebollar *et al*., 2008); al mismo tiempo funciona como refugio para fauna silvestre tales como aves, reptiles y pequeños mamíferos. Debido a esto se convierten en áreas importantes para la conservación de la agrobiodiversidad (Calvet *et al.*, 2014; Chablé *et al.,* 2015). La diversidad vegetal provee de múltiples beneficios a las familias: plantas medicinales, de condimento, alimento para animales domésticos, combustible, productos para venta, materiales para construcción y plantas ceremoniales (Juan, 2013). Su composición florística, arreglo espacial, así como el aprovechamiento de cultivos depende de las características del terreno, circunstancias de vida y necesidades de las familias (Van der Wall *et al.,* 2011; Mariaca, 2012; García *et al.,* 2016b).

Los beneficios asociados a los huertos familiares (Juan, 2013; García *et al.,* 2016a), se consideran en el aspecto social, mediante la integración de la familia para llevar a cabo las actividades de mantenimiento y el aprovechamiento de los productos tanto de origen vegetal como animal; la relación con otras familias para el intercambio de productos o conocimientos y con las visitas que tienen las familias al ofrecer algún producto proveniente del huerto como frutas, tés o agua fresca. Beneficios económicos resultado del autoconsumo de los productos del huerto; así como la venta o intercambio de excedentes. Beneficios ambientales que ligados a la vegetación que posee el huerto, por ejemplo, regulación microclimática, reciclaje de nutrientes, protección del suelo contra la erosión y la fertilidad del suelo.

En tres localidades de los municipios de Malinalco, Tenancingo y Villa Guerrero se presentan los Agroecosistemas con Huerto Familiar (AEHF), sin embargo, por diversos factores corren el riesgo de desaparecer. Algunas causas son el proceso de urbanización, el crecimiento de la familia, la división del terreno para construcción, el abandono por causa de la migración, la pérdida de conocimientos para el manejo por falta de mecanismos de transmisión y la falta de mantenimiento que ha reducido su productividad (Guerrero, 2007; Chablé *et al.,* 2015; García *et al.,* 2016b).

El objetivo principal es sistematizar el conocimiento agroecológico que poseen los habitantes en las localidades rurales de Colonia Juárez (Malinalco), El Carmen (Tenancingo) y Progreso Hidalgo (Villa Guerrero) Estado de México acerca de los huertos familiares, como estrategia de conservación de los recursos naturales y seguridad alimentaria para las familias rurales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación utiliza métodos cualitativos y cuantitativos, empleados en la descripción de las características del área de estudio, las actividades que llevan a cabo en los agroecosistemas, el manejo de los huertos familiares, análisis socioeconómico de las localidades y las condiciones de la familia. La metodología se basó en la Planeación Geográfica Integral (Gutiérrez, 2013), porque permite explicar en un marco metodológico las fases del estudio. Para la caracterización del área de estudio, se analizó sistémicamente aspectos ambientales, sociales, económicos y culturales en el área de estudio que influyen al AEHF, así como en el manejo del agroecosistema.

En la sistematización del saber tradicional (figura 1), de enero a marzo de 2017, se realizó una intervención de Educación Ambiental que permitió reunir información sobre el conocimiento, tomando en cuenta aspectos de origen, aplicación, evolución y transmisión de los saberes que poseen en estas localidades. Las etapas consistieron en investigación-acción-participación, se

desarrollaron tres fases: 1) Talleres participativos para la obtención del conocimiento tradicional; 2) Análisis e interpretación de la información de las personas que asistieron a los talleres; y 3) Reflexión crítica que incluye: a) adquisición del conocimiento, b) interpretación lógica y c) reflexión sobre los principales hallazgos para su confrontación empírica y teóricamente.

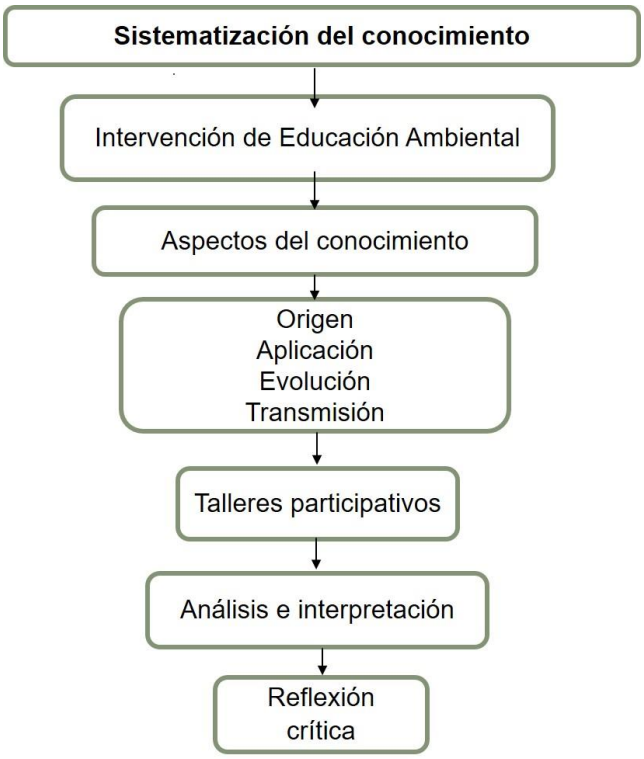


Figura 1. Diagrama para sistematizar el saber tradicional

Caracterización del área de estudio

El área de estudio se ubica en la Zona de Transición Ecológica (ecotono), entre los imperios biogeográficos Neártico y Neotropical, comprende 24 municipios del Estado de México. Acentuándose por gradientes latitudinal y altitudinal, representa una región de importancia geográfica, ecológica y socioeconómica, ya que coexisten especies vegetales y animales representativas de ambos imperios. Favorece la presencia de los huertos familiares con impactos ambientales, sociales y agroecológicos, debidos a la asociación de especies que las familias cultivan, gracias al conocimiento tradicional que ponen en práctica los AEHF poseen una amplia variedad de árboles y animales.

Los municipios donde se ubican las comunidades analizadas son Malinalco, Tenancingo y Villa Guerrero, Estado de México; localizados a los 18º 48’ 58” y 19º 57’ 07’’ de latitud norte y a los 99º 38' 37" y 98º 35' 45" de longitud oeste. Forman parte de la zona de ecotono del Estado de México. Clima predominante (A) Ca (w1) (w) (i') semicálido, subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media anual de 18.5°C, precipitación promedio de 1,305 mm al año (García, 1982). Las tres localidades del área de estudio son rurales. Su población total son 2,799 habitantes (INEGI, 2010). Su principal actividad económica es la agricultura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de los agroecosistemas con huerto familiar

La superficie promedio, donde están los diversos componentes del AEHF, en Villa Guerrero es 642m^2, Malinalco 626m^2 y Tenancingo 454m^2. Con base en la observación en campo y la información se determinaron los componentes que integran al agroecosistema con huerto familiar: casa, patio o corredor, pileta, cerco, corral, hortaliza y zona de composta. En el centro del país Colín *et al.* (2012), Santana *et al*. (2015) y García (2016c) reportan similares resultados, mientras que en el sur de México Mariaca (2012), Cahuich *et al.* (2014) y Chablé *et al*. (2015) mencionan mayor superficie e incluyen área de quema de basura y galera como componentes.

El área promedio de los huertos es menor de 500m^2, las familias suelen organizar el espacio de acuerdo con sus intereses. Esto les da la posibilidad de aprovechar cada metro en la distribución de los componentes y decidir cuales les conviene tener y donde colocarlos. Las razones que les lleva a su arreglo son: que requieran mayor cuidad y vigilancia como el caso de árboles, arbustos y herbáceas, la periodicidad con la que utilizan o consumen, la generación de olores como el caso de los animales y la composta, la disponibilidad de agua y el atractivo visual para la vivienda. De acuerdo con Juan (2013) y White *et al*. (2013) la extensión promedio del huerto en el Estado de México es de 450m^2, mientras que Van der Wall *et al.* (2011) en Tabasco considera 1000m^2.

En estos agroecosistemas las hojas de los árboles son aprovechadas para tres usos: dejar que se queden en el lugar donde caen, como cobertura del suelo para mantener la humedad; emplearlas para dar de comer a animales pequeños; y elaboración de composta. Las ramas son utilizadas para la delimitar la propiedad, colocadas como cerca provisional. Las plantas aromáticas son útiles para repeler plagas, y como condimento para la comida. Para Toledo (2005), Guerrero (2007) y Rebollar *et al.* (2008) el aprovechamiento de los recursos disponibles para la familia repercute positivamente en su cuidado.

Uso de los agroecosistemas con huertos familiares

Los productos alimenticios que las familias consumen del AEHF de origen vegetal y animal son: frutas, plantas medicinales, de condimento, hojas, huevo, leche, verduras y tallos. Tienen la idea que al consumir lo que han cultivado cuidan su salud ya que saben de donde proviene, que utilizaron en su producción y con que los regaron. Para Colín *et al*. (2012), Santana *et al*. (2015) y Chablé *et al*. (2015) la principal función del AEHF es cubrir las necesidades de alimento; los productos que las familias consumen del huerto son diversos, proporcionando cantidad y variedad de alimentos que complementan la dieta familiar.

Al tener huerto familiar les contribuye en su ingreso familiar, cuando hay excedentes de productos se destinan a la venta o intercambio; y el autoconsumo favorece el ahorro porque no compran estos alimentos. La presencia de vegetación les proporciona un clima agradable, ya que al permanecer bajo la sombra de los árboles se refugian del calor, además mantiene la temperatura más homogénea durante el día y una humedad que favorece el confort de la vivienda. García *et al.* (2016a) categoriza los beneficios en ético-estético, científico-educativo y recreacional, por su parte Juan (2013) los considera en ambiental, social, cultural y económico.

A partir de la distribución de las tareas para cuidar del agroecosistema, se promueve la interacción familiar y la relación con vecinos. En el intercambio de productos o conocimientos, les favorece a reforzar su integración al interior de la familia y propicia la cohesión social de la comunidad. Estos

espacios son utilizados para otros fines, por ejemplo, actividades lúdicas, recreación familiar, eventos sociales y compartir el conocimiento (Juan, 2013; Rivas, 2014; García *et al., 2016b*).

Análisis del conocimiento campesino de acuerdo con el origen, aplicación del conocimiento, profundidad y transmisión

A través de los talleres participativos se identificó el origen del conocimiento que poseen las personas de las localidades, cabe señalar que la principal actividad que realizan en el área de estudio es la agricultura, por esta razón la adquisición del conocimiento es de manera empírica, mediante la ayuda que brindan a los padres para llevar a cabo en tareas agrícolas como la siembra, cultivo y cosecha. La edad a la que comienzan aprender a trabajar la tierra, es en promedio a los cuatro años de edad. Durante su infancia observan, practican y se les explica de manera oral como deben cultivar. En la etapa de la adolescencia han adquirido el conocimiento necesario para trabajar en el campo, y en la adultez tienen la capacidad para desarrollar la agricultura. La dinámica en la cual crecen, además de la ocupación de los habitantes de las localidades favorece la presencia de huertos familiares y su interés por este.

En el intercambio de ideas sobre lo que es el huerto familiar, se comprobó que tienen idea de las características del agroecosistema. Cabe señalar que al referirse a huerto familiar, lo relacionan principalmente al área de hortaliza, y no perciben que árboles, arbustos, pileta (almacén de agua), área de compostaje y patio, también integran al sistema. Una posible explicación tiene relación con algunos cursos que han tomado, en el cual se les menciona que huerto familiar es equivalente a hortaliza.

Sobre el nivel de profundidad en el conocimiento de las técnicas agroecológicas analizadas en éste estudio, existe plena conciencia del beneficio obtenido de los recursos naturales, cuidado del agua y suelo. En general están convencidos de la importancia del AEHF en la subsistencia familiar, su salud por consumir alimentos que no tienen agroquímicos y de cultivar sus alimentos de forma natural.

Respecto a la transmisión del conocimiento, comentan ya no utilizar varias de las técnicas agroecológicas, sobre todo el uso del arado con la yunta y la aplicación de estiércol del ganado como fertilizante, pero además ya no enseñan a sus hijos a trabajar en el campo, pues consideran que el estudio formal de las escuelas será de mayor provecho para ellos. Así mismo consideran en general importante la asesoría de técnicos especialistas. Esta situación se torna preocupante pues el conocimiento ecológico que poseen está disminuyendo, y se está reemplazando por el que reciben en capacitaciones. En este sentido, hay una mayor especialización, pero una menor cosmovisión y praxis del conocimiento campesino.

Son muy pocos los que consideran que el conocimiento tradicional agroecológico ha aumentado y aun practican técnicas agrícolas adecuadas y adaptadas a su entorno. De forma contradictoria ellos opinan que sus hijos ya no trasmiten este conocimiento a sus descendientes; si bien la gran mayoría considera de suma importancia enseñar técnicas ancestrales, no lo hacen.

Sistematización del conocimiento tradicional ecológico sobre huertos familiares

La información reveló el proceso que involucra el aprendizaje para el mantenimiento de los huertos familiares. La figura 2 muestra cómo se considera su adquisición, y en estas etapas se consideran los aspectos de origen, aplicación, evolución y transmisión.

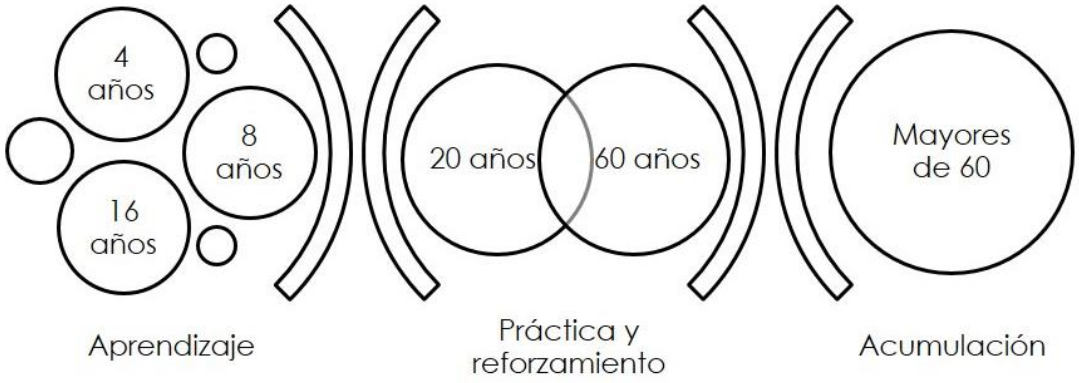


Figura 2. Proceso de adquisición del conocimiento tradicional

Aprendizaje: Adquisición del conocimiento

La edad a la que inicia el aprendizaje de las personas es a partir de los cuatro años, a esta edad los niños observan como sus padres trabajan, de esta manera comienza su interés por aprender y colaborar en las mismas cosas que sus progenitores. En esta etapa realizan actividades como juego, por ejemplo riegan las plantas con cubetas pequeñas que sus padres les han dado, arrancan las hierbas que hay en el cultivo o huerto, cortan flores y frutas que tienen los árboles o plantas, recogen basuras que haya tiradas en el terreno. Al llevar a cabo estas acciones desarrollan sus primeras ideas de lo que se hace para cuidar plantas, arbustos o árboles. Pero en su proceso de aprendizaje, cortan frutos inmaduros o arrancan plantas que se han sembrado; esto les ayuda a conocer la forma correcta de hacer las cosas.

Aproximadamente a los 8 años, la etapa de juego-aprendizaje deja de serlo, y comienza su formación para aprender conscientemente el trabajo agrícola. A esta edad tienen la capacidad para reflexionar que es lo que están haciendo, analizar por qué lo hacen, relacionar las actividades con sus costumbres, tradiciones y creencias. En el caso de la comunidad de Progreso Hidalgo los padres les comienzan a pagar por su trabajo, con el dinero que reciben pueden comprar lo que ellos decidan. En las otras comunidades no se les paga directamente, sin embargo se les compra un dulce o ropa que es lo que generalmente quieren.

Con 16 años, convertidos en jóvenes, deciden estudiar o trabajar. En este momento se sienten preparados para alquilarse como peones o trabajar por cuenta propia, a diferencia de los dos momentos anteriores, a partir de esta edad trabajan jornadas laborales completas y reciben su pago. Durante 4 años más adquirirán más conocimientos que les permitirá reforzar lo que han aprendido. Asocian los ciclos de los cultivos con las épocas de lluvia, ciclos de la luna, características del terreno, condiciones climáticas, entre otros factores que toman en cuenta para desarrollar la agricultura.

Práctica y reforzamiento: aplicación y evolución del conocimiento

De 20 a 60 años desarrollaran su trabajo, aplicaran sus conocimientos y obtendrán cosechas. También es durante este periodo que buscaran las estrategias para aumentar su conocimiento por medio de capacitación, asesoría técnica o compartir información a través de asistencia a

cursos, talleres o pláticas entre amigos que se comparten sus propias experiencias que les han dado buenos y malos resultados.

Acumulación del conocimiento: transmisión

Después de los 60 años difícilmente les interesará aprender, asistir a cursos o cambiar su forma de realizar sus actividades. Creen que ya no es necesario, lo que saben es suficiente porque lo han hecho toda su vida y así les ha funcionado. Su energía y capacidad de movimiento comienza a disminuir, a pesar de esta situación, poseen una visión integradora del funcionamiento de ciclo agrícola, su conocimiento les permite inferir el momento de preparar la tierra, predecir heladas o lluvias intensas, asociar cultivos y pronosticar si será un buen año para sembrar.

CONCLUSIONES

El huerto familiar es una estrategia campesina desarrollado por varias generaciones, a partir del conocimiento tradicional adaptan, mantienen y conservan la agrobiodiversidad. En el manejo del agroecosistema se involucra la cultura, porque están presentes costumbres, tradiciones y creencias de la familia que se refleja en la utilización, aplicación y práctica de saberes asociados a su contexto, al suelo, al clima, condiciones geográficas y ambientales.

El uso del AEHF es definido por la familia, es regido por el interés de obtener alimentos, diversidad de especies, junto con la presencia de los componentes. No obstante existen problemas por el limitado espacio destinado, escasez de agua, desinterés de los jóvenes por esta práctica y falta de transmisión del conocimiento. La adquisición del conocimiento surge con la práctica empírica de las actividades, la aplicación y evolución se logra por el continuo trabajo de mantener en buen estado el agroecosistema, y la transmisión de los saberes tradicionales ya no se realiza.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada. A todas las personas de las localidades de Colonia Juárez, El Carmen y Progreso Hidalgo que participaron en los talleres.

LITERATURA CITADA

Altieri, M. (2009). Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. Medellín, Colombia. SOCLA.

Cahuich, D., L. Huicochea y R. Mariaca. 2014. El huerto familiar, la milpa y el monte Maya en las prácticas rituales y ceremoniales de las familias de X-Mejía, Hopelchén, Campeche. Relaciones, 35 (140): 157-184.

Calvet, L., T. Garnatje, M. Parada, J. Vallés y V. Reyes. (2014). Más allá de la producción de alimentos: los huertos familiares como reservorios de diversidad biocultural. Ambiente, 107: 1-15.

Chablé, R., Palma, D., Vázquez, C., Ruiz, O., Mariaca, R., y Ascensio, J. (2015). Estructura, diversidad y uso de las especies en huertos familiares de la Chontalpa, Tabasco, México. Ecosistemas y recursos agropecuarios, 2 (4), 23-39.

Colín, H., Hernández, A., y Monroy, R. (2012). El manejo tradicional y agroecológico en un huerto familiar de México, como ejemplo de sostenibilidad. Etnobiología, 10 (2), 12-28.

Garnatje, T., L. Calvet, M. Parada, M. Rigat, J. Vallés y V. Reyes. (2011). Los huertos familiares del pirineo. Aproximaciones Etnobotánicas y Etnoecológicas del Pirineo Catalán. Métode, 72: 73-76.

García, J. C., Gutiérrez, J., Balderas, M., y Araújo, M. (2016a). Sociocultural and environmental benefits from family orchards in the Central Highlands of México. Bois et forets des tropiques, 329 (3): 29-42.

García, J. C., Gutiérrez, J., Balderas, M., y Araújo, M. (2016c). Estrategia de vida en el medio rural del Altiplano Central Mexicano: El huerto familiar. Agricultura, Sociedad y desarrollo, 13 (4): 141-161.
García, J. C., Gutiérrez, J., Balderas, M., y Araújo, M. (2016c). Aprovechamiento de huertos familiares en el altiplano central mexicano. Revista Mexicana de Agroecosistemas, 3 (2): 149-162.

García, E. (1982). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM, 252 pp.

Guerrero, A. (2007). El impacto de la migración en el manejo de solares campesinos, caso de estudio La Purísima Concepción Mayorazgo, San Felipe del Progreso, Estado de México. Investigaciones Geográficas, 63: 105-124.

Gutiérrez, J. (2013). La Investigación Geográfica. Fundamentos, Métodos e Instrumentos. Dunken. Buenos Aires, 149pp.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2010). XIII Censo Nacional de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D. F.

Juan, J. (2013). Los huertos familiares en una provincia del subtrópico mexicano. Análisis espacial, económico y sociocultural. Eumed. 136pp.

Mariaca, R. (2012). El huerto familiar del sureste de México. Tabasco, México: ECOSUR.

Massieu, Y. y Chapela, F. (2007). Valoración de la biodiversidad y el conocimiento tradicional: ¿un recurso público o privado? En: Biodiversidad y conocimiento tradicional en la sociedad rural: entre el bien común y la propiedad privada. CEDRSSA, México. 117-134pp.

Montañez, P.; Ruenes, M., Ferrer M. y H. Estrada. (2014). Los huertos familiares Maya-Yucatecos: situación actual y perspectivas en México. Ambienta, 107: 100-109.

Rebollar S., Santos V., Tapia A., Pérez C. (2008). Huertos Familiares. Una experiencia en Chancah Veracruz, Quintana Roo. Polibotánica, 25: 135-154 pp.

Rivas, G. y Rodríguez, A. (2013). El huerto familiar: algunas consideraciones para su establecimiento y manejo. Una forma de contribuir a la seguridad alimentaria. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 38 pp.

Rivas, G. (2014). Huertos familiares para la conservación de la agrobiodiversidad, la promoción de la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático. Ambientico, 243: 4-9.

Santana, M., Navarrete, D., y Mateo, J. (2015). Riqueza de especies en huertos caseros de tres municipios de la región Otomí Tepehua, Hidalgo, México. En: F. Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola y B. Eibl (Coord.), Sistemas agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales (pp. 405-422). Turrialba, Costa Rica: CATIE.

Toledo, V., Barrera, N., García, E., y Alarcón, P. (2008). Uso múltiple y biodiversidad entre los mayas yucatecos (México). Interciencia, 33 (5): 345-352.

Toledo, V. (2005). La memoria tradicional: la importancia Agroecológica de los saberes locales. Leisa, 20 (4): 16-19.

Van der Wal, H., Huerta, E., y Torres, A. (2011). Huertos familiares en Tabasco: Elementos para una política integral en materia de ambiente, biodiversidad, alimentación, salud, producción y economía. ECOSUR, México.

White, L., Juan, J. I., Chávez, C., y Gutiérrez, J. (2013). Flora medicinal en San Nicolás, municipio de Malinalco, Estado de México. Polibótanica, 35: 173-206.

LAS ESCUELAS DE CAMPO Y EXPERIMENTACIÓN PARA AGRICULTORES (ECEA) COMO HERRAMIENTA PARA EL EMPODERAMIENTO CAMPESINO.

Norma Torres – Castro[1]
Ramón Jarquin – Gálvez[1]
Gisela Aguilar – Benitez[1]
Jorge Alberto Flores – Cano[1]

RESUMEN

Las Escuelas de Campo son instancias relacionadas al conocimiento del ser humano en función de la naturaleza y sus elementos, es decir, todo aquello que el humano necesita para subsistir, el conocimiento se adquiere y comparte entre todos los actores participantes, en busca del desarrollo humano y el desarrollo socio-rural. A estas instancias suelen acuñarse características metodológicas dirigidas a la autogestión y al empoderamiento campesino por medio del proceso enseñanza-aprendizaje. Las escuelas de campo se diversifican en diferentes modalidades, ejemplo de ello es el modelo de Escuelas de Campo y Experimentación para Agricultores (ECEA) que busca responder a las necesidades de los productores rurales en base al método participativo campesino a campesino. En la huasteca potosina se desarrolló el proyecto "Innovación tecnológica en el cultivo de café en procesos de cosecha y poscosecha en la sierra Huasteca Potosina" (2013-2014) por medio de la capacitación en ECEA, en respuesta a diversas problemáticas productivas y socioeconómicas alrededor de la cafeticultura como actividad agrícola de gran importancia en la Huasteca Potosina, dónde participan cafeticultores campesinos en general de origen Tenek y Náhuatl, ellos han hecho de ésta actividad uno de sus principales fuentes de ingresos. La presente investigación tuvo como objetivo identificar las ventajas del modelo ECEA como medio de apropiación de saberes y prácticas agrícolas encaminadas al empoderamiento, para ello se aplicaron 41 cuestionarios a participantes del modelo, con preguntas relacionadas a características del empoderamiento, las respuestas categóricas y cualitativas fueron medidas en base a porcentaje de respuesta. Los resultados evidenciaron los métodos participativos de las ECEA pero un escaso tiempo de intervención para la apropiación metodológica por parte de los participantes.

Palabras Clave: Capacitación, campesinos, apropiación, empoderamiento.

INTRODUCCIÓN

San Luis Potosí ocupa el 8º lugar en producción de café a nivel nacional, la región cafetalera del estado se encuentra en la huasteca potosina, los municipio de Xilitla y Aquismón mantienen 1º y 2º lugar de producción con un 21% y 40% de acuerdo al SIAP (2016), aun cuando la cafeticultura es una actividad económica de gran importancia para los productores campesinos de la región, está inmersa en dificultades de producción relacionadas al bajo rendimiento del cultivo, dificultades de compra-venta y la escasa adopción de tecnología (Becerra y Hernández, 2009).

En relación a la escasa adopción de tecnología la respuesta inmediata ha sido la implementación de modelos de capacitación diridigos a la producción de café, en especial los modelos que involucran metodologías alternativas lo cual se ejemplifica con las Escuelas Campesinas definiéndose como instancias sociales autogestionarias, con procesos de enseñanza-aprendizaje dirigido al desarrollo de capacidades autogestoras de los campesinos participantes en relación a una metodología participativa dónde los participantes aprenden a desarrollar capacidades multifuncionales para la producción y organización comunitaria de acuerdo a Mata (2014).

Las Escuelas Campesinas se componen de diferentes modalidades, entre ellas las “Escuelas de Campo y Experimentación para Agricultores” (ECEA), definidas como un modelo formativo de cuadros técnicos locales, denominados ‘educadores campesinos’ o ‘promotores’, quienes en sus localidades, forman a otros productores, mediante un componente de formación teórico y otro de experimentación, complementarios entre sí, fortaleciendo las capacidades de los productores y generando conocimientos nuevos de manera horizontal, según Jarquin (2010). A continuación se esquematiza la metodología empleada en ECEA (Figura 1.).

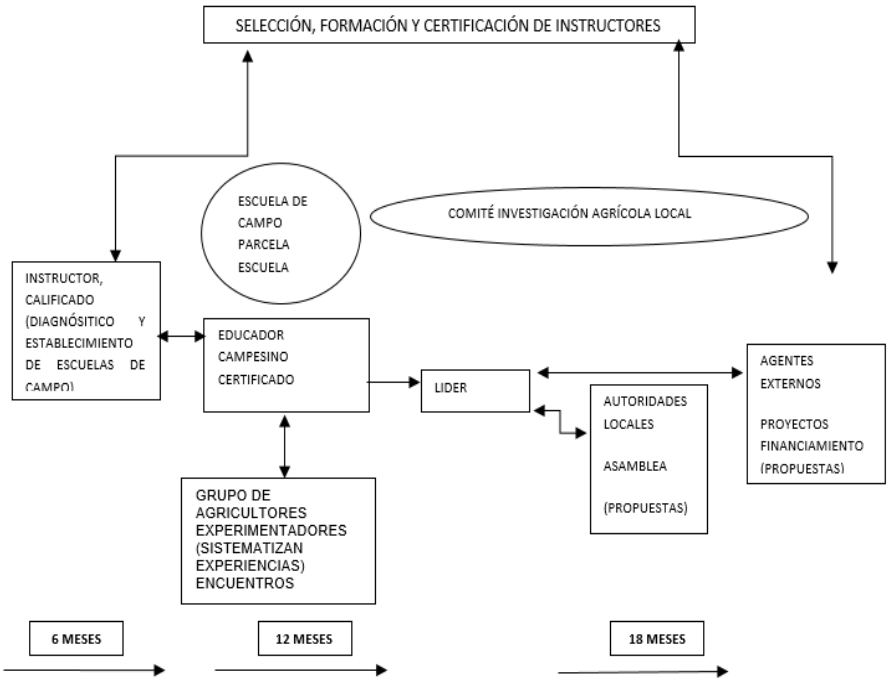


Figura 5. Modelo "ECEA" propuesto por Jarquin (2003), modificado por Jarquin y Torres (2016).

Este modelo se apoya de técnicas de aprendizaje para la compartición y generación del conocimiento como herramienta para el desarrollo humano que al permitir el contacto directo entre especialistas y productores en un plano de horizontalidad encamina a los participantes a la toma de decisiones y al empoderamiento en cuanto a su sistema productivo (Aguerrondo, 2005).

La enseñanza campesina que se promueve en la ECEA se basa en principios como el conocimiento compartido, el saber ancestral, pensamiento crítico, sustentabilidad, generación del conocimiento práctico y teórico, organización y participación autogestiva en relación a una metodología con nuevas tecnologías sin perder de vista las condiciones económicas, ecológicas y sociales (Pumishacho, M. y S. Sherwood, 2005).

Por lo anterior es que se relaciona a las ECEA con procesos de autogestión y empoderamiento, el cual para Castro y Llanes (2005) se utiliza para entender la intervención social en grupos motivados al cambio, expuestos a procesos y riesgos psicosociales donde se involucran individuos sensibilizados predispuestos al cambio o individuos apáticos ante un cambio positivo. Al emplear el empoderamiento como herramienta se logra transformar la realidad pues propone devolver a los involucrados el protagonismo y la palabra, generando una conciencia crítica bajo condiciones como la autodeterminación, la legalización y la creatividad, mediante técnicas de intervención colocando a los actores dentro de acciones participativas, organización y autogestión para el desarrollo (Suset *et al*., 2010).

Para Crespo *et al*. (2007), el empoderamiento se convierte en un medio y un fin para lograr cambios sustanciales en la calidad de vida de personas excluidas socialmente, pues por medio de este las personas adquieran responsabilidad sobre su propio desarrollo, por medio de acceso a información, inclusión y participación en procesos que fortalecen las capacidades de organización local (Bobadilla *et al.*, 2005).

Las dimensiones que abarca el empoderamiento son política, social y económica por ello comprendiéndose las interrelaciones e interdependencia entre éstas, el empoderamiento social impacta dentro de las otras dos dimensiones impulsando la construcción de un entorno social e institucional favorable en beneficio de pequeños productores sus sistemas productivos y a largo plazo una ganancia económica en función de lo anterior (Suset *et al*., 2010).

Según PADEM (2002) y Suset *et al*., (2010) el proceso de autogestión hacia el empoderamiento se genera cuando se presentan las siguientes situaciones:

Construcción de asociaciones sostenibles y competitivas.

Promoción para el emprendimiento bajo responsabilidad y esfuerzo

Articulación de redes y mecanismos para mejorar el acceso a los mercados, a los conocimientos, a la tecnología y a la información.

Fortalecimiento de los mecanismos para lograr incidencia en políticas de apoyo a la producción.

Desarrollo de infraestructura, servicios de capacitación, asistencia técnica y mecanismos de financiamiento.

Organización fuerte y democrática al nivel comunal y municipal, con participación equitativa de mujeres y hombres.

Capacidad propositiva, demandas agregadas, con visión productiva y de futuro.

Capacidad de hacer alianzas, consensos y negocios.

Control social y corresponsabilidad.

Mirar más allá.

El campo de oportunidad para identificar las características de empoderamiento adjudicadas a las Escuelas de Campo fue el desarrolló del proyecto “Innovación Tecnológica en el cultivo de café en procesos de cosecha y poscosecha en La Sierra Huasteca Potosina” capacitando a los cafeticultores participantes, en 2013-2014.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el mes de Febrero del 2016 en 3 localidades de la región cafetalera en la Huasteca Potosina, dónde se desarrolló el modelo alternativo de capacitación ECEA. El instrumento utilizado para la descripción del empoderamiento fue un cuestionario de 15 preguntas con respuestas categóricas y cualitativas con rangos “poco, medio y mucho”, dichas variables fueron medidas en base a porcentaje de respuesta, analizándose en Microsift Excel 2013. El cuestionario se aplicó de acuerdo a la distribución presentada en el Cuadro 1., el tamaño de muestra respetó poblaciones finitas y representativas de cafeticultores participantes en ECEA (Pineda *et al.,* 1994).

Cuadro 1. Total de productores participantes en ECEA encuestados.

Modelo	Localidad y municipio	Población de cafeticultores	Total de participantes en ECEA	Total de encuestados participantes en ECEA
ECEA	El Aguacate, Aquismón	126	11	9
	Tamcuem, Aquismón	104	73	18
	Arroyo Seco, Xilitla	52	19	14
Total de participantes en ECEA				103
Total de Encuestados participantes en ECEA				41
% de encuestados respecto al total de participantes en ECEA				40%

RESULTADOS

Respecto a los 41 participantes directos de ECEA entrevistados y en base a los porcentajes de respuesta para las variables cualitativas poco, medio y mucho, los resultados indican que en las tres comunidades dónde se desarrolló ECEA, los participantes se muestran interesados en mantener la escuela de campo en su comunidad (Figura 2.), estuvieron de acuerdo con la capacitación y los conocimientos compartidos por sus promotores bajo formas participativas (Figura 3.); se consideraron medianamente incluidos en la toma de decisiones (Figura 4.). Lo anterior permite reconocer las ventajas metodológicas del modelo ECEA, que facilitó a los participantes la toma de decisiones durante el desarrollo del proyecto.

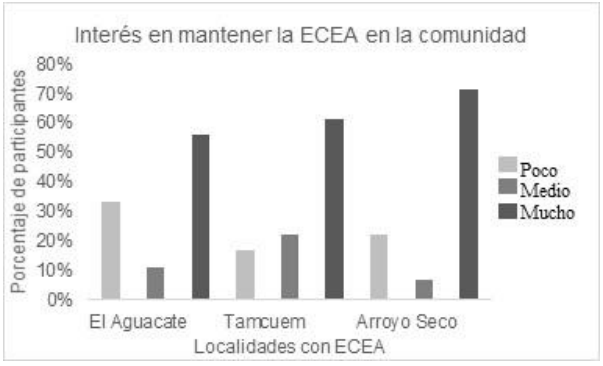


Figura 2. Interés por mantener la Escuela de Campo dentro de las tres localidades participantes.



Figura 3. Satisfacción con el trabajo realizado por el promotor comunitario de ECEA.

Los participantes directos indicaron que hubo elevada participación en el proceso de innovación, prácticas como el despulpe (dentro de las prácticas poscosecha), fermentado del café, lavado, secado en zaranda, y la calidad en taza, al desarrollarse de manera participativa los módulos prácticos y teóricos es que los participantes se encuentran mayormente en acuerdo con la metodología ECEA (Figura 5.). Gran parte de los participantes consideran que el conocimiento

adquirido en ECEA (Figura 6.) es benéfico para ellos en relación a su producción, más consideran que no les trae atribuciones económicas el aplicarlos (Figura 7.) porque existen más factores externos que median el precio de un café con buena calidad y ésta no es el único atributo para vender su producto a buen precio.

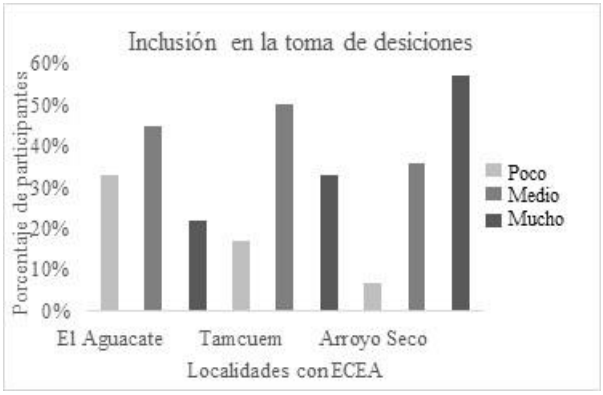


Figura 4. Inclusión de los cafeticultores participantes en el modelo ECEA en las tres localidades.

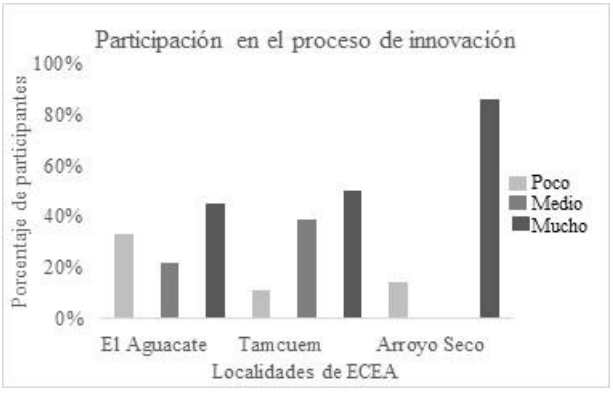


Figura 5. Participación en los procesos de innovación por parte de los cafeticultores formados en ECEA.

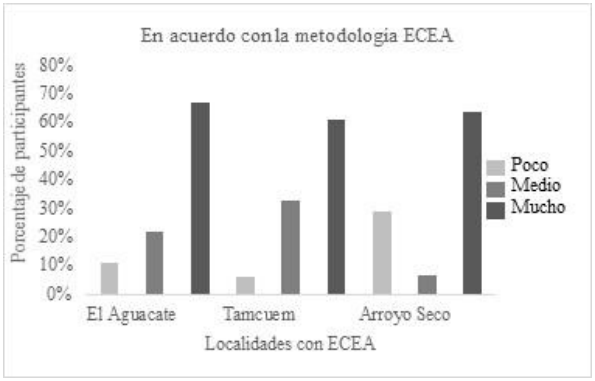


Figura 6. ¿Qué tanto están de acuerdo con la metodología ECEA?

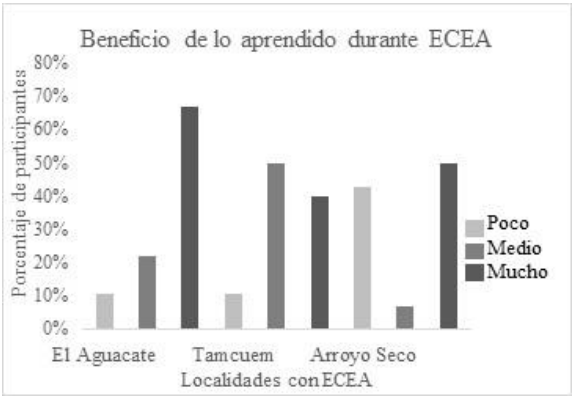


Figura 7. Sí el conocimiento adquirido le ha dejado algún beneficio a los participantes de ECEA.

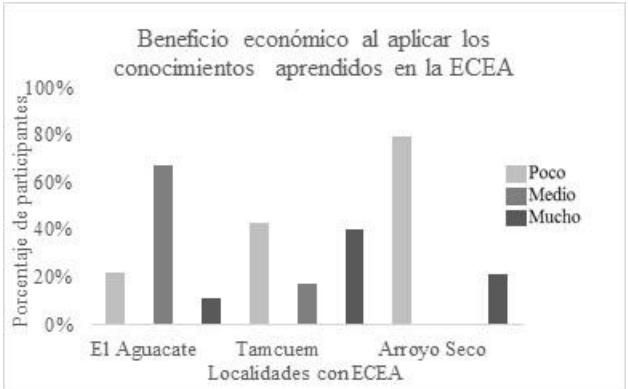


Figura 8. Sí el conocimiento adquirido le ha dejado algún beneficio económico a los cafeticultores participantes de ECEA.

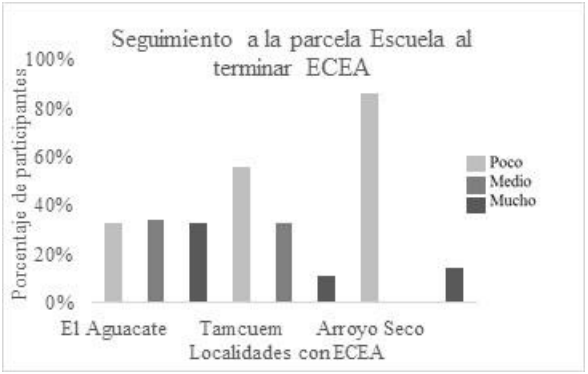


Figura 9. ¿Después de realizarse la ECEA en su localidad se ha dado seguimiento a la parcela escuela?

Los participantes de ECEA han trabajado poco en la parcela escuela al finalizar la capacitación (Figura 8.), la continuidad con las sesiones de capacitación han sido pocas (Figura 9.); esto implica que aunque reconocen las ventajas metodológicas del modelo, no se apropiaron de éstas, con excepción de las participantes de ECEA en la localidad "El Aguacate" (las 11 productoras fueron participantes mujeres). Las gestiones participativas y autónomas para conservar el grupo de cafeticultores participantes han sido escasas (Figura 10.), y las gestiones realizadas han consistido en reforzar el conocimiento adquirido compartiéndolo, también reuniones para limpiar la parcela demostrativa, cómo es el caso de las participantes en la localidad "El Aguacate", Aquismón.

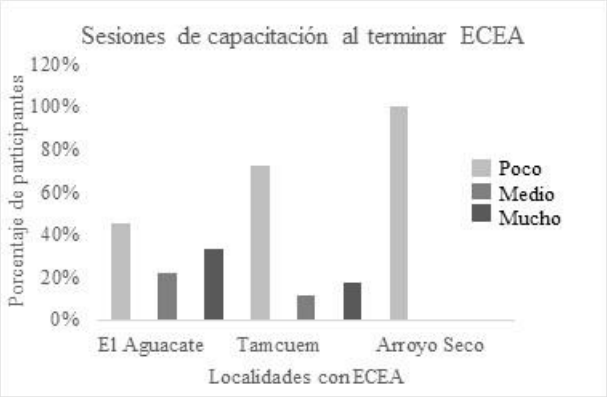


Figura 10. ¿Han realizado sesiones de capacitación en ECEA después de terminado el proyecto de cosecha?

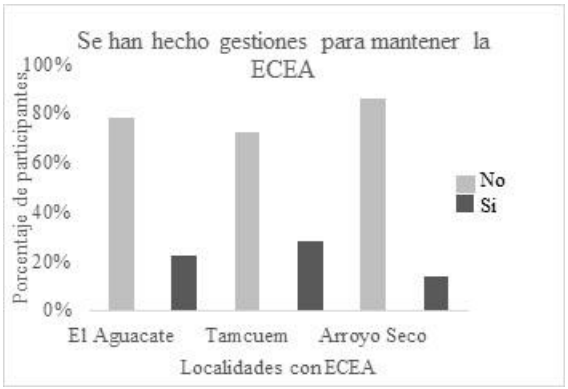


Figura 11. Han realizado gestiones para mantener la ECEA en su localidad los cafeticultores participantes del mismo modelo.

Los grupos participantes directos con excepción del grupo en la localidad "El Aguacate", no han logrado continuar colaborando en base a la metodología ECEA, ni deslindarse de la dinámica paternalista para trabajar en común mejorando sus modos de producción.

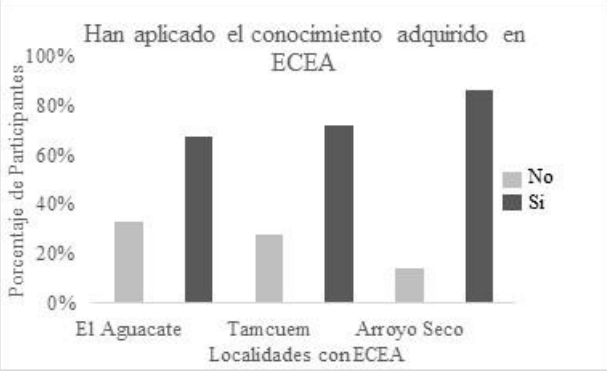


Figura 12. ¿Han aplicado el conocimiento adquirido durante ECEA?

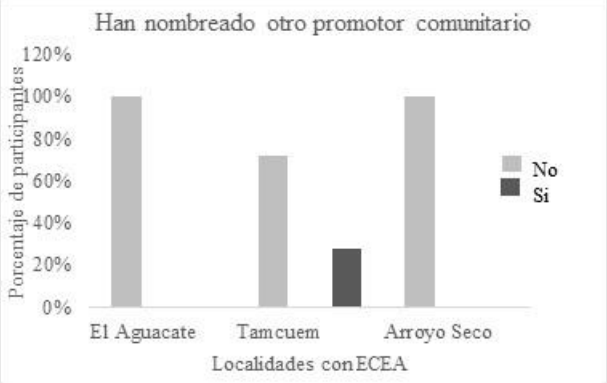


Figura 13. ¿Han nombrado algún otro promotor comunitario en su localidad?

De manera que al no seguir colaborando como grupo de cafeticultores no han nombrado más promotores (Figura 12.) y en su mayoría tampoco han propuesto nuevos temas para capacitación (Figura 13.). Se reconoció que el pago por la capacitación fue nulo hacia los promotores (Figura 14.).

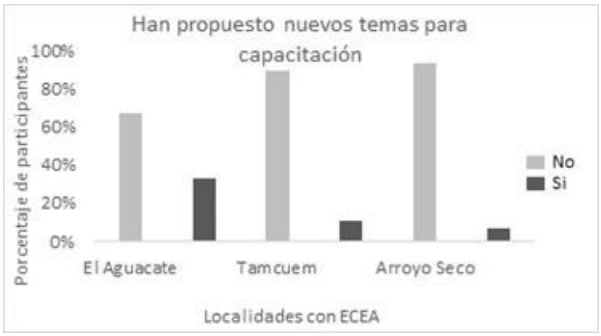


Figura 14. ¿Han propuesto nuevos temas para trabajar bajo la metodología ECEA con cultivo de café?



Figura 15. Sí han ofrecido apoyo económico al promotor comunitario de ECEA los cafeticultores participantes del modelo.

Los participantes de la localidad El Aguacate consideran de mayor importancia desarrollar proyectos de capacitación y conocimientos, sin incentivos del estado o instituciones (Figura 15), lograron seguir trabajando como grupo buscando retomar los temas con la promotora. Los factores que afectan la apropiación de metodologías participativas son diversos dentro de las comunidades. La localidad que logró apropiar los conocimientos impartidos fue El Aguacate que se encuentra más alejada de la cabecera municipal de Aquismón a comparación de Tamuem.

En la localidad el Aguacate los modos de producción del café son más rústicos, a su vez, la promotora comunitaria se encuentra convencida de que mediante una adecuada capacitación, atravéz de trabajo personal, familiar y colectivo se pueden mejorar la producción de café. La promotora mantuvo formas de capacitación integrales y muy prácticas de ahí que haya más elementos para la apropiación de conocimientos en buenas prácticas de cosecha y poscosecha de café, en comparación con las dos comunidades restantes que trabajaron en ECEA.

Las participantes de la localidad El Aguacate lograron visualizar sus fortalezas como cafeticultoras, sus aptitudes personales para aprender y replicar el conocimiento, así como lo importante del trabajo mediado con organización y colaboración.

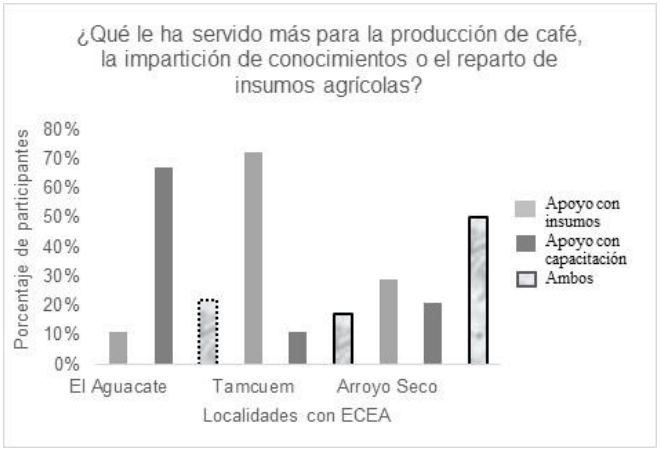


Figura 16. En la opinión del cafeticultor ¿Qué le ha servido más para la producción de café, la impartición de conocimientos o el reparto de insumos agrícolas?

Dentro de la comunidad Arroyo Seco en Xilitla, los participantes de ECEA encuestados, se inclinaron por la unión de ambos modelos (alternativo y convencional), considerando que el conocimiento es muy importante, pero visualizando los factores que afectan la venta de su café independientemente de su calidad, como el coyotaje, los intermediarios, malos precios de compra y un trabajo excesivo para producirlo, toman en cuenta el apoyo económico proveniente de las instituciones, mencionando que "si tales recursos se utilizan para la producción aun cuando no es suficiente puede solventar un poco el trabajo y los gastos dentro de la producción".

Por su parte Tamcuem (Figura 14.) como zona productora de café es una localidad muy acostumbrada al paternalismo de las instituciones, aún cuando consideran que la metodología ECEA es óptima para adquirir nuevos conocimientos, replicarlos y mejorar la calidad de su café, no lograron visualizar sus aptitudes como cafeticultoras y unirlas a nuevos conocimientos.

En la localidad Arroyo Seco, varios de los participantes de ECEA son ancianos sabios, con bastos conocimientos agrícolas, no solo sobre producción de café. Ellos tienen la gran convicción por continuar su producción y aprender sobre prácticas agroecológicas, sin embargo, gran parte de la población joven ya no ve en la agricultura un estilo de vida, abandonando las superficies de suelo en explotación familiar.

DISCUSIÓN

En relación a los resultados Alemán (2016) distingue las adversidades que enfrentan las comunidades indígenas del país como "perdida de la fertilidad del suelo agrícola, bajos niveles de producción y escasez de nuevas tierras", desánimo en la generación de conocimientos y un desinterés de las nuevas generaciones por los modos de producción, abandonando el campo y comunidad e impidiendo con la migración la generación de conocimientos, su transmisión generacional y comunitaria.

En la presente investigación se lograron evidenciar de manera descriptiva las fortalezas del modelo ECEA, que acercan a sus participantes a la autogestión basándose en estrategias que mediante el trabajo colaborativo de los productores llevaría a la apropiación de conocimientos científicos y la validación de los conocimientos campesinos. Lo anterior se lograra en base a la relación entre académicos y agricultores, generando un punto de encuentro que respete los poderes, haceres e identidades de los productores campesinos como aseguran Merçon y Sarmiento (2016).

Los académicos, investigadores y promotores campesinos siendo colaboradores para la capacitación de productores y organizaciones, son la vía principal de nueva información y experiencia, las cuales deben contribuir a mejorar la capacidad para aprender de los participantes durante la capacitación, ellos tienen la obligación de familiarizarse con esos enfoques conformando grupos de trabajo u organizaciones (López *et al*., 2004).

La metodología participativa del modelo ECEA involucra a investigadores directamente con campesinos y productores, en ese sentido Barrera y Jarquin (2002) consideran dicha relación como importante ya que "favorece la autoestima del campesino, reafirma su sentido de propiedad sobre los conocimientos y tecnologías generados enseñando el poder de la autogestión". Lo anterior se convierte en una herramienta para luchar contra la ignorancia, el paternalismo, desconfianza hacia las instituciones y los problemas de producción que enfrenta el campesino.

Las Escuelas de Campo y Experimentación para Agricultores demostraron ser una herramienta para que el productor campesino adquiera conocimientos prácticos agrícolas, aunado a una metodología participativa que retorna a la importancia de su papel en la sociedad. Si bien los

factores que aquejan a las comunidades indígenas son tanto ambientales, internos y externos a la comunidad, modos de trabajo e incluso formas de vida llevan a los productores a realizar acciones poco colaborativas, éstas son dinámicas en las que el agrónomo o diversos actores externos a la comunidad no pueden intervenir.

Por último cabe mencionar que el reto dentro de la transferencia de tecnología y conocimientos agrícolas hacia los productores en relación a la producción de alimentos y/o cuidado del medio ambiente, va más allá del esfuerzo de extensión y transferencia de tecnología, en este proceso debe generarse una concientización para que los individuos se apropien críticamente de la posición que ocupan, con los demás, en el mundo (Freire, 1977).

CONCLUSIONES

Las ECEA se muestran como una herramienta metodológica participativa que integra a los campesinos en los procesos de innovación durante los módulos teóricos-prácticos, rompiendo con la dinámica convencional que sitúa al campesino o productor como espectador en la capacitación. Como desventaja se reconoció que el tiempo de intervención del modelo no fue suficiente para la apropiación del mismo por parte de los grupos participantes de ECEA y que a su vez el modelo no logró la concientización para formar grupos de productores que se apropien de la metodología y la repliquen sin la intervención de externos a largo plazo.

La tarea de reapropiación tanto de saberes como de nuevos conocimientos agrícolas, es un proceso largo que requiere un compromiso basto por parte de los agrónomos y no solo de visitas a las comunidades con fines extensionistas y verticales.

BIBLIOGRAFÍA

Aguerrondo, I. (2009). Conocimiento complejo y competencias educativas. Working Papers on Curriculum Issues Nº 8. [base de datos online], Geneva, Switzerland IBE/UNESCO.

Alemán, S.T., 2016, Cocreación de conocimientos, LEISA revista de Agroecología, Marzo 2016, Volúmen 32, número 1. 5-7 p.

Barrera, F. J., Jarquin, G. R. (2002), Huaraches y botas, la participación campesina en la investigación, Tres Plagas del café en Chiapas, Colegio de la Frontera Sur,[Online] 11-14 p.

Becerra, E. S., Hernández, R. M. (2009), La cafeticultura en el estado de san Luis Potosí y su impacto socioeconómico a nivel regional, (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP, San Luis Potosí, S.L.P. México. 109 p.

Bobadilla, P., García, M., Iturralde, P., Soria, C., y Larrea, A. M., Mancero, L. (2005). Empoderamiento: ¿Tomar las riendas? (Serie Debate ASOCAM).

Castro ME, Llanes J. Empoderamiento: un proceso que se logra mediante el desarrollo de competencias y de la autoevaluación. Liberadictus. 2005;(85):73-6.

Crespo, P., De Rham, P., Gonzáles, G., Iturralde, P., Jaramillo, B., Mancero, L., Moncada, M., Pérez, A., Soria, C., (octubre 2007), Empoderamiento: conceptos y orientaciones, Serie

Reflexiones y Aprendizajes ASOCAM Secretaría Técnica ASOCAM [online] Intercooperation. 1-35 p.

Freire, P. (1977). Extensión o comunicación: la concientización en el campo rural. Bogotá: Ediciones Populares: Siglo XXI.

Jarquin, G. R. (2010). Las escuelas de campo y experimentación para agricultores en México. LEISA revista de agroecología [online] 26 (4), 30-33 p.

López, M., Padilla, D., Kuan, E., Staver, C. (2004). La capacidad organizacional para Aprender. Factor clave del sistema de innovación en Nicaragua [online]. VI semana científica del CATIE (2004: Turrialba, Costa Rica). 151 p.

Mata. B. 2014. Escuelas Campesinas en México, Diagnóstico y aportes a la educación rural alternativa, CIISMER, Chapingo, México. 274 p.

Merçon, J., Sarmiento, S. A., 2016, Cocreación de saberes, poderes, prácticas, LEISA revista de Agroecología, Marzo 2016, Volúmen 32, número 1. 15-16 p.

Núñez R. J. (2004b). Los saberes campesinos: Implicaciones para una educación rural. Investigación y Postgrado [online] v.19 n.2 Caracas. 13-66 p.

PADEM. (2002). “El empoderamiento de las comunidades campesinas e indígenas”. Una propuesta para democratizar los municipios rurales. COSUDE [online] Cochabamba. 5 p.

PADEM. (2002). “El empoderamiento de las comunidades campesinas e indígenas”. Una propuesta para democratizar los municipios rurales. COSUDE [online] Cochabamba. 5 p. http://www.asocam.org/biblioreca/ACT_032.pdf [03 de Abril del 2016].

Pérez-Grovas. V. (2002). La producción y comercialización de Café en México. ¿Opción Viable para los pequeños Productores?.

Pineda, E. B., de Alvarado E. L., de Canales F. H., (1994), Metodología de la investigación, Manual para el desarrollo de personal de salud, (2da. Edición, Organización Panamericana de Salud) [online], 232 p.

Pumisacho, M. y S. Sherwood (eds), (2005). Guía metodológica sobre Escuelas de Campo de Agricultores. (CIP-INIAP-WorldNeighbors. Quito, Ecuador.)

SIAP [online], 2016, ESTADO San Luis Potosí, Ciclo: Cíclicos y Perennes 2015, Modalidad: Riego + Temporal, Café cereza, http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/.

Suset, A., Machado, H., Miranda, T., Campos, M., Duquesne, P., Sánchez, T., & Sardiñas, J. A. (2010). Empoderamiento y cambio social a partir de la participación y el fomento de capacidades. Estudio de caso en tres cooperativas agropecuarias. *Pastos y Forrajes*, *33*(4), 1-1.

IDENTIFICACIÓN DE COCCINÉLIDOS NATIVOS DE SAN LUIS POTOSÍ, PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE *Dactylopius spp.*

Daniel Osbaldo Ascencio-Contreras[57]
Ramón Jarquin-Gálvez[1]
José Pablo Lara-Avila[1]
José Marín-Sánchez[1]

RESUMEN

El principal problema fitosanitario del nopal verdura en San Luis Potosí, México es la grana silvestre y el control químico es ineficiente. El presente estudio partió de la hipótesis de que los enemigos naturales de *Dactylopius spp.* existentes en San Luis Potosí son *Chilocorus spp*.y *Exochomus spp.* El objetivo fue realizar la identificación de *Dactylopius spp* y sus enemigos naturales para establecer las bases de un programa de control biológico por conservación. En el 2015, 2016 y 2017 se realizaron colectas de coccinélidos y granas en el rancho San Ignacio del municipio de Santa María del Río, S.L.P. El sitio de colecta fue una parcela de diez hectáreas, que se subdividió en diez subparcelas de una hectárea. Se eligió una subparcela y se muestreo un área donde hubo mayor presencia de *Dactylopius spp*, que fue de ochenta metros cuadrados y aproximadamente 665 plantas. Se utilizó la metodología de Vanegas *et al.,* 2010. la cual plantea un tamaño de muestra de 10 plantas tomadas al azar y de cada una, un cladodio, del cual se colectaron treinta ejemplares de cada género y se conservaron en alcohol etílico al 70%, y otros vivos en cámaras de cría. Algunos coccinélidos colectados se llevaron para su identificación al Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, en Tecomán, Colima, donde se definieron características morfológicas contrastando con bibliografía del grupo. *Dactylopius* spp*.* Fue identificado con apoyo del departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma de Chapingo, México. En la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP. se realizaron las identificaciones genéticas correspondientes. La grana correspondió a *Dactylopius opuntiae* Familia: Dactylopiidae, Orden: Hemiptera y los coccinélidos identificados fueron *Chilocorus cacti* y *Exochomus childreni guexi.,* Subfamilia: Chilocorinae, Tribu: Chilocorini*.* Esta es la primera identificación completa de los depredadores presentes en parcelas de nopal verdura en San Luis Potosí, México.

Palabras claves:

Dactylopius opuntiae, Coccinellidae, *Chilocorus cacti, Exochomus childreni guexi,* Nopal verdura.

INTRODUCCIÓN

San Luis Potosí, México, es parte del área considerada centro de origen del género *Opuntia*, y sus variantes cultivadas son producto de la relación prolongada de domesticación. (Aguirre 1983, Reyes 2009*).* La cochinilla silvestre (*Dactylopius spp*.) parasita a las plantas de *Opuntia* y cinco de las once especies de *Dactylopius* existentes en América se encuentran en México. La más común es *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemíptera: Dactylopiidae) (Flores *et al.,* 2006*).* La cochinilla silvestre del nopal es la plaga más importante del nopal verdura en San Luis Potosí, al incrementarse la superficie cultivada, ampliarse la época de producción y por el mal manejo de agroquímicos (García *et al.,* 2008, Luna 2011, Pacheco *et al.,* 2011). Cabe mencionar que el control químico, especialmente es el uso de insecticidas organofosforados que es la herramienta

[57]Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Maestría en Producción Agropecuaria. Carretera San Luis-Matehuala km 14.5, Ejido La Palma de la Cruz, Tel. (444) 8524056. Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México. jarquin02@hotmail.com

más común (Palacios *et al.,* 2004), no es eficiente y causa daños al ambiente y a la salud de los trabajadores. Además, es complicado corroborar los intervalos de seguridad de los productos porque los cortes de cosecha pueden realizarse cada 7 días (Luna 2011). Se reconoce que *D. opuntiae* puede terminar en seis meses con una plantación (Pérez y Becerra, 2001). Las consecuencias y las desventajas de los diferentes tipos de control y que no existen insecticidas autorizados para el manejo de cochinilla silvestre, surge la propuesta del control autónomo de plaga como una alternativa sostenible (Vandermeer *et al., 2010*).

En la zona de estudio la incidencia de cochinilla silvestre se presenta de abril a septiembre (García *et al.,* 2008), el tiempo entre generaciones varia de 35-45 días y los factores que dificultan el control de esta plaga son su cubierta cerosa, su resistencia a factores climáticos adversos, altas tasas de reproducción y ciclo de vida corto (Pacheco *et al.,* 2011). El daño en nopal lo ocasionan las hembras, tanto ninfas como adultas ya que, al extraer savia, provocan amarillamiento, el debilitamiento y muerte de la planta (Vanegas *et al.,* 2010). En el caso del macho una vez que emerge se dirige hacia las hembras para copular; permanece vivo de dos a cuatro días y después muere (Marín y Cisneros, 1977). La ineficiencia de los insecticidas causa abandono de las plantaciones de nopal, permitiendo que los enemigos naturales se restablezcan haciendo evidente la acción depredadora de algunas catarinitas en nopaleras sin medidas de control químico (Luna 2011). En el Estado de San Luis Potosí desde hace varios años se han observado depredadores con características similares a los coccinélidos atacando a la cochinilla silvestre en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez (Jarquín *et al.,* 2013).

Los coccinélidos son una importante familia de coleópteros conocidos como catarinitas mariquitas o conchuelas y siguen siendo de gran importancia para los agro ecosistemas, ya que ayudan al control natural de plagas de importancia económica como áfidos, mosquita blanca, escamas y en general, insectos de cuerpo blando (Morón y Terrón 1988). Existen un conjunto de enemigos naturales de la cochinilla que actúan de manera diferencial en función a su densidad (Vanegas *et al.,* 2010; Machorro, 2014: Cruz *et al.,* 2016). Los Coccinellidae es una familia muy diversa y conocida dentro del orden Coleóptera. Se les conoce vulgarmente con el nombre de "chinitas" o "mariquitas", y debido a su inofensiva apariencia y sus vistosos colores son considerados como uno de los grupos de coleópteros más carismáticos (Zabala *et al.,* 2003). Una alternativa para reducir estos riesgos, denominada Control biológico autónomo, considera que es importante el establecimiento dentro de los agroecosistemas, de redes de interacción biótica que limiten la amplitud de las fluctuaciones poblacionales (Vandermeer *et al.,*2010).

Los primeros estudios de las técnicas moleculares basados en ADN han sido superados por el uso de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), la que puede desarrollarse con pequeñas cantidades de ADN y en ocasiones hasta con solo un individuo (Kox *et al.,*2005). Los estudios genéticos con artrópodos requieren ADN de buena calidad. En dichos estudios se deben procesar un gran número de muestras por lo que es indispensable contar con un método de extracción eficiente, rápido y económico (Gutiérrez *et al.,* 2008).

El objetivo de este estudio fue identificar a la grana silvestre asi como a los coccinélidos presentes en huertas de nopal verdura en San Luis Potosí, como un primer paso para la implementación de una propuesta de control biológico por conservación en el estado. La hipótesis planteada fue que *Chilocorus spp. y Exochomus spp.* son los enemigos naturales de *Dactylopius spp.* en nopal, y por lo tanto un insecto elegible para su uso dentro de una estrategia de control biológico por conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

En agosto del 2015, en junio a septiembre 2016 y de febrero a junio 2017, se realizaron colectas de coccinélidos y granas en el rancho San Ignacio del municipio de Santa María del Río, S.L.P. se realizaron colectas de coccinélidos y de grana en el rancho San Ignacio del municipio de Santa María del Rio, San Luis Potosí (22º11´22.9´´LN y 100º52´36.3´´LO a 1,777 msnm). El sitio de colecta fue una parcela de diez hectáreas, la cual se subdividió en diez subparcelas de una hectárea. Se eligió una subparcela y se muestreo un área con antecedentes de presencia de *Dactylopius spp*, con dimensiones de veinte metros de largo por cuatro de ancho, que constó de cinco hileras y aproximadamente 665 plantas. Para ello se utilizó la metodología de Vanegas *et al.,* 2010. la cual plantea tomar una muestra de 10 plantas al azar y de cada una, un cladodio, del cual se colectaron los coccinélidos y granas presentes. De cada especie colectados se tomaron treinta ejemplares de cada uno y se conservaron en alcohol etílico al 70%, y otros vivos en cámaras de cría. Algunos coccinélidos colectados se llevaron para su identificación al Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, en Tecomán, Colima, donde se definieron sus características morfológicas y de genitalia contrastando con bibliografía del grupo En el caso de la grana con el apoyo bajo la supervisión del Dr. José Cruz Salazar Torres, Profesor de la Universidad Autónoma de Chapingo, México, del departamento de Parasitología Agrícola, donde se definieron sus características morfológicas contrastando con bibliografía del grupo. Se realizó la identificación molecular de los organismos en las instalaciones de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP.

La identificación taxonómica de los coccinélidos se realizó mediante ilustraciones y claves taxonómicas basándose en el libro de Coccinellidae (Gordon, 1985). y se utilizaron diez especímenes de cada especie. El sexo se identificó con un microscopio simple, así como la cuantificación de segmentos en el abdomen de los coccinélidos, ya que está documentado que los machos presentan seis segmentos y las hembras cinco. En este proceso se utilizó un microscopio estereoscopio marca Car Zeiss®, Discovery V20, una cámara Axio cam HRC adaptada al mismo, y un el programa combine ZM®. para digitalizar las imágenes del microscopio (Axio Vision SE64). Finalmente se seleccionó de entre 30 a 40 fotos las de mayor calidad.

Para la identificación taxonómica de la grana silvestre, se utilizó un microscopio AxioStar plus marca Carl Zeiss®, con aumentos de 40x a 100x. En esta parte se revisaron 10 laminillas utilizando la metodología de montaje propuesto por Hamon y Koaztarab (1979) y descrito por Solís (1993) y para su determinación se utilizaron las claves de Howell & Williams (1976) y De Lotto (1974).

El proceso de identificación genética de los organismos, se realizó mediante el análisis filogenético de la región 28S rRNA. Para lo cual, la extracción de ADN genómico de cada uno de los organismos se realizó con un protocolo basado de DNAzol®, El ADN extraído se utilizó como molde para la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), para amplificar un fragmento de 323 pb de la región 28S rRNA, utilizando los oligonucleótidos 28S sa (GACCCGTCTTGAAACACGGA) y 28S sb (TCGGAGGGAACCAGCTACTA).

Los productos de amplificación fueron visualizados mediante electroforesis de gel agarosa al 1% con buffer TBE 1X, y teñidos con bromuro de etidio (1 µl/ml.) en fotodocumentador con UV.

Los productos de PCR que mostraron el tamaño esperado, fueron clonados en pGem-T en el Centro de Investigación en Ciencias de la Salud y Biomedicina (CICSaB) de la UASLP. Las clonas fueron secuenciadas en el Laboratorio Nacional de Biotecnología Agrícola Medica y Ambiental (LANBAMA) del IPICYT. Para la identificación filogenética de los organismos, las secuencias que

se obtuvieron se analizaron en BLAST (Basic Local Alingment Search Tool) en el NCBI (National Center for Biotechnology Information). Las secuencias de la región 28S rRNA fueron alineadas en el programa Sea View con algoritmo Muscle (Edgar,2004; Gouy *et al.,*2010). En el programa MEGA 7.0 (Tamura *et al.,*2013) se determinó el modelo de sustitución y se calculó el árbol filogenético con 1000 permutaciones bootstrap para medir la significación de ramas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación taxonómica

Chilocorus cacti
La identificación del coccinélido encontrado en San Luis Potosí, México coincidió plenamente con las claves taxonómicas de Gordon (1985). Las características de Coccinellidae corroboradas fueron su clípeo expandido lateralmente hasta los ojos, antena reducida a diez segmentos o menos, segmento apical de cilíndrico palpus maxilar con truncate ápice; maxilar cardo ampliarse o fuertemente esclerotizado (Gordon 1985).

El primer criterio empleado para asignar los especímenes a una subfamilia, fue visualizar la extensión del clípeo hasta los ojos y antena reducida a diez segmentos o menos, por lo cual fué posible afirmar que los especímenes analizados mediante sus características pertenecen a subfamilia Chilocorinae. Esta se distingue por tener el clípeo dilatado debajo de los ojos, creando una especie de mascara fácil de distinguir.

El criterio para clasificar los especímenes en la tribu de esta subfamilia que consta de tres tribus, Telsimiini, Platynaspini, y Chilocorini; es que sólo Chilocorini se encuentra en el hemisferio occidental. Para el género se empleó el carácter de línea postcoxal, la cual se observó claramente. El género *Chilocorus* presenta en el clípeo un ribete en el borde anterior y está ligeramente recortado. Para asignar especie, el criterio se basó en las manchas y círculos rojos y por su pecho rojizo, de acuerdo con lo señalado por Gordon (1985).

El borde anterior del pronoto es llamativamente cóncavo, con los costados muy prolongados, la base de los élitros es bastante más ancha que la del pronoto. Ventralmente las epipleuras son anchas y descienden hasta el ápice. El metasterno tiene depresiones para alojar los fémures (Santos 2007). *Chilocorus cacti* es uno de los depredadores de amplio espectro más usados por ejercer eficiente control de la densidad de ácaros e insectos fitófagos (Aurali *et al*., 2001). Este coccinélido se utilizó en campañas de control biológico de insectos escama como *Asterolecanium pustulans* (Cockerell), *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni y *Diaphorina citri* en Puerto Rico (Cruz y Segarra 1992). En México hay reportes e informes técnicos de que *C. cacti* depreda a la escama de nieve *Unaspis citri* (Comstock) (SENASICA 2006), y a la escama blanca del mango *Aulascaspis tubercularis* Newstead (Carrillo *et al.,* 2008). Además, se distribuye en la parte sur y oeste de EE.UU. (Gordon 1985).

Tomando en cuenta lo anterior, el coccinélido recolectado de acuerdo con las claves taxonómicas y la genitalia observada, cual sirvió para corroborar la identificación y basándose con las características del tegmen y sifo, el insecto colectado fue *Chilocorus cacti L.* 1767 (Coleoptera: Coccinellidae).

Exochomus childreni guexi.
Para identificar la subfamilia se consideró la extensión del clípeo hasta los ojos y antena reducida a 10 segmentos o menos, que lo distingue de los demás. Para llegar a la tribu de esta subfamilia

se consideró la existencia exclusiva de Chilocorini en el hemisferio occidental. Para género fueron consideradas las características de coloración, puntos en los élitros y tamaño, de acuerdo a las características que menciona Gordon 1985. La especie se determinó por el tipo de coloración, discriminando entre 4 especies, de las cuales 2 de ellas (*E. fasciatus* y *E. childreni childreni*) no presentan el dimorfismo sexual de nuestros ejemplares mostrando los machos las patas y el ángulo anterolateral del pronotum no negro sino más bien cobrizo. Esto nos restringió a *E. marginipennis* y *E. childreni guexi*, sin embargo, por la proporción de su cuerpo en donde según Gordon (1985), *E. marginipennis* es más alargado que E*. childreni guexi*, y basándose en las medidas que el mismo Gordon señala; nuestro ejemplar se acerca más a *E. childreni guexi*, además de no presentar tan marcada puntuación de los poros de los élitros.

El coccinélido colectado de acuerdo con las claves taxonómicas fue *Exochomus childreni guexi,* (Coleóptera: Coccinellidae).

En los *Exochomus* las placas metacoxales se redondean como siempre, pero no son completas y las especies son bastante numerosas y son mucho más pequeños y generalmente menos convexos que en otros géneros. (Casey 1899). En la especie *childreni* los élitros son color anaranjado pálido completamente, cada uno con un punto en sentido transversal ovalada negra cerca del ápice por la sutura del margen externo, cabeza y pronoto pálido en el macho, este último con una nube oscura mediana hacia la base, las patas pálidas o menos en gran parte, longitud de 2.6 a 2.9 mm, anchura de 2-2.4 mm. (Casey 1899). Los Chilocorinae se distinguen por tener el clípeo dilatado debajo de los ojos, creando una especie de mascara fácil de distinguir. (Santos 2007).

Dactylopius opuntiae
Se identificó como *Dactylopius opuntiae,* con base en los rasgos de la hembra adulta distinguibles en la región dorsal: setas con ápice truncado de 2 tamaños, presencia de algunos poros en el margen externo de los espiráculos torácicos posteriores y la agrupación de racimos en los últimos 3 segmentos abdominales, considerados por De Lotto (1974) y Solís (1993).

Entre los fitófagos de mayor importancia económica destaca la cochinilla silvestre del nopal, *(Dactylopius opuntiae* Cockerell) que se encuentra presente prácticamente en todas las regiones productoras del país (Mena, 2011; Vanegas *et al.,* 2010). La cochinilla silvestre es un insecto parasito con forma de escama, cuyas hembras desarrollan una cubierta sedosa, muy parecida al algodón, que protege sus cuerpos de los depredadores y reduce la eficiencia del control químico (Badii y Flores, 2001; Vanegas, 2009). *D. opuntiae* al igual que otras especies del género, desarrolla una cubierta compuesta secretada de la hembra, pero esta se diferencia porque en la región ventral la hembra presenta setas de dos tamaños y mayor número de poros en la parte externa de los espiráculos torácicos posteriores en el antepenúltimo segmento del abdomen, la agrupación de los racimos en los tres últimos segmentos abdominales y las setas largas y dorsales. (De Lotto, 1974). El cuerpo de las hembras es convexo, oval y es un poco complicado poder distinguir sus regiones de cabeza, tórax y el abdomen, estas están cubiertas con su capa algodonosa que la hembra produce por glándulas especiales y que le sirve como protección contra enemigos naturales. (Tulloch 1970, Morrison, 1984). La cochinilla silvestre del nopal *(Dactylopius opuntiae*) es catalogada como una de las importantes plagas para la producción de nopal verdura y tunero. (Mena, 2011). La importancia de la plaga, se ha llevado a cabo la investigación para su control, al estudio y dinámica de la especie, a un manejo alternativo con insecticidas y a su determinación de enemigos naturales. (Vanegas *et al., 2010;* Pérez, 2011; Cruz *et al., 2016*).

Identificación molecular

Con la técnica de extracción utilizada se obtuvo ADN de calidad y cantidad adecuada para efectuar la técnica de PCR. Se logró amplificar los fragmentos y se obtuvieron los tamaños esperados en los productos de PCR del oligos 28S.

Para la construcción de los árboles filogenético se utilizó el programa MEGA 7.0, los arboles fueron calculados mediante la determinación del mejor modelo de sustitución de nucleótidos y el método de máxima probabilidad con 1000 permutaciones de bootstrapp.

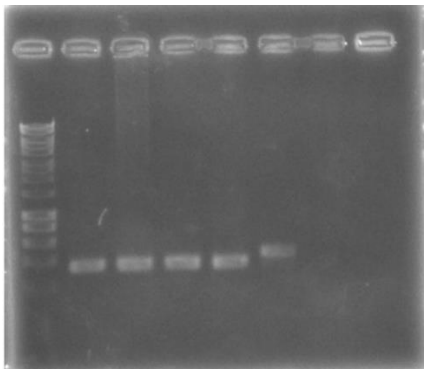


Figura 1. Amplificación de la región por PCR de la región 28S rRNA (323 pb) de los organismos colectados en nopal verdura. Carril 1: Marcador de peso molecular. Carril 2: *Chilocorus cacti* 1. Carril 3: *Chilocorus cacti* 2. Carril 4: *Exochomus children guexi* 3. Carril 5: *Exochomus childreni guexi* 4. Carril 6: *Dactylopius opuntiae* 5. Carril 7 y 8: Control negativo.

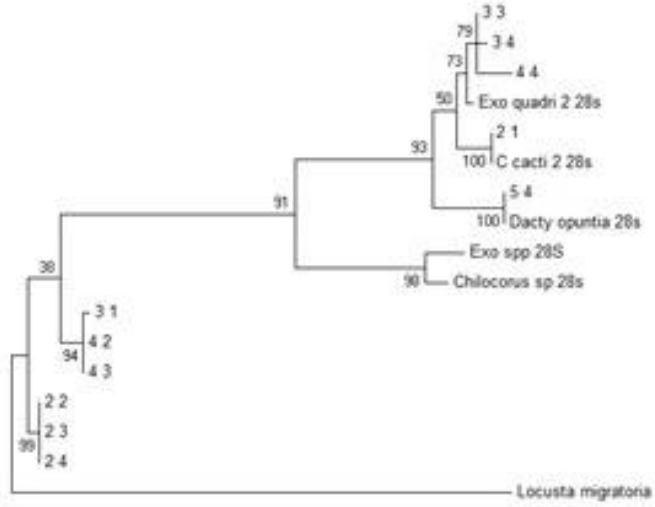


Figura 2. Árbol filogenético 28S, con los organismos en estudio *Chilocorus cacti,* (2), *Exochomus childreni guexi* (3 y 4) y *Dactylopius opuntiae* (5). Abrev. de las referencias del NCIB. Exo. spp

28s (*Exochomus spp*); Exo. quadri 2 28s (*Exochomus quadripustulatus*); *C. cacti* 2 28s (*Chilocorus cacti*); Dacty opuntia 28s (*Dactylopius opuntiae*).

El mejor método de sustitución fue Kimura 2-parameter model. Algunos organismos en estudio de *Exochomus childreni* (3-3, 3-4 y 4-4) se agruparon con el de referencia (Exo.quadri 2 28s), teniendo estrecha relación genética, al igual agrupándose con las secuencias de *Chilocorus cacti* (2-1) y su referencia (*C. cacti* 2 28s), estas dos últimas comparten la misma exactitud genética, teniendo una relación semejante con el grupo de (Exo quadri 2 28s). *Dactylopius opuntia* (5) es de la misma exactitud genética de (Dacty opuntia 28s). Tanto (Exo spp 28s) y (Chilocorus spp 28s) comparten una gran relación genética, en comparación con algunos de los organismos en estudio (2-2, 2-3, 2-4), (3-1) y (4-2, 4-3) los cuales no semejan la misma relación con los de referencia como los demás y *Locusta migratoria* que es el organismo más alejado genéticamente con los del estudio y de las referencias.

Cuadro 1. Identificación molecular de los organismos colectados en nopal verdura, con las comparaciones de la base de datos de secuencias de NCBI.

Gen	bp	Tubo	Organismo	Size	E value	Alineamientos (BLAST)
28S	323	10--1	*Chilocorus cacti*	344	1e --178	*Chilocorus cacti* isolate CO573 28S ribosomal RNA gene, partial sequence
"	"	10--2	*Chilocorus cacti*	357	0	*Chilocorus cacti* isolate CO573 28S ribosomal RNA gene, partial sequence
"	"	10--3	*Chilocorus cacti*	352	0	*Chilocorus cacti* isolate CO573 28S ribosomal RNA gene, partial sequence
"	"	10--4	*Chilocorus cacti*	352	0	*Chilocorus cacti* isolate CO573 28S ribosomal RNA gene, partial sequence
"	"	11--1	*Exochomus childreni guexi*	349	7e --151	*Exochomus quadripustulatus* voucher BYU CO726 28S ribosomal RNA gene, partial sequence
"	"	11--3	*Exochomus childreni guexi*	352	3e --165	*Exochomus quadripustulatus* voucher BYU CO726 28S ribosomal RNA gene, partial sequence
"	"	11--4	*Exochomus childreni guexi*	442	1e --159	*Exochomus quadripustulatus* voucher BYU CO726 28S ribosomal RNA gene, partial sequence
"	"	12--2	*Exochomus childreni guexi*	352	3e --165	*Exochomus quadripustulatus* voucher BYU CO726 28S ribosomal RNA gene, partial sequence
"	"	12--3	*Exochomus childreni guexi*	359	8e --166	*Exochomus quadripustulatus* voucher BYU CO726 28S ribosomal RNA gene, partial sequence
"	"	12--4	*Exochomus childreni guexi*	375	7e --122	*Exochomus quadripustulatus* voucher BYU CO726 28S ribosomal RNA gene, partial sequence
"	"	13--4	*Dactylopius opuntiae*	441	0	*Dactylopius opuntiae* voucher ARC-PPRI SB298.5 28S ribosomal RNA gene, partial sequence

La identificación se logró mediante el uso de BLAST (Basic Local Alingment Search Tool) en el NCBI (National Center for Biotechnology Information) analizando las secuencias obtenidas.

El valor E, es la probabilidad de que por azar la secuencia problema sea igual a la secuencia en la base de datos, en la mayoría de las secuencias es igual o cercana a 0 lo cual brinda confiabilidad en los resultados de homología de secuencias.

Magro *et al.,* (2009). Realizaron un estudio con diferentes individuos entre ellos coccinélidos, para su identificación y análisis filogenético, teniendo un mayor resultado el uso de gene 18S y 28S del cual este último destaca los primers 28S sa (GACCCGTCTTGAAACACGGA) y 28S sb (TCGGAGGGAACCAGCTACTA).

Ramirez *et al.,* (2010.) Mencionan que la identificación y taxonomía actuales de *Dactylopius spp.* Se ha basado en caracteres morfológicos (De Lotto 1974 y Kosztarab) y publicó una filogenia de *Dactylopius spp*. sobre esta base. Hasta ahora, no ha habido filogenias moleculares del género. La necesidad de establecer filogenias moleculares para *Dactylopius* ha sido reconocida en varios trabajos porque se han obtenido resultados contradictorios a partir de datos morfológicos (Portillo y Vigueras 2006).

CONCLUSIONES

Dadas las características taxonómicas de la grana silvestre, se identificó como *Dactylopius opuntiae,* con base en los rasgos de la hembra adulta distinguibles en la región dorsal y corroborándolo genéticamente. De los enemigos naturales identificados taxonómicamente en el presente trabajo, el primero pertenece a la Subfamilia: Chilocorinae, Tribu: Chilocorini, Género: *Chilocorus*, Especie: *cacti*. El segundo coincide con la misma Subfamilia y Tribu, Género: *Exochomus*, Especie: *childreni guexi.* En la identificación molecular *Chilocorus cacti* se corroboro al 100% genéticamente y el resultado genético de *Exochomus childreni guexi* arrojó como resultado el mismo género, pero diferente especie (*Exochomus quadripustulatus*).

El resultado molecular de *Exochomus* presenta un mismo genotipo, en las especies, *childreni guexi* y *quadripustulatus* pero en base a claves taxonómicas muestran diferentes fenotipos, por lo que debe seguirse estudiando este organismo y continuar realizando observaciones y muestreos en la zona, para poder caracterizar más coccinélidos que puedan presentarse.

Esta es la primera identificación taxonómica y molecular completa de los depredadores presentes y de la grana silvestre en parcelas de nopal verdura en San Luis Potosí, México. Lo anterior, constituye el primer reporte de *Chilocorus. cacti* y *Exochomus childreni guexi,* presentes en parcelas de nopal verdura sin manejo químico en San Luis Potosí, México; este hallazgo enfatiza el impacto negativo del uso extensivo de plaguicidas sobre las diferentes especies de un agroecosistema, sin embargo, también brinda alternativas para el desarrollo de estrategias de control biológico de plagas en el cultivo de nopal, mediante el uso y conservación de las especies nativas.

LITERATURA CITADA

Aurali, E., M. Houck, and L. Nathan, 2001. Potential role of parasitism in the evolution of mutualism in astigmatid mites: *Hemisarcoptes cooremani* as a model. Exp. Appl. Acarol. 25: 97-107.

Aguirre R., J. R. 1983. Enfoques para el estudio de las actividades agrícolas en el altiplano potosino zacatecano. *In*: Molina, J. T. (ed). Recursos Agrícolas de Zonas Áridas y Semiáridas de México. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp: 105-115.

Badii M. H. y Flores A. E. 2001. Prickly pear cacti pest and their control in Mexico. The Florida Entomologist. 84(4): 503-505.

Carrillo, J.A., López, M.A., Álvarez, N.C**.** 2008. Fluctuación poblacional de insectos depredadores de la escama blanca (Hemiptera: *Diaspididae*) del mango en Nayarit. Acta Zoológica Mexicana (n.s.), 30(2): 321 336 (2014) Pp.144–148.

Casey, Thos. L. 1899. A Revision of the American Coccinellidæ. *Journal of the New York Entomological Society* Vol. 7, No. 2 (Jun. 1899). pp. 71-169.

Cruz, C., and Segarra A**.** 1992. Potential for biological control of crop pests in the Caribbean. Florida Entomologist 75: 400-408.

Cruz Rodríguez J. A., González Machorro E., Villegas González A. A., Rodríguez Ramírez M. L. y Mejía Lara F. 2016. Autonomous biological control of *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) in a prickly pear plantation with ecological management. Environmental Entomology. 1-7

De Lotto G. 1974. On the status and identity of the cochineal insects (Homoptera: Dactylopiidae) Journal of the Entomological Society of South Africa 37:167-193.

Edgar RC. (2004). MUSCLE: Multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. Nucleic Acids Res. 32:1792-1797.

Flores, A., Murillo, B., Rueda, P., Cruz, S.T., García, H., Troyo, D. 2006. Reproducción de cochinilla silvestre *Dactilopius opuntiae* (Homoptera: Dactylopiidae). Revista Mexicana de Biodiversidad 77: 97-102.

García H.J.E., Méndez, G., Rössel K., Talavera, M., Hernández, R. 2008. El nopal tunero en San Luis Potosí, situación actual y recomendaciones técnicas. Colegio de Postgraduados. Folleto para productores No. 2. 1ª edición. Montecillo, Texcoco, Estado de México 35 p.

González Machorro, E. 2014. Interacciones bióticas de la cochinilla silvestre Dactylopius opuntiae Cockerell (Homoptera, Dactylopiidae), en una plantación de nopal tunero. Tesis Profesional. Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 72 p.

Gordon, R.D**.** 1985. The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of México. Journal of the New York Entomological Society 93: 1-912.

Gouy M, Guindon S, Gascuel O. (2010). Sea View version 4: a multiplatform graphical user interface for sequence alignment and phylogenetic tree building. Molecular Biology, 27:221-224.

Gutiérrez, L.; Naranjo, N.; Jaramillo, L.; Muskus, C.; Luckhart, S.; Conn, J.; Correa M. 2008. Natural Infectivity of Anopheles species from the Pacific and Atlantic Regions of Colombia. Acta Tropica 107: 99-105

Jarquin Gálvez, R., Butrón R. J., Marín Sánchez J. 2013. Manejo no químico de la cochinilla silvestre del nopal en Villa de Arriaga, San Luis Potosí. XII Simposio Internacional y VII Congreso Nacional de Agricultura Sostenible, SOMAS A.C. COLPOS, Vol. 8, 1200 p.

Kox LFF, van den Beld HE, Zjilstra C, Vierbergen G. Real-time PCR assay for the identification of *Thrips palmi*. Bulletin oepp/eppo Bulletin. 2005; 35:141-148

Magro, A., Lecompte, E., Magné, F., Hemptinne, J. L., & Crouau-Roy, B. (2010). Phylogeny of ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae): are the subfamilies monophyletic? *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *54*(3), 833-848.

Marín L., Cisneros F. 1977. Biología y morfología de la cochinilla del carmín, *Dactylopius coccus* Costa (Homóptera: Dactylopiidae). Entomol. 20 (1): 115-120 p

Mena Covarrubias J. 2011. Insectos plagas del nopal: como tomar decisiones con un enfoque de manejo integrado. Revista Salud Pública y Nutrición, Edición especial (5): 65-74.

Morón, M.A., Terrón, R.A. 1988. Entomología Práctica. Publicación 22. 1a edición. Instituto de Ecología A.C. México, D.F. 504 pp.

Morrison J. F. 1984. Protection from beetle-predation in cochineal insects (Dactylopiidae: Homóptera). Unpublished M. Sc. Thesis, Rhodes University, Grahamstown.

Luna, V.J. 2011. Producción invernal de nopal verdura. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental San Luis. S.L.P. Folleto para productores No. 52.

Pacheco-Rueda, I., Lomelí-Flores, J.R., Rodríguez-Leyva, E., Ramírez-Delgado, M. 2011. Ciclo de vida y parámetros poblacionales de *Sympherobius barberi* (Neuroptera: Hemerobiidae) criado con *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae). Acta Zoologica Mexicana (n.s.) 27: 325-340.

Palacios–Mendoza, C., R. Nieto, C. Llanderal & H. González. 2004. Efectividad biológica de productos biodegradables para el control de la cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Homoptera: Dactylopiidae). Acta Zoológica Mexicana n.s. 20: 99–106.

Pérez S. C. M., Becerra R. 2001. Nocheztli: el insecto del rojo carmín. CONABIO. Biodiversitas 36: 1-8

Pérez Ramírez A. 2011. Estímulos físicos y químicos que intervienen en la fijación de las ninfas de *Dactylopius opuntiae*. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Yautepec, Morelos. 77p.

Portillo M. Vigueras A.L. 2006. A review on the cochineal species in Mexico, hosts and natural enemies, pp. 249–256In. Mondragon Jacobo C. ArandaOsorio G. Phippen W.B.Vth International Congress on Cactus Pear and Cochineal . ISHS Acta Horticulturae, Chapingo, Mexico.

Ramírez-Puebla, M. Rosenblueth, C. K. Chávez-Moreno, M. C. Catanho Pereira de Lyra, A. Tecante, E. Martínez-Romero; Molecular Phylogeny of the Genus *Dactylopius* (Hemiptera: Dactylopiidae) and Identification of the Symbiotic Bacteria. *Environ Entomol* 2010; 39 (4): 1178-1183. doi: 10.1603/EN10037

Reyes- Agüero. J.A.; J.R Aguirre F. Carlín C. y A. González D 2009. Catálogo de las principales variantes silvestres y cultivadas de *Opuntia* en la Altiplanicie Meridional de México. U.A.S.L.P., SAGARPA y CONACYT San Luis Potosí, S.L.P., México. 350 p.

Santos Aguirre, 2007. Revisión de los coleópteros coccinélidos de las islas Canarias (Coleoptera: Coccinelidae), Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 41: 1-105.

SENASICA**.** 2006. Control biológico de la escama de nieve *Unaspis citri* (Comstock). Ficha Técnica CB–25.

Solís, A. J. F. 1993. Escamas (Homóptera: Coccoidea); descripción, morfología y técnica de montaje. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. 34-36 p.

Tamura K, Stecher G, Peterson D, Filipski A, Kumar S. 2013. MEGA 7: Molecular evolutionary genetics analysis version 7.0. Molecular Biology. 30:2725-2729.

Tulloch A. P. 1970. The composition of beeswax and other waxes secreted by insects. Lipids 5:247-258

Vandermeer J, Perfecto I., Philpott S M. 2010. Complejidad ecológica y control de plagas en la producción de café orgánico: descubrimiento de un servicio ecosistémico autónomo. BioScience 60(7): 527-53

Vanegas Rico J. M. 2009. Dinámica poblacional de *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) y sus enemigos naturales en Tlalnepantla, Morelos. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 110 p.

Vanegas–Rico J. M., Lomelí–Flores J. R, Rodríguez–Leyva E, Mora–Aguilera G. Y., Valdez J. M. 2010. Enemigos naturales de *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) en Opuntia ficus–indica (L.) Miller en el centro de México. Colegio de Postgraduados, Posgrado en Entomología y Acarología, Montecillo, 56230 Texcoco, Estado de México, México. Pp. 417-419.

Zabala, J., J. Iturralde & M. Saloña 2003. Etnoentomología de la Vaquita de San Antón o Mariquita (*Coccinella septempunctata*) en el País Vasco (Coleoptera: Coccinellidae). Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa 33:253-269.

EFECTO DE *CANAVALIA ENSIFORMIS* INOCULADA CON MICORRIZAS Y REDUCCIÓN DEL FERTILIZANTE MINERAL EN EL CULTIVO DEL TABACO

Milagros Garcia-Rubido[1*]
Ramón Rivera Espinosa[2]
Yoanna Cruz Hernandez[1]
Yenssy Acosta Aguiar[1]
Leonel Martínez Acosta[1]

RESUMEN

El uso de biofertilizantes constituye uno de los elementos más valiosos que puede utilizar la agricultura ecológica en los sistemas productivos como una alternativa viable y sumamente importante, para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible, ya que permite disminuir los costos de producción y la contaminación ambiental, además permiten conservar el suelo desde el punto de vista de fertilidad y biodiversidad. En este sentido, teniendo en cuenta la necesidad de sistemas de manejos para optimizar los sistemas agrícolas de producción, se realizó el presente trabajo con el objetivo de cuantificar los aportes en nutrimentos que realiza la canavalia inoculada con micorrízas, su efecto en los rendimientos del tabaco y la respuesta de este cultivo a diferentes dosis de fertilización mineral, se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con nueve tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos estudiados fueron: Barbecho (testigo); Canavalia y Canavalia más hongos micorrízicos arbusculares en alternancia con el tabaco, cultivar “Criollo 98”. En los tratamientos de barbecho y donde se sembró canavalia en ambas formas en alternancia con tabaco se evaluaron 3 dosis de fertilizante mineral (50; 75; 100 %), utilizando la fórmula completa NPK. El aporte de fitomasa y nutrimentos de canavalia fue superior al barbecho, al igual que la multiplicación de propágulos nativos de HMA en el suelo. El tabaco cuando se alternó con Canavalia y Canavalia más HMA, presentó rendimientos superiores al barbecho y con diferencias en la colonización radical por HMA en estos tratamientos. El tabaco respondió significativamente a la reducción del 25 % de la dosis de fertilizante mineral, con diferencias en los rendimientos obtenidos en el tratamiento donde se alternó con barbecho.

Palabras Clave: Abono verde; fertilización mineral, cultivo.

INTRODUCCIÓN

El tabaco es un cultivo muy sensible a la disponibilidad de nutrientes y sufre considerables variaciones en rendimiento y calidad como consecuencia de la fertilización (Tso, 1991). La fertilización mineral es esencial para el desarrollo de los cultivos y se considera la forma más ampliamente conocida y empleada, de satisfacer las necesidades nutricionales de estos, sin embargo, su costo es cada vez más elevado e inalcanzable para el productor y asociado a lo anterior está el riesgo ecológico que causan por contaminación del suelo y el agua, por su manejo inadecuado (Hernández *et al*., 2012).

[1] UCTB. Estación Experimental del Tabaco (E.E.T.), Finca Vivero, San Juan y Martínez, Pinar del Río, Cuba. ***e-mail: investigacion6@eetsj.co.cu***
[2] Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas, Mayabeque, La Habana, Cuba. ***e-mail: rrivera@inca.edu.cu***

El uso de especies de abonos verdes como fuente alternativa de incorporación de nutrientes y el empleo de biofertilizantes a base de hongos micorrízicos arbusculares para mejorar la eficiencia en la absorción de agua, nutrientes por los cultivos y multiplicación de estos hongos a través del

cultivo de los abonos verdes, son opciones, que permiten incrementar la producción agrícola de forma ecológica y que sustituye en gran medida la utilización de los fertilizantes nitrogenados (Martín *et al*., 2007, Sánchez *et al*., 2012).

En la actualidad, incrementar la productividad de las plantas cultivadas de manera sostenible, con baja cantidad de insumos es una necesidad inmediata (Fundora *et al*., 2011). De igual manera se considera un aspecto de gran importancia en la agricultura garantizar los requerimientos nutrimentales de los cultivos y resulta imprescindible la búsqueda y evaluación de fuentes alternativas de fertilización, que permitan obtener niveles adecuados de rendimientos y calidad de los diferentes cultivos (Morales *et al*., 2011).

Por lo antes expuesto el objetivo de este trabajo fue cuantificar los aportes en nutrimentos que realizan la canavalia inoculada con micorrízas, su efecto en los rendimientos del tabaco y la respuesta de este cultivo a diferentes dosis de fertilización mineral.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento, se realizó en áreas de la Estación Experimental del Tabaco, durante las campañas tabacaleras 2012-2013; 2013-2014 y 2014-2015, ubicada en el macizo tabacalero de Vuelta Abajo, “Finca Vivero”, San Juan y Martínez, provincia Pinar del Río. El suelo en el área experimental se clasificó como Ultic Haplustalfs (Soil Survey Staff, 2014), cuyo horizonte superficial se caracteriza por ser de textura franco arenosa, pH ligeramente ácido, bajos contenidos de materia orgánica, y pobres en bases cambiables, con altos contenidos de fósforo y potasio, resultado de la aplicación continua de fertilizantes minerales de acuerdo a las normas técnicas para el cultivo (Cuadro I).

Cuadro I. Algunas características del suelo en el área experimental

pH	P_2O_5	K_2O	M.O	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	S	T	No, Esporas HMA 50g suelo -1
H_2O	mg kg^{-1}		%	cmol(+) kg^{-1}						
6,5	37,98	29,38	1,36	4,96	1,90	0,11	0,47	7,65	9,75	55

Determinaciones químicas: pH_{KCl} potenciómetro: relación suelo/solución de 1:2,5; MO (materia orgánica) método colorimétrico (ONN. NC 51, 1999); P_2O_5 – método colorimétrico con ácido sulfúrico al 0,05 mol L^{-1} (ONN. NC 52, 1999), Cationes NH_4Ac a pH 7 (Paneque *et al*., 2010); S: Capacidad de cambio de bases; T: Capacidad de cambio catiónico; No. esporas HMA (Gerdemann y Nicolson, 1963)

La investigación se realizó en un área total de 1326 m^2, se empleó un diseño de bloques al azar, con nueve tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron evaluados durante las tres campañas de la siguiente forma:

Descripción de los tratamientos

Canavalia con micorriza – Tabaco + 50 % fertilizante mineral
Canavalia con micorriza – Tabaco + 75 % fertilizante mineral
Canavalia con micorriza – Tabaco + 100 % fertilizante mineral
Canavalia sin micorriza – Tabaco + 50 % fertilizante mineral
Canavalia sin micorriza – Tabaco + 75 % fertilizante mineral
Canavalia sin micorriza – Tabaco + 100 % fertilizante mineral
Barbecho – Tabaco + 50% fertilizante mineral (Testigo)

Barbecho – Tabaco + 75% fertilizante mineral (Testigo)
Barbecho – Tabaco + 100% fertilizante mineral (Testigo)

La siembra de la canavalia se realizó en la segunda decena de septiembre. Se inoculó la semilla de los tratamientos 1, 2 y 3, mediante el método de recubrimiento, con un inoculante a base del HMA *Glomus cubense*. Se utilizó una dosis de 12 kg ha^{-1} del producto, equivalente al 10 % del peso de las semillas. Se preparó una pasta homogénea, en una proporción de 1 kg de inóculo por cada 10 kg de semilla, luego se recubrieron las semillas hasta quedar completamente cubiertas. Se dejaron secar a la sombra durante 10 minutos y se procedió a la siembra, con distancia entre plantas de 20 cm por 50 cm de camellón. La siembra y las labores de cultivo se realizaron de forma manual. El corte e incorporación al suelo de las plantas de canavalia se realizó de forma mecanizada, al inicio de su floración, entre los 60 – 70 días después de la siembra, mediante el uso de una grada de discos de 682 kg, incorporando la biomasa del cultivo a una profundidad de 15 – 20 cm.

El tabaco cultivar “Criollo 98” se trasplantó en la tercera decena de diciembre. Se utilizaron plántulas obtenidas en semilleros tecnificados. El trasplante se realizó manual, con marco de plantación de 30 cm entre plantas por 84 cm de camellón y las labores de cultivo se realizaron según el Instructivo Técnico para el Cultivo del Tabaco en Cuba (Minag, 2012). La cosecha del tabaco se inició a los 55 días de forma manual, por pisos foliares y ensartado, se extendió hasta los 80 días después del trasplante, luego fue secado en una casa de curación natural. Los restos de cosecha se incorporaron al suelo y el mismo quedó en reposo hasta el período lluvioso, momento en que se inició la preparación del suelo nuevamente para el próximo ciclo o campaña.

Para la toma de las muestras en canavalia se seleccionaron, en el área de cálculo (surcos centrales), tres plantas completas por metro lineal, incluyendo el suelo de la rizosfera y las raicillas de las plantas, por cada tratamiento y réplica, entre los 60 y 70 días después de la germinación, durante la etapa de floración.

Determinaciones realizadas en Canavalia

Biomasa seca foliar (t ha^{-1}). Se tomaron los órganos de la parte aérea de las plantas (hojas y tallos) comprendidas en 1 m lineal dentro de cada parcela. Se pesó la masa fresca total de cada órgano por separado en una balanza (g por planta) Sartorius digital METTLER, de ahí, se tomó una fracción y se puso a secar en la estufa a 70 ºC hasta alcanzar masa constante, determinándose la masa seca total y se extrapoló a t ha^{1}.

La extracción de N, P_2O_5 y K_2O. Se calculó a partir de los datos de la masa seca de la biomasa total y la correspondiente concentración de cada elemento (porcentaje de N, P y K), mediante la fórmula:
Extracción de N, P_2O_5 y K_2O = [rendimiento de la biomasa x concentración del compuesto químico en cada órgano]/100.

Para ello se determinó:
La concentración de N, P y K en las hojas y los tallos de la canavalia (%). A partir de la biomasa de canavalia, se tomó una muestra homogénea de hojas y tallos, y se evaluaron los contenidos totales de N, P y K (10).
Nitrógeno (N): digestión húmeda con H_2SO_4 + Se y determinación colorimétrica con el reactivo de Nessler.
Fósforo (P): digestión húmeda con H_2SO_4 + Se y determinación por el método colorimétrico con molibdato de amonio.

Potasio (K): digestión húmeda con H_2SO_4 + Se y determinación por fotometría de llama.

Las mediciones y observaciones en el tabaco se realizaron seleccionando y marcando al azar diez plantas, plantas en el área de cálculo en cada parcela, entre los 20 y 25 días de establecida la plantación. Estas se efectuaron en el momento de la cosecha (70-75 días después del trasplante), en el piso central de la planta de tabaco (Torrecilla *et al*., 2012).

Mediciones y observaciones realizadas en tabaco

Longitud y anchura de la hoja central (cm) con regla graduada de precisión ± 0,1 mm (Torrecilla *et al*., 2012).
Masa verde y masa seca de la hoja central (g) por el método gravimétrico, en balanza analítica de precisión ± 0.1 mg (Torrecilla *et al*., 2012).
Colonización micorrízica (%) (Giovannetti y Mosse, 1980).

Al finalizar la cosecha se realizó:

4. Rendimiento total y rendimiento en clases, según el Instructivo Técnico para el Acopio y Beneficio del Tabaco Cultivado al Sol (kg ha^{-1}) (Fernández *et al.*, 2004).
5. Combustibilidad, según el Instructivo para el procedimiento y evaluación de la combustibilidad del tabaco cubano (s) (Guardiola *et al*., 2004).
6. Conteo de esporas de HMA (50 g $suelo^{-1}$) (Gerdemann y Nicolson, 1963; Herrera *et al*., 1995).

Procedimiento estadístico

Los análisis de varianza y las comparaciones múltiples se sometieron a ANOVA de un factor con una probabilidad de 0,05 mediante la prueba de Tukey, (Tukey, 1958). Todos los datos fueron procesados con el paquete estadístico Statistical Package for Social Sciences (SPSS) para Microsoft Windows (IBM SPSS Statistics, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro II se observan los datos de la masa seca y el contenido de nutrientes del barbecho y canavalia con y sin inoculación de HMA. La cantidad de masa seca y los contenidos de nutrientes de los tratamientos con incorporación de canavalia inoculada con HMA y los tratamientos barbechos, mostraron que la utilización del abono verde inoculado fue superior a la vegetación natural en los años estudiados.

Cuadro II. Aportes de masa seca y absorción de nutrientes (NPK) por canavalia en los diferentes tratamientos, a los 60 días después de la siembra.

Tratamientos	Masa seca (t ha^{-1})	Absorción total de nutrientes (kg ha^{-1})		
	Total	N	P	K
Canavalia con HMA –Tabaco + 50% FM	4,25 c	188,0 c	26,8 b	140,6 c
Canavalia con HMA –Tabaco + 75% FM	6,09 a	299,9 a	38,6 a	200,8 a
Canavalia con HMA –Tabaco + 100% FM	6,00 a	278,5 ab	36,5 a	189,4 a
Canavalia sin HMA –Tabaco + 50% FM	4,08 c	181,4 c	19,9 bc	128,8 c
Canavalia sin HMA –Tabaco + 75% FM	4,06 c	166,9 c	18,4 c	127,9 c
Canavalia sin HMA –Tabaco + 100% FM	5,18 b	235,6 b	24,7 bc	166,8 b
Barbecho – Tabaco + 50% FM	2,21 d	43,02 d	4,77 d	40,2 d
Barbecho – Tabaco + 75% FM	2,45 d	45,35 d	5,20 d	47,5 d
Barbecho – Tabaco + 100% FM	2,44 d	44,6 d	6,38 d	50,5 d
E.S (+/-)	**0,141**	**9,033**	**1,478**	**5,699**
CV (%)	**36,09**	**59,01**	**62,49**	**49,35**

Medias con letras distintas en la misma columna difieren entre sí, según prueba de Duncan (P<0.05). HMA: hongo micorrízico arbuscular, FM.: fertilización mineral.

Los resultados destacan una mayor producción de masa seca (6,00 t ha^{-1} y 6,09 t ha^{-}), al combinar canavalia con HMA alternando con tabaco y dosis de fertilización de 75 % y 100 %, al obtener los mejores resultados con diferencias significativas al resto de los tratamientos estudiados. Estos resultados pueden deberse a los efectos de la simbiosis HMA – leguminosa, de manera que pudo mejorar los procesos de absorción de nutrientes, provocando en este sentido, mayor crecimiento de las plantas y, por tanto, mayor posibilidad de absorber nutrientes del suelo (Tamayo, 2014).

Al evaluar el contenido de nutrientes (NPK), se observaron diferencias en la absorción de estos elementos en las plantas inoculadas con respecto a las plantas sin inoculación y al testigo. La mayor cantidad de nutrientes lo presentaron los tratamientos de canavalia inoculada con HMA y Tabaco más 75 % y 100 % FM, con valores superiores de N a los 270 kg N ha^{-1} y de P y K, valores promedio de 35 kg P ha^{-1} y 180 kg K ha^{-1}, los que están en correspondencia con los resultados obtenidos en la masa seca.

En este mismo sentido en otros estudios realizados en el cultivo de canavalia, se observaron diferencias significativas a la inoculación micorrízica en relación al desarrollo y aporte de nutrientes, reflejado en el mayor desarrollo (biomasa aérea con 5,38 t ha^{-1}) y aporte nutricional con 176 kg ha^{-1} de nitrógeno, 9,80 kg ha^{-1} de fósforo y 108 kg ha^{-1} de potasio (Martín *et al*., 2012).

El análisis de algunas características morfológicas como indicadoras del crecimiento de las plantas en el cultivo del tabaco se muestran en el cuadro siguiente, donde los mejores resultados se alcanzaron en los tratamientos de canavalia inoculada con HMA y Tabaco más 75 % y 100 % FM, sin diferencias con otros de los tratamientos evaluados y si con los tratamientos donde se mantuvo el barbecho.

Cuadro III. Influencia de la inoculación de los abonos verdes con HMA en las variables morfofisiológicas del tabaco.

Tratamientos	Longitud de la hoja (cm)	Anchura de la hoja (cm)	Masa fresca (g)	Masa seca (g)
Canavalia con HMA –Tabaco + 50% FM	47,84 cd	26,88 c	238,40 c	33,82 bc
Canavalia con HMA –Tabaco + 75% FM	50,23 a	28,69 a	270,13 a	36,83 a
Canavalia con HMA –Tabaco + 100% FM	49,84 ab	28,55 ab	268,76 a	35,89 ab
Canavalia sin HMA –Tabaco + 50% FM	48,75 bc	27,04 bc	245,72 bc	34,73 ab
Canavalia sin HMA –Tabaco + 75% FM	48,84 bc	27,79 abc	248,33 bc	35,78 ab
Canavalia sin HMA –Tabaco + 100% FM	48,54 bc	27,50 abc	257,84 ab	35,41 ab
Barbecho – Tabaco + 50% FM	47,03 d	27,10 bc	191,59 d	24,83 d
Barbecho – Tabaco + 75% FM	47,83 cd	27,20 bc	198,37 d	24,89 d
Barbecho – Tabaco + 100% FM	47,7 cd	26,91 c	243,04 bc	32,38 c
ES (+/-)	**0,428**	**0,464**	**5,008**	**0,667**
CV (%)	**2,46**	**3,42**	**11,56**	**12,31**

Medias con letras distintas en la misma columna difieren entre sí, según prueba de Duncan (P<0.05). HMA: hongo micorrízico arbuscular, FM.: fertilización mineral.

En los resultados se evidencia que existe una respuesta positiva al utilizar canavalia como abono verde inoculado con HMA en las variables morfofisiológicas en el cultivo del tabaco como cultivo posterior, ya que se obtienen resultados superiores al testigo de producción en los tratamientos donde se aplican hongos micorrízico con 75 % y 100 % de la fertilización mineral. Esto puedo estar directamente relacionados con un mejor aprovechamiento en el suministro de nutrientes, por la existencia de una colonización eficiente HMA-planta, la cual favorece un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas, así como una mayor absorción de nutrientes lo que se revierte en un desarrollo positivo en las etapas del crecimiento del cultivo (Hernández *et al*., 2012).

El establecimiento de sistemas de cultivos alternos, en el que estén incluidos cultivos de leguminosas, favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas de tabaco (Quintana *et al*., 2011; González *et al*., 2013) y la combinación de esta leguminosa con HMA, al incorporarse en sistemas de secuencias de cultivos pueden aumentar la disponibilidad de los nutrientres para el cultivo posterior, lo que supone mejores condiciones para el crecimiento y desarrollo de estos (Sanclemente *et al*., 2012).

La Tabla IV muestra los rendimientos en clases superiores e inferiores y rendimiento total del tabaco, así como los parámetros de combustibilidad para cada uno de los tratamientos. Los rendimientos en clases superiores e inferiores presentaron un mejor comportamiento en el tratamiento donde se utilizó canavalia inoculada con micorriza y dosis de fertilización al 75 % en el tabaco con diferencias al resto de los tratamientos evaluados. Los rendimientos totales del tabaco en los tratamientos de canavalia incorporada como abono verde y dosis de fertilización al

75 % y 100 %, mostraron diferencias significativas con los testigos, alcanzando valores superiores a 2000 kg ha^{-1}, respectivamente. Estos resultados superan el potencial medio de rendimiento reportado en el Catálogo de variedades comerciales de tabaco cubano (Espino *et al*., 2012).

Cuadro IV. Influencia de la inoculación de los abonos verdes con HMA en el rendimiento y la calidad del tabaco negro cultivado al sol.

Tratamientos	Rend. Clases Superiores (kg/ha)	Rend. Clases Inferiores (kg/ha)	Rend. Total (kg/ha)	Combustibilidad (s)
Canavalia con HMA –Tabaco + 50% FM	1239,45 bc	757,29 bc	1996,79 bc	28,5
Canavalia con HMA –Tabaco + 75% FM	1484,60 a	688,85 c	2173,44 a	30
Canavalia con HMA –Tabaco + 100% FM	1361,78 b	766,79 bc	2128,90 ab	30
Canavalia sin HMA –Tabaco + 50% FM	1165,31 cd	834,24 ab	1999,42 bc	28,7
Canavalia sin HMA –Tabaco + 75% FM	1262,32 bc	900,99 a	2129,95 ab	27,2
Canavalia sin HMA –Tabaco + 100% FM	1244,81 bc	820,58 ab	2098,58 ab	29,3
Barbecho – Tabaco + 50% FM	1043,17 de	673,40 c	1716,47 e	25
Barbecho – Tabaco + 75% FM	987,50 e	906,09 a	1893,58 cd	26,5
Barbecho – Tabaco + 100% FM	1045,1 de	776,9 bc	1821,90 de	26,7
ES (+/-)	**41,120**	**33,245**	**42,073**	
CV (%)	**13,82**	**12,06**	**8,14**	

Medias con letras distintas en la misma columna difieren entre sí, según prueba de Duncan ($P<0.05$). HMA: hongo micorrízico arbuscular, FM.: fertilización mineral, Rend.: rendimiento.

En los resultados pudo influir el uso de los fertilizantes minerales y el efecto benéfico de los abonos verdes, los cuales reciclan nutrientes, ya que después del corte y mineralización de las plantas, ocurre la liberación gradual de los nutrientes disponibles para los cultivos en el horizonte superficial (González *et al*., 2013). Además, la inoculación con especies efectivas de HMA provocan un marcado incremento en los procesos de absorción y traslocación de nutrientes, lo cual influye positivamente en el incremento de la biomasa y los rendimientos de las plantas micorrizadas (Quintana *et al*., 2011).

La combustibilidad de la hoja no se ve afectada en los diferentes tratamientos, para todos los casos la misma sobrepasa los 20 segundos alcanzando la categoría de excelente según rangos establecidos (Guardiola *et al*., 2004).

En correspondencia con los resultados obtenidos en ambos cultivos (Figura 1), se muestran los resultados de algunas variables de funcionamiento fúngico después del corte de las plantas en el área experimental.

El contenido de esporas de HMA en el suelo, después del corte e incorporación de las plantas se comportó superior en los tratamientos de canavalia inoculada con micorriza y dosis de fertilización al 75 % y 100 % en tabaco al mostrar diferencias significativas con los tratamientos sin inoculación de HMA.

El empleo de canavalia como abono verde favorece la reproducción de las esporas de HMA en suelo, por ello es considerada una especie de elevada respuesta micorrízica capaz de multiplicar las esporas nativas del suelo (Rivera y Fernández, 2003; Filho, 2004); no obstante en los diferentes trabajos realizados en Cuba en diferentes suelos siempre se ha encontrado una respuesta positiva a la inoculación del abono verde, es decir la micorrización originada por la reproducción de las cepas residentes ha sido poco efectiva tanto en el propio abono verde como en el cultivo posterior (Martín *et al*., 2012; Simó *et al*., 2016).

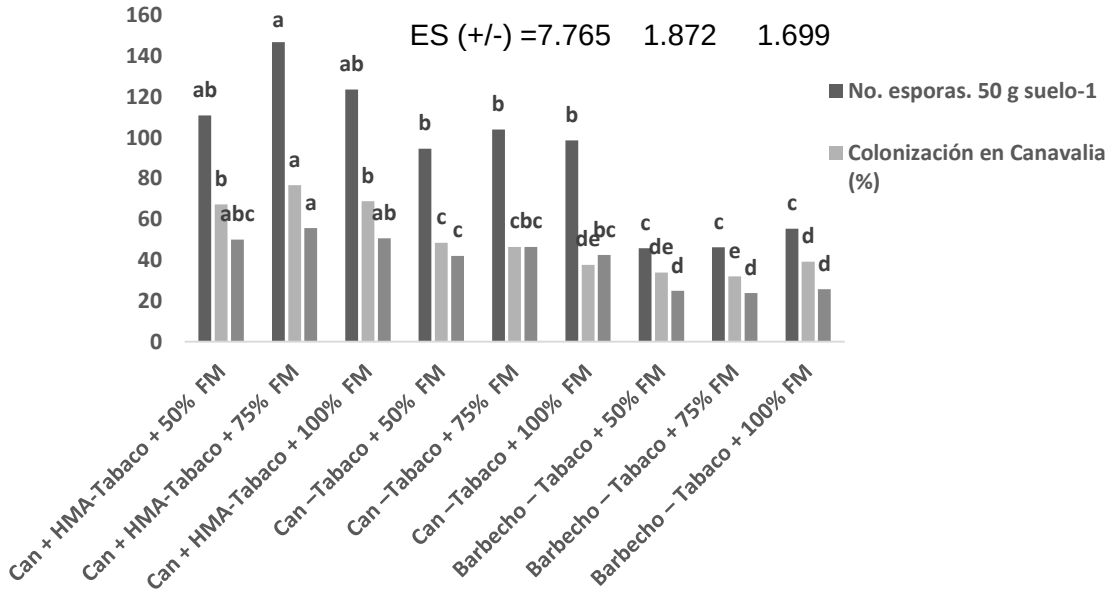


Figura 1. Efecto de los diferentes tratamientos sobre algunas variables de funcionamiento fúngico.

El mayor porcentaje de colonización se alcanzó en el tratamiento canavalia inoculada con micorriza y dosis de fertilización al 75 % en el tabaco, encontrándose una relación entre el número de esporas de HMA por gramo de suelo y el porcentaje de colonización, en este mismo sentido otros estudios establecen que a medida que el funcionamiento micorrízico resultó más efectivo el porcentaje de la colonización micorrízica y la reproducción de propágulos micorrízicos en el suelo fueron mayores (Tamayo, 2014).

El contenido de nutrientes influye directamente en la eficiencia de la micorrización (Rivera y Fernández, 2003). La aplicación de 75 % de fertilizante mineral en tabaco representó el mejor contenido nutricional para el desarrollo de la micorrización y por tanto la propia eficiencia en la simbiosis micorrízica, alcanzándose la mayor frecuencia de la colonización (55,7 %).

Resultados similares se alcanzaron en el cultivo del tomate, al informar que la inoculación micorrízica favoreció considerablemente la eficiencia en la utilización de los nutrientes y en todos

los casos la eficiencia resultó mayor en las plantas de los tratamientos inoculados, sin diferencias estadísticas entre ellas (Dell´Amico *et al*., 2015).

Existen numerosas investigaciones que ratifican la importancia que tiene combinar canavalia y HMA en sucesión con otros cultivos (Martín *et al*., 2007; Martín *et al*., 2012, Rivera y Fernández, 2003; Simó et al., 2016), logrando una respuesta positiva en el crecimiento y desarrollo de estos.

CONCLUSIONES

Los mayores aportes de masa seca y nutrientes N P K fueron encontrados en los tratamientos con inoculación de canavalia con HMA y el 75 % y 100 % de la fertilización mineral en tabaco.
Con la utilización de la canavalia se obtienen los mayores rendimientos totales y cuando esta se combina con HMA se alcanzaron los mayores valores en las variables morfológicas y los rendimientos en clases.
Con la utilización de canavalia micorrizada se logra reducir un 25 % de la fertilización mineral en el cultivo del tabaco y un mejor funcionamiento micorrízico.

LITERATURA CITADA

Dell´Amico, J. M.; Fernández, F.; Nicolás, E. y Sánchez-Blanco, M. de J. "Crecimiento, relaciones hídricas y aprovechamiento nutricional en el tomate inoculado con un inoculante micorrízico en soporte líquido". *Cultivos Tropicales*, 2015, vol. 36, no. 4, p. 77-85., ISSN 0258-5936.

Espino, M.; Espino, E. Catálogo de variedades comerciales de tabaco cubano, Instituto de Investigaciones del Tabaco, Grupo Empresarial del Tabaco de Cuba, Ministerio de la Agricultura, Artemisa, Cuba, 2012, 57 p., ISBN: 978-959-7212-06-5.

Fernández, R. J. C.; Roges, C. L. Y.; Hernández, P. F. R.; Guardiola, P. J. M.; Cuervo, F. M. y Suárez, G. C. *Instructivo Técnico para el Acopio y Beneficio del tabaco negro al sol ensartado* [en línea]. Ed. AGRINFOR, 2004, La Habana, Cuba, 64 p., ISBN 978-959-246-080-9, [Consultado: 31 de enero de 2017], Disponible en: <http://catalogo.bnjm.cu/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=73510>.

Filho, P.F.M. Potencial de rehabilitação do solo de uma área degradada, através da revegetação e do manejo microbiano. (Tese Doutorado). Escola Superior de Agricultura Liuz de Queiroz. Piracicaba, São Paulo. 2004, 89 p.

Fundora L. R; Rivera R; Martín J. V; Calderón A y Torres. A.: Utilización de cepas eficientes de hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo de portainjertos de aguacate en un sustrato suelo-cachaza. *Cultivos Tropicales*, 2011, vol. 32, no. 2, p. 23-29, ISSN 0258-5936.

Gerdemann, J. W. y Nicolson, T. H. “Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting”. *Transactions of the British Mycological Society*, vol. 46, no. 2, 1963, pp. 235-244, ISSN 0007-1536, DOI 10.1016/S0007-1536(63)80079-0.

Giovannetti, M. y Mosse B. An evaluation of technique for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*, 1980, Vol. 84, p. 489, ISSN-0028-646X.
González, Yarilis; Martínez-Hernández, J.M, García-Hernández, Betty. Tecnología sostenible para la producción de tabaco en suelos de Pinar del Río. *Cuba Tabaco*, 2013, vol. 14, no. 1, p. 20-27, ISSN-0138-7456.

Guardiola, J. M.; Torres, M.; Hernández, P. F. R. y Cuervo, F. M. *Instructivo Técnico para el procedimiento y evaluación de la combustibilidad del tabaco cubano* [en línea]. Ed. SEDAGRI-AGRINFOR, 2004, La Habana, Cuba, 16 p., ISBN 978-959-246-128-7, [Consultado: 31 de enero

de 2017], Disponible en: <http://catalogo.bnjm.cu/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=95578>.

Hernández, Yoanna; Rubido-García, Milagros; León-González, Yarilis; Hernández-Martínez, Juan M. Influencia de las micorrizas arbusculares en combinación con diferentes dosis de fertilizante mineral en algunas características morfológicas de las plántulas de tabaco. *Cultivos Tropicales*, 2012, vol. 33, no. 3, p. 23-26, ISSN 0258-5936.

Herrera, R. A.; Ferrer, R.; Furrazola, E. y Orozco, M. O. Estrategia de funcionamiento de las micorrizas (VA) en un bosque tropical. Biodiversidad en Ibero América: Ecosistemas, Evolución y Proceso sociales. Programa Iberoamericano de Ciencias y Tecnología para el desarrollo. Sub – programa XII, Diversidad Biológica, 1995, Mérida, México, 201 p., ISSN-1576–9526.

IBM Corporation. *IBM SPSS Statistics* [en línea]. versión 11.5.1, [Windows], Ed. IBM Corporation, 2003, U.S, Disponible en: <http://www.ibm.com>.

Instituto de Investigaciones del Tabaco. *Instructivo Técnico para el cultivo del Tabaco en Cuba*. Ed. Ministerio de la Agricultura - Instituto de Investigaciones del Tabaco, 2012, Artemisa, Cuba, 148 p., ISBN 978-959-7212-07-2.

Martín, G. M.; Janaina, R.; Costa, R.; Urquiaga, S.; Rivera, R. Rotación Del Abono Verde *Canavalia Ensiformis* Con Maíz y Micorrizas Arbusculares. En Un Suelo Nitisol Ródico Éutrico De Cuba. *Agronomía Trop*, 2007, vol. 57, n. 4, p. 313-321, ISSN-0002-192X.

Martín, G. M.; Rivera, R.; Pérez, A.; Arias, L.: Respuesta de la *Canavalia ensiformis* a la inoculación micorrízica con *Glomus cubense* (cepa INCAM-4), su efecto de permanencia en el cultivo del maíz. *Cultivos Tropicales,* 2012, vol. 33, no. 2, p. 20-28, ISSN 0258-5936.
Morales C; Calaña J. M; Corbera J y Rivera R.: Evaluación de sustratos y aplicación de hongos micorrízicos arbusculares en *begonia sp*. *Cultivos Tropicales*, 2011, vol. 32, no. 2, p. 17-22, ISSN 0258-5936.

ONN. NC 51: Calidad del suelo. Análisis químico. Determinación del porciento de Materia Orgánica, 1999, 9 pp.

ONN. NC 52: Calidad del suelo. Análisis químico. Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio, 1999, 12 pp.

Paneque, P. V. M.; Calaña, N. J. M.; Calderón, V. M.; Borges, B. Y.; Hernández, G. T. C. y Caruncho, C. M. *Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos* [en línea]. Ed. Ediciones INCA, 2010, La Habana, Cuba, 157 p., ISBN 978-959-7023-51-7, [Consultado: 27 de enero de 2016], Disponible en: <http://mst.ama.cu/578/>.

Quintana, G. V; Pino; Luisa A. P; Hurtado, L. L; Núñez, A. M, Carrazana, O. L. La rotación de cultivos en tabaco (*Nicotiana tabacum* L) como práctica indispensable para una agricultura sostenible. *Cuba Tabaco,* 2011, vol. 12, no. 1, p. 40-49, ISSN-0138-7456.
Rivera, E. R. y Fernandez, S. K. El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible: Estudio de caso El Caribe [en línea]. Ed. Ediciones INCA, 2003, La Habana, Cuba, 166 p., ISBN 978-959-7023-24-1, [Consultado: 10 de enero de 2017], Disponible en:
<https://www.researchgate.net/publication/299979710_El_manejo_efectivo_de_la_simbiosis_micorrizica_una_via_hacia_la_agricultura_sostenible_Estudio_de_caso_El_Caribe>.

Sanclemente, R. O.; Torres, P. C. y Rocío, B. L. R. A. “Análisis del balance energético de diferentes sistemas de manejo agroecológico del suelo, en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)”. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, vol. 3, no. 1, 2012, pp. 41-46, ISSN 2145-6453.

Sánchez, C.; Rivera, R.; Caballero, D.; Cupull, R.; González, C.; Urquiaga, S. Abonos verdes e inoculación micorrízica de posturas de cafeto sobre suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados. *Cultivos Tropicales*, 2011, vol. 32, no. 3, p. 11-17, ISSN 0258-5936.

Simó, J.; Rivera, R.; Ruiz, L.; Cuellar Ernesto. Necesidad de reinoculación micorrízica en el trasplante del banano en áreas con precedente de canavalia inoculada con HMA. *Centro Agrícola*, 2016, vol. 43, no. 2, pp. 28-35. ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001.

Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

Tamayo, Y. Coinoculación de Rhizobium sp y hongos micorrízico arbusculares (HMA) en *Canavalia ensiformis* (L) D.C cultivada sobre un suelo Pardo Sialítico Mullido Carbonatado**.** Tesis en opción al título académico de Master en Ciencias en Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes. INCA. Mayabeque, 2014, 88 p.

Torrecilla, G.; Cabrera, M. y Pérez, J. L. “Principales descriptores para la caracterización morfo-agronómica del género Nicotiana”. *Cuba Tabaco*, vol. 13, no. 2, 2012, pp. 44-50, ISSN 0138-7456.

Tso, T. C. *Production, Physiology and Biochemistry of Tobacco Plant*. 1.ª ed., Ed. IDEALS, 1991, Beltsville, Md, 32 p., ISBN 978-1-878670-01-4.

Tukey, J. W. “Bias and confidence in not quite large samples”. *The Annals of Mathematical Statistics*, vol. 29, no. 2, junio de 1958, pp. 614-623, ISSN 0003-4851, DOI 10.1214/aoms/1177706647.

MANEJO DE SECADERA (*Fusarium SPP*.) EN TRIGO (*Triticum aestivum*) Y SU TRANSFERENCIA A CAMPO A TRAVÉS DE MASAGRO GUANAJUATO

Paul García Meza[1]
Amador Tranquilino Aguillon Aguillon[2]
Julio Cesar Ledesma Horta[1]

RESUMEN

El modelo de Hub que utiliza el programa MasAgro Guanajuato permite la trasferencia de tecnología. Una de las estructuras fundamentales son las plataforma de investigación, en Colorado de Herrera Pénjamo se encuentra una de ellas, en esta, se buscan alternativas para el manejo de secadera ocasionada por hongos fitopatógenos (*Fusarium spp*.) con énfasis en la agricultura de conservación. La secadera en granos ocasiona pérdidas económicas por los bajos rendimientos y además tiene implicaciones también en la salud animal y humana. Con los resultados del primer ciclo o/i 2015-2016 se concluye que la única variable que mostró diferencias significativas fue el tratamiento a la semilla y esta información se utilizó para promover la inoculación del hongo supresor de enfermedad *Trichoderma harzianum* en distintos municipios del estado en más de 3600 ha. Los resultados del segundo ciclo indican que la variable más influyente fue el sistema de labranza, influyo más en el rendimiento indicando la rápida estabilización del sistema de agricultura de conservación. La relación beneficio costo más alta la presento el sistema agrícola por los costos de inversión y los rendimientos obtenidos. Estos resultados y su impacto en el campo Guanajuatense permiten observar que las tecnologías que promueve MasAgro cumplen con los aspectos ecológicos y económicos como pilares de la sustentabilidad.

PALABRAS CLAVE

MasAgro, *Fusarium spp., Trichoderma spp*, Agricultura, Trigo

INTRODUCCIÓN

Masagro Guanajuato es un programa cuyo objetivo es validar e implementar una metodología de trabajo que permita y fomente el desarrollo, la validación, transferencia y la difusión de las técnicas agrícolas innovadoras y sustentables promoviendo la mejora del proceso productivo agrícola de granos básicos en el estado. El modelo que se emplea para a transferencia de la tecnología es el de nodos de información o hubs, que contempla la instalación de una estructura física: plataformas, módulos y áreas de extensión y áreas de impacto. (Mata *at al* 2015). En las plataformas se realiza investigación para dar respuesta a problemas que afectan a una región agroecológica a través de la vinculación con instituciones de investigación, inversión privada y demanda regional a través de un comité de productores que permiten hacer el análisis de las problemáticas regionales. Los módulos son parcelas en las que la innovación o intervención hecha al sistema del agricultor se compara con la técnica que convencionalmente utiliza, el objetivo es tener parcelas lado a lado. Las áreas de extensión son parcelas en las que el productor implementa las técnicas que aprendió a través de la plataforma o módulos, o bien de otra área de extensión. El objetivo de esta estructura es poder llevarle al productor un método de aprendizaje que mejore su producción a través de técnicas sustentables. (Ortiz, comunicación personal)

La producción de granos es una de las fuentes principales de trabajo en el estado, Guanajuato a nivel nacional es el 2do. Lugar en la producción de maíz, 2do en sorgo, 3ro en trigo y 1ro en cebada. (SIAP, 2017), la existencia del monocultivo favorece la aparición de superplagas como el reciente pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari*) y enfermedades como la secadera

en granos causada principalmente por algunas especies de *Fusarium spp*, *Sclerotium spp*, *Rhizoctonia spp* todo esto resulta del gran disturbio físico, química y sobre todo biológica del suelo. Los microorganismos que permanecen en contacto con el ambiente del suelo son indicadores ideales de la contaminación por sustancias xenobióticas como los agroquímicos (Atlas y Barthe, 2002). El suelo como un ecosistema vivo y dinámico, posee una biodiversidad que realizan múltiples funciones, entre ellas la degradación de la materia orgánica (M.O.) por su parte, los organismos edáficos son considerados una reserva viva de nutrientes, que es vital para el mantenimiento de la calidad del suelo. (Atlas y Barthe, 2002). Todos los hongos son heterótrofos, es decir se alimentan de compuestos de carbono que no pueden producir ellos mismos, por esto los hongos se alimentan de los compuestos y nutrientes que se encuentran en el ambiente mediante la liberación de las enzimas y sustancias que los convierten en compuestos más simples y pequeños que si pueden ingerir (Benítez y Gavito, 2012). Recientemente se ha demostrado la función de los hongos fitopatógenos como remediadores del suelo a través de la metabolización de agentes químicos aplicados como glifosato a través de la ruptura de los enlaces de P-C y N-C, utilizando el grupo fosforo como recurso para el crecimiento (Adelowo, *at al*. 2014). Chaves *et al*. (2013), encontró que en el cultivo de arroz la aplicación de malation (organofosforado) tiene un impacto directo en el aumento de la población de especies de *Fusarium* sp. y un decremento drástico en la población de *Trichoderma spp.*, pero *Trichoderma* sp. presentó la capacidad de degradar glifosato a diferencia de *Fusarium*, además encontró que herbicidas, insecticidas y funguicidas tienen un impacto negativo sobre tolas bacterias solubilizadoras de fosforo. A estas relaciones que existen en la rizosfera Cano (2011) las describe como resultado de la interacción suelo-planta-microorganismos-ambiente, y las relaciones más comunes entre agentes de control biológico, hongos formadores de micorrizas arbusculares y microorganismos promotores de crecimiento vegetal, pueden tener efectos sinérgicos, antagónicos o ninguno con la planta. Las interacciones de planta-hongo se clasifican por el sustrato de donde toman el alimento y por su efecto con las plantas con las que interactúan, por estos criterios las interacciones se clasifican en: simbióticas o micorrizas, comensalistas o endófitas y patogénicas (Stone 2005).

En Guanajuato las interacciones patogénicas se han observado de manera alarmante en gramíneas desde el año 2000 dando como resultado secadera o fusariosis (Cesaveg, 2015). Los municipios con mayor nivel de infestación de la enfermedad son: Pénjamo, Abasolo, Irapuato, Valle de Santiago y Salamanca y luego de estos todos los municipios de la región (A. Mariscal, comunicación personal, Abril 2015; Figueroa *at al* 2010). La secadera o fusariosis es visible en la parcela por la aparición de con plantas muertas o secas desde la base del tallo hasta la punta (de ahí el nombre secadera), cuando la enfermedad es severa pueden observarse plantas muertas en agrupaciones o ¨manchones¨ en la parcela. En el caso de cultivos de grano pequeño las espigas están vacías, no forman grano o forman un grano pequeño y deforme. En maíz, los síntomas son evidentes con formación de gran cantidad de ¨moloncos¨ (mazorcas muy pequeñas) debido a la muerte prematura de la planta y en casos más severos se puede encontrar la pudrición mazorcas o granos. (García y Martínez, 2010). El problema de la secadera no termina en los bajos rendimientos, que son perjudícales por si solos a la estabilidad económica del productor, sino que además se ha demostrado que la exposición a bajas cantidades de micotoxinas de *Fusarium* sp. está relacionada con coccidiosis, aspergilosis y enteritis en aves de corral; colibacilosis, infecciones por retrovirus y salmonelosis en cerdos y ratones; y con colibacilosis y salmonelosis en seres humanos (Antonissen *at al* 2014).

Una alternativa para restituir la capacidad de resiliencia a los suelos y la mejora en los ingresos económicos de los productores es a través de la implementación de la agricultura de conservación (Mathew, *at al* 2012) sin embargo no son pocos los estudios que han demostrado que el modificar el sistema de producción básicamente con la mínima remoción del suelo y el mantenimiento de

los rastrojos en la superficie provee de un microclima que favorece la aparición de enfermedades causadas principalmente por hongos (Giller *at al* 2015)

El objetivo de esta investigación es mostrar los alternativas sustentables para el manejo de las principales enfermedades de la región suroeste del estado de Guanajuato en base a la agricultura de conservación y su transferencia al campo agrícola a través de la estructura de Masagro Guanajuato.

MATERIALES Y MÉTODOS

La plataforma de investigación Pénjamo es una de la red de plataformas del Programa Masagro Guanajuato, se ubica en el municipio de Pénjamo en la comunidad de Colorado de Herrera, se encuentra 20° 18´ 51.10" N, 101° 50´ 11.70" W con una altitud de 1690 msnm. El diseño experimental es bloques al azar. Tratamientos: 4.8m x 70m = 336m^2 Área flexible: 50m x 68m = 3400m^2 entre tratamientos de deja un bordo de 0.8m dando un área total de parcela de 14500m^2.

Las variables que se evaluaron en la plataforma fueron tratamiento a la semilla, el sistema agrícola y el uso de promotores de rendimiento. Los tratamientos a la semilla fueron Trichoderma harzianum 1.2x10 ^{12}y Cruiser maxx cereal®. El sistema agrícola fue agricultura de conservación con dos tipos de surquearía: camas anchas permanentes (CPA), camas angostas permanentes (CP) (1.6 y 0.8m) y agricultura convencional con camas anchas (CCA) (1.6m). El promotor de rendimiento se utilizó Quilt®.

Para el área de agricultura convencional se realizaron las labores agrícolas comúnmente realizadas en el bajío guanajuatense para el establecimiento de trigo, barbecho, dos pasos de rastra, un paso de niveleo o tabloneo, siembra y finalmente la formación de surcos. En el sistema de agricultura de conservación se realizó el desvare del rastrojo de sorgo (cultivo anterior), reformación de camas y finalmente la siembra. La siembra de trigo fue con una densidad de 130 kg/ha de la variedad Cortázar 96 en ambos sistemas agrícolas. Los tratamientos de semilla se realizaron con Cruiser maxx cereal ® (Difenoconazole, Mefenoxam, Thiamethoxam) y *Trichoderma harzianum* 1.2x10 ^{12} UFC un día antes de la siembra. La fertilización durante el ciclo fue con 230N, 36P, 30K, 266S, 4Zn. Se utilizó un herbicida selectivo para el control de malezas a 27 días después de la siembra Everest Ultra ® (Flucarbazona De Sodio 70%. Gd). Para el manejo de la roya lineal *Puccinia striiformis* a los 63 dds se utilizó (Epoxiconazol 4.70% + Pyraclostrobin 12.50. Se). Para el manejo de pulgón *Rhopalosipum maidis* y *Schizaphis graminum* se utilizó Engeo® (141 Thiamethoxam 106 Lambdacihalotrina gr/l). La aplicación del promotor de rendimiento Quilt® (75Azoxystrobin 125Propiconazol gr/l) se realizó a los 72 dds cuando más del 50% de la parcela presentaba la floración.

La descripción y orden de los tratamientos se describen en la Tabla 1.

Descripción de tratamientos.* Rotación en primavera verano Maíz

La determinación de rendimiento de las parcelas se realizó el 19 de mayo en cada una de las parcelas, EL área de muestra fue de 1.6m^2 con tres puntos de muestreo por parcela.Los resultados que a continuación se presentan son del periodo de enero al mayo de 2016 y diciembre 2016 a mayo 2017

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del ciclo otoño invierno 2016 la variable de tratamientos a la semilla fue la única que presentó diferencia significativa con (P≤ 0.01). Para el año 2017 la única variable que presento diferencias significativas fue el sistema de labranza (P≤ 0.01). La variable del promotor de rendimiento no

Tabla1: Tratamientos y descripción en Plataforma de Investigación Pénjamo

No. Trat.	Abreviación	Rotación*	Manejo Rastrojo	Tipo de labranza	Tratamiento a la Semilla	Promotor de rendimiento
1	Mt, D,CCA, T, Q	Maíz-trigo	Dejar	Camas anchas convencional	*Trichoderma harzianum*	Con Quilt
2	Mt, D, CCA, T, SQ	Maíz-trigo	Dejar	Camas anchas convencional	*Trichoderma harzianum*	Sin Quilt
3	Mt, D, CCA, C, Q	Maíz-trigo	Dejar	Camas anchas convencional	Cruiser maxx Cereals®	Con Quilt
4	Mt, D, CCA, C, SQ	Maíz-trigo	Dejar	Camas anchas convencional	Cruiser maxx Cereals®	Sin Quilt
5	Mt, D,CPA, T, Q	Maíz-trigo	Dejar	Camas anchas permanentes	*Trichoderma harzianum*	Con Quilt
6	Mt, D,CPA, T, SQ	Maíz-trigo	Dejar	Camas anchas permanentes	*Trichoderma harzianum*	Sin Quilt
7	Mt, D, CPA, C, Q	Maíz-trigo	Dejar	Camas anchas permanentes	Cruiser maxx Cereals®	Con Quilt
8	Mt, D,CPA,C, SQ	Maíz-trigo	Dejar	Camas anchas permanentes	Cruiser maxx Cereals®	Sin Quilt
9	Mt, D, CP, T, Q	Maíz-trigo	Dejar	Camas angostas permanentes	*Trichoderma harzianum*	Con Quilt
10	Mt, D, CP, T, SQ	Maíz-trigo	Dejar	Camas angostas permanentes	*Trichoderma harzianum*	Sin Quilt
11	Mt, D, CP,C, Q	Maíz-trigo	Dejar	Camas angostas permanentes	Cruiser maxx Cereals®	Con Quilt
12	Mt, D, CP,C, SQ	Maíz-trigo	Dejar	Camas angostas permanentes	Cruiser maxx Cereals®	Sin Quilt

presento diferencias significativas en ninguno de los dos años. Las respuestas a la modificación de la biología del suelo es resultado de la modificación de las prácticas agronómicas. Govaerts et al (2005) encontró que la aparición de pudrición de raíz dejo de afectar el rendimiento hasta 4 ciclos después de iniciar la parcela en el sistema de agricultura de conservación, sin embargo en la plataforma de Investigación Pénjamo este efecto no fue notorio en el primer ciclo y en el segundo las diferencias a favor del sistema de conservación esto puede indicar que el método de tratamiento en la semilla influyen en la adaptación rápida del sistema en un suelo donde la diversidad de hongos fitopatógenos es de más de 5 especies Figueroa (2010). Macky y Jones (2000) determinaron que después del cultivo de maíz hay un 50 % más de infestación de fusariosis que después del cultivo de trigo con solo 25 % en los sistemas de agricultura de conservación. Por lo tanto la mejora en los rendimientos se debe en primer lugar a la supresión de enfermedades y en segundo lugar a la mejor absorción de nutrientes. Dorr *et al* (2012), determino en una parcela con 27 años de trabajo entre agricultura de conservación y convencional que el Mg y P intercambiable, carbón orgánico, nitrógeno mineral fue más alto

significativamente en el sistema de cero labranza. Encontrando una correlación entre bacterias del *Phylum* actinobacteria con la disponibilidad de P, Mg y Ca.

Tabla 2. Comparación de resultados de rendimiento de los tratamientos en la plataforma y sus variables

Esta rápida repuesta al sistema de agricultura de conservación coincide con lo encontrado por Mathew *at al,* 2012, quien demostró que las prácticas de agricultura de conservación promueven mejoras en las propiedades físicas y químicas del suelo a través de la mejora en estructura y actividad de la comunidad microbiana encontrando que hongos micorrizicos arbusculares y actinobacterias. Habig y Swanepoel (2015) al medir la biodiversidad microbiológica en dos sistemas de producción en agricultura de conservación y agricultura convencional con diferentes dosis de fertilización, encontró que el sistema de labranza fue más determinante que los métodos de fertilización, concluyendo que bajo el sistema de agricultura de conservación existe más diversidad y actividad microbiológica en el suelo a tribuyendo en gran medida a la cantidad de C en el suelo. En cuanto a la restitución de la biología del suelo, las lombrices forman parte y muy evidente en el sistema de agricultura de conservación, Wolfarth (2011) encontró que *Lumbricus terrestris* una lombriz cosmopolita tiene la capacidad de degradar la biomasa de *Fusarium culmorum* bajo el sistema de agricultura de conservación, donde la presencia de rastrojos en la superficie favorecía la presencia de lombrices, concluyendo que el sistema de cero labranza en combinación del residuo de rastrojo en la superficie promueve el mecanismos de autorregulación en el suelo. Todos los procesos que ocurren en el suelo son interrelaciones con organismos multifuncionales, esto n os indica que los fitopatógenos también cumplen una función en el suelo, en la revisión que realiza Brajesh y Walker (2005) demostraron la capacidad de degradación de productos organofosforados por hongos y bacterias, dentro de los microorganismo que actualmente se utilizan como promotores de crecimiento o supresores de enfermedades se encuentran los siguientes : *Pseudomonas* sp., *Trichoderma sp*. *Agrobacterium sp. Penicillium sp*., *Bacillus sp*. Pero también dentro de esta lista se encuentran algunos organismos fitopatógenos como, *Aspergillus sp*., *Alternaria sp*. Skaidre et al (2012), Limón *at al* (2016), encontró 14 especies de hongos fitopatógenos en sistema de agricultura de conservación y determinó que fusarium moniliforme presenta una mayor abundancia cuando las dosis de nitrógeno son superiores a 60 UN/ha mientras que F*usarium oxisporum* tuvo una menor abundancia en dosis altas. Limón, sugiere que la presencia de F. moniliforme limita la absorción de nitrógeno lo cual tiene un impacto negativo en el rendimiento, sin que el daño sea visible en el cultivo. Los hongos fitopatógenos regulan muchos procesos ecológicos y evolutivos en los ecosistemas naturales y son los mayores causantes de las enfermedades en las plantas. Además juegan un papel importante en la composición de las especies de las comunidades vegetales mediante su impacto en la supervivencia al reducir la habilidad competitiva de las plantas (Benítez y Gavito, 2012)

Relación beneficio costo

La relación beneficio costo también se analizó, esta dio como resultado que la relación del sistema agrícola fue la única que presento un relación de 1.97 para el año 2017, esto significa que por cada peso que se invirtió se obtuvieron 97 centavos de ganancia, esta es la razón económica que justifica la implementación de la tecnología (tabla 2).

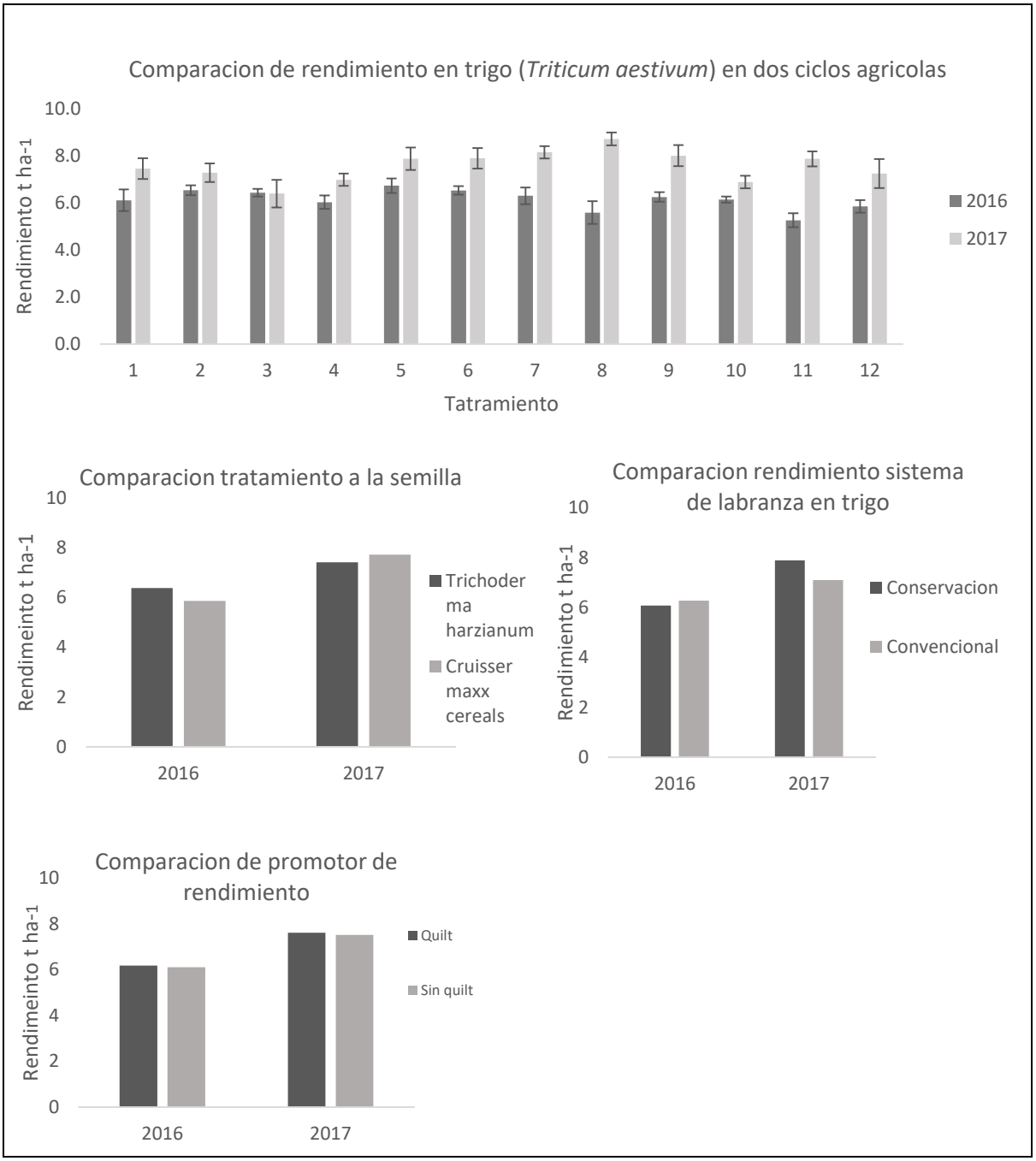
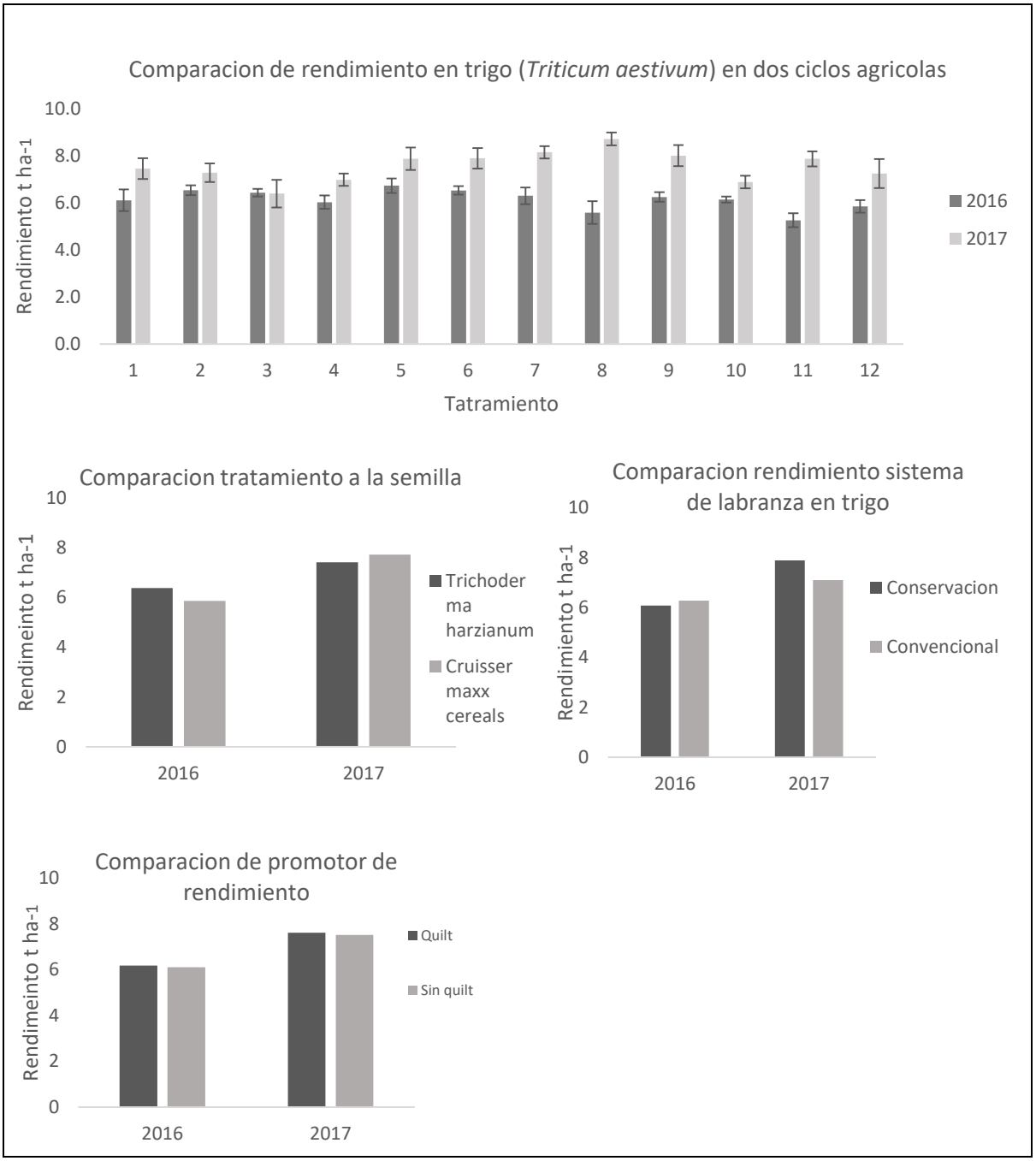


Tabla 2. Relación costo beneficio de los tratamientos en Plataforma de investigación Pénjamo

Variable	Tratamiento	Relación B/C 2016	Relación B/C2017	Diferencia en porcentaje %
Tratamiento semilla	Trichoderma harzianum	1.46	1.70	23.5
	Cruisser maxx cereals®	1.33	1.74	40.6
Sistema Agrícola	Conservación	1.42	1.98	55.8
	Convencional	1.35	1.47	11.7
Promotor rendimiento	Quilt®	1.41	1.73	32.4
	Sin Quilt®	1.39	1.75	36.4

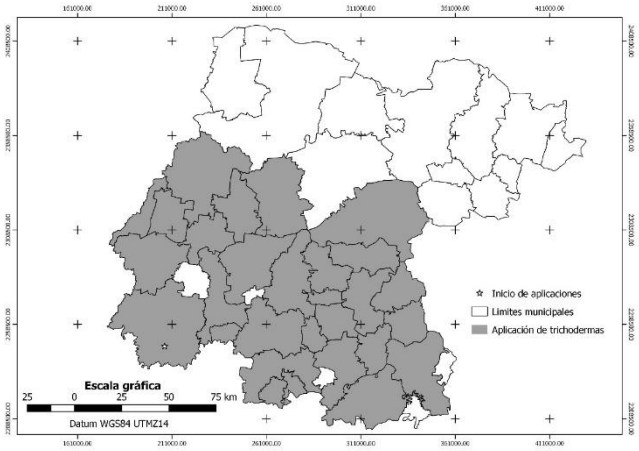


El incremento promedio en los porcentajes de la relación costo beneficio fue de 33%, esto se debe al incremento promedio en rendimiento de un ciclo a otro, sin embargo el tratamiento de agricultura de conservación tuvo un 55.8 % de incremento con respecto al ciclo anterior.

Transferencia a campo

Después de la obtención de los resultados de o/i en 2016, se decidió implementar la estrategia de inoculación en distintos municipios del estado de Guanajuato, esto genero la inoculación en más de 3600 ha.

Imagen 2. Municipios con inoculación de Trichoderma harzianum a través de la red de MasAgro Guanajuato



La estructura de MasAgro Guanajuato permitió la inoculación de más de 3600 ha con *Trichoderma harzianum* siendo esto un caso de éxito promoviendo intervenciones agroecologías y sustentables ya que Woodcok et al (2017), encontró que los residuos del tratamiento a la semilla de maíz con Thiamethoxam y clothianidin, este último causo en abejas melíferas el baja capacidad para establecer colonias nuevamente, esto respalda que la técnica de la inoculación con agentes biológicos de la semilla tiene además de ventajas para el establecimiento para la agricultura de conservación y lograr ventajas económicas para el productor, un impacto en agroecológico benéfico, cumpliendo con el principio ecológico de la sustentabilidad.

CONCLUSIONES

La información obtenida a través de esta plataforma de investigación abre el espacio para investigaciones más precisas que nos permitan conocer a detalle las relaciones tróficas en el suelo con una agricultura de alto impacto como el del bajío guanajuatense, sin embargo hasta el momento se confirma el avance hacia la sustentabilidad al promover ventajas económicas y ecológicas con la inoculación de agentes biológicos para el manejo de la secadera. Hará falta un mecanismo que ayude a conocer el impacto social y con ello se poder comprobar la sustentabilidad de las tecnologías que propone Masagro Guanajuato.

La productividad de los campos del bajío guanajuatense no debe verse por encima de la conservación de los suelos en todos sus componentes, la agricultura de conservación es una técnica para conservarlos pero debe considerarse como un sistema y no como componentes aislados.

La inoculación de *Trichoderma harzianum* en una vasta superficie en el estado es un ejemplo de logro de la estructura de Hub, donde la plataforma tiene un papel importante que demuestra que la información científica obtenida fluye a través de sus componentes en favor del agricultor.

LITERATURA CITADA

Adelowo, F.E.; Olu-Arotiowa, O.A. and Amuda, O.S (2014). Biodegradation of Glyphosate by Fungi Species. *Advances in Bioscience and Bioengineering,* 2, 104-118.

Antonissen, G., Martel A., Pasmans F., Ducatelle R., Verbrugghe E., Vandenbroucke V., Li, S., Haesebrouck F., Immerseel F.V., and Croubels S. (2015). The Impact of FusariumMycotoxins on Human and Animal Host Susceptibility to Infectious Diseases. *Frontiers in Plant Science.* 6:870**.**

Atlas, R. y Bartha, R. (2002). *Ecología microbiana y microbiología*. Editorial Addison Wesley

Bacterial Indicator of Agricultural Management for Soil under No-Till Crop Production

Brajesh K. S. and Walker A. (2005) Microbial degradation of organophosphorus compounds. *Federation of European Microbiological Societies*. 30, 428–471.

Cano, M.A. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, Trichoderma spp. y Pseudomonas spp. *Revista unidad de ciencias ambientales*. 14(2), 15-31.

Benítez y Gavito (2012). Interaccion entre plantas y hongos. *Ecologia y evolución delas interacciones bióticas*. 140-168.

Cesaveg (2015). Programa de trabajo de manejo fitosanitario del trigo, a operar con recursos con recursos del componente de sanidad del programa de sanidad e inocuidad alimentaria 2015 en el estado de Guanajuato.

Chaves B.J., Ortíz M. M.,Ortiz R.L.(2013) Efecto de la aplicación de agroquímicos en un cultivo de arroz sobre los microorganismos del suelo. Ciencia del suelo.

Dill-Macky, R., and Jones, R. K. 2000. The effect of previous crop residues and tillage on Fusarium head blight of wheat. *The American Phytopathological Society*. 84:71-76.

Dorr Q.P., Zhalnina K., Davis R. A., Fagen J. R., Drew J., Bayer C., Camargo F., and Triplett W.E. (2012) The Effect of Tillage System and Crop Rotation on Soil Microbial Diversity and Composition in a Subtropical Acrisol. Diversity. 4, 375-395.

Figueroa, R.M.G., Rodríguez G. R.; Guerrero A. B. Z, González Chavira M. M, Pons Hernández J.L, Jiménez Bremont J.F, Ramírez Pimentel, J G.,Andrio Enríquez, E., Mendoza Elos, M (2010). Caracterización de Especies de Fusarium Asociadas a la Pudrición de Raíz de Maíz en Guanajuato. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 28(2), 124-134.

Figuerola ELM, Guerrero LD, Rosa SM, Simonetti L, Duval ME, et al. (2012) Bacterial Indicator of Agricultural Management for Soil under No-Till Crop.Production. PLoS ONE 7(11): e51075. doi:10.1371/journal.pone.0051075

García-Aguirre, G. and Martínez-Flores, R. (2010). Especies de Fusariumen granos de maíz recién cosechado y desgranado en el campo en la región de Ciudad Serdán, Puebla. Revista Mexicana de Biodiversidad, 81, pp.15-20.

Giller K.E., Andersson J. A., Corbeels M., Kirkegaard J., Mortensen D, Erenstein O., and Vanlauwe O. (2014). *Beyond conservation agricultura*.

Habig, J. and Swanepoel C.(2015) Effects of Conservation Agriculture and Fertilization on Soil Microbial Diversity and Activity. *Environments.* 2, 358–384;

Limón Ortega, Agustin, Pelaez Cruz, Deyxi, Leyva Mir, Gerardo, Espinosa Barreto, Catalina, Efecto de la dosis de N en la incidencia de Fusarium spp. en raíces de trigo bajo camas permanentes. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas [en linea] 2016, 7 (Junio-Agosto) : Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263146723015> ISSN 2007-0934

Mata M.G.G., (2015). *Resultados de las innovaciones 2014 MasAgro Guanajuato.* Secretaria de Desarrollo Agroalimentario y Rural del estado de Guanajuato

Mathew P.R., Yucheng F., Githinji, L., Ankumah R. and Kipling S. B.(2012) Impact of No-Tillage and Conventional Tillage Systems on Soil Microbial Communities. *Applied and Environmental Soil Science.* Article ID 548620,10pages.

Naresh R K , Singh S P and Pankaj C.(2012) Influence of conservationagriculture,permanent raised bed planting and residue management on soil quality and productivity in maize-wheat system in western uttar pradesh. *International Journal Life Sciaences Biotecnology & Pharma Research*.1 (4).

Oldenburg E.,Höppner F., Ellner F y Weinert J.(2017) Fusariumdiseases of maize associated with mycotoxin contamination of agricultural products intended to be used for food and feed. Society for Mycotoxin Research and Springer-Verlag Berlin Heidelberg. DOI 10.1007/s12550-017-0277

Ortiz, E.H. (2017) comunicación personal, Oficinas de Masagro Guanajuato. Celaya Guanajuato.

Reynolds M. Pask, A. and Mullan D. (2012) *Heat physiological breeding I: Interdisciplinary Approaches to Improve Crop Adaptation*

SIAP (2017) Sistema de información agrícola y pecuaria. https://www.gob.mx/siap/

Skaidrė S., Audronė M., Gražina K., Audrius K., Virginijus F., Dalia F., Roma S., Zenonas D., Kęstutis T. (2012). The impact of tillage and fertilization onFusariuminfection and mycotoxin production in wheat grains ŽEMDIRBYSTĖ=AGRICULTURE. 90(3), 265–272.

Wolfarth F., Schrader S., Oldenburg E., Weinert J., and Brunotte J (2011) Earthworms promote the reduction of Fusarium biomass and deoxynivalenol content in wheat straw underfield conditions. *Soil Biology & Biochemistry*. 43,1858-1865.

Woodcock, B. A., J. M. Bullock, R. F. Shore, M. S. Heard, M. G. Pereira, J. Redhead, L. Ridding, H. Dean, D. Sleep, P. Henrys, J. Peyton, S. Hulmes, L. Hulmes, M. Sárospataki, C. Saure, M. Edwards, E. Genersch, S. Knäbe, R. F. Pywell (2017). Country-specific effects of neonicotinoid pesticides on honey bees and wild bees. *Science*. 356, 1393–1395

DIVERSIDAD Y CONOCIMIENTO TRADICIONAL DE LOS QUELITES EN TEMOAYA

Ana Paola Balcázar - Quiñones[158]
Laura White - Olascoaga[159]
Carmen Zepeda – Gómez[13]
Cristina Chávez – Mejía[24]

RESUMEN

Los quelites son especies de arvenses del grupo de las Angiospermas, de las cuales se consumen las hojas, tallos, flores y frutos tiernos, gran parte de las culturas mexicanas consumían estas verduras y en la actualidad se sigue haciendo, aunque cada vez se está perdiendo más el conocimiento tradicional del uso y manejo de estos recursos naturales. Por lo que en este trabajo se pretende documentar las especies de quelites y usos empleados por una comunidad otomí del Estado de México, para contribuir con la conservación del conocimiento de los quelites. Por el periodo de un año se tomaron muestras de ejemplares en milpa, campo y mercados, para identificarlos con sus claves correspondientes. Posteriormente, se realizaron entrevistas estructuradas de manera aleatoria a hombres y mujeres de diferentes edades dentro de la comunidad, para obtener sus usos, frecuencias de consumo, manejo y transmisión del conocimiento. Se obtuvieron 35 entrevistas de las cuales, 71 especies se consumen como quelites, las partes que más se comen son las hojas de las plantas herbáceas terrestres, se documentan 36 usos comestibles y 19 usos medicinales, las plantas de mayor consumo son el Nabo (*Brassica rapa*) y varias especies de cenizo (*Chenopodium sp.*) porque son las de mayor disponibilidad. Existen algunas especies que ya solo las consumen los grandes, y a pesar de que la venta de quelites puede servir como sustento, su uso es cada vez menos frecuente. Debido a la gran riqueza de especies empleadas por la comunidad de estudio, se vuelve necesario continuar con estudios que enriquezcan el conocimiento que tienen los otomíes.

PALABRAS CLAVE

Arvenses, etnobotánica, otomíes, saberes tradicionales, manejo incipiente.

INTRODUCCIÓN

La palabra quelite deriva del náhuatl '*quelitl*' que se refiere a las plantas silvestres comestibles que presentan un crecimiento arvense y/o ruderal, de éstas se consumen las hojas, tallos, flores y frutos en fase inmadura o tierna (Linares y Bye, 2015).

La diversidad de los quelites en México se estima en aproximadamente 500 especies, la mayoría se clasifica en 6 familias botánicas, y actualmente se consumen alrededor de 244 especies (Bye y Linares, 2000; Caballero y Cortes, 2001; Castro-Lara *et al.,* 2011).
Estas plantas han sido utilizadas desde épocas prehispánicas en la comida mexicana, contienen altos niveles de vitaminas, minerales, antioxidantes y proveen de una fuente importante de alimento, medicina y recursos económicos, así como de forraje (Ezebilio, 2010; McClung *et al*., 2013; Solís y Estrada, 2014).

[58] *Universidad Autónoma del Estado de México. [1]anapao_bq*@hotmail.com, [2] laurawhiteo@hotmail.com, [3] zepedac@uaemex.mx.

[59] Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. [4]cchavezm@uaemex.mx.

El uso y formas de consumo de estas arvenses puede variar en las diferentes regiones del país, (Dweba y Mearns, 2011, McClung *et al*., 2013). Y en el centro y sur del país se aprovecha el mayor número de quelites de las milpas, alrededor de 119 y 81 especies, respectivamente, aunque se reporta que el uso de estas plantas ha venido recayendo desde hace tiempo de un 50-90% dependiendo de cada región (Linares y Bye, 2015). Así mismo, debido a los cambios en los hábitos alimenticios modernos, se ha producido una inseguridad alimenticia y una percepción negativa hacia el uso de las plantas silvestres comestibles (Turreira-García *et al*., 2015). Sin embargo, el consumo de estas hierbas ofrece un recurso alimenticio seguro en épocas cuando escasea el maíz y sobre todo para las comunidades marginadas (LaRochelle y Berkes, 2003). Por lo tanto, mientras más sabemos sobre la cantidad de especies de arvenses utilizadas en las milpas se volverán más beneficiosas en el futuro para poder llevar a cabo un aprovechamiento sustentable que pueda ayudar a las comunidades a recuperar un desarrollo económico, ambiental y social (Bye, 1981).

Por otro lado, en el país además de existir gran diversidad biológica también es muy diverso culturalmente, ya que en la actualidad se hablan 68 idiomas con 364 variantes, lo cual refleja la variedad de saberes ambientales tradicionales (Tonatiuh *et al.,* 2010). Uno de los grupos étnicos más numerosos en el país son los otomíes, representan el 7° idioma con mayor número de hablantes, son de los más longevos, ellos habitan principalmente en el centro del país (Sandoval *et al.,* 2013). Sin embargo, se tiene registro que el número de hablantes se está reduciendo y con ello una fuente importante de transmisión de saberes, como del conocimiento tradicional (CT) del uso de los quelites (Sandoval *et al.,* 2013). El CT se puede definir como las prácticas aprendidas por las comunidades locales o indígenas para el continuo uso y manejo sustentable de los recursos naturales, entendiéndose como manejo a las acciones directas o indirectas llevadas a cabo por el hombre para favorecer la disponibilidad de las plantas útiles, este conocimiento permite que el 50% de los habitantes del planeta tengan subsistencia y alimentación (Aguilar, 2003; González y Caballero, 2007). A pesar de ello, el CT se ha visto fuertemente amenazado debido a la globalización que promueve la agricultura intensiva, la industrialización y la migración de las poblaciones rurales a las ciudades (Adele *et al*., 2009).

En el presente trabajo se tiene como objetivo obtener el listado florístico de los quelites utilizados por la comunidad otomí de Temoaya, Estado de México, documentando nombres en otomí, parte utilizadas, estilo de vida y disponibilidad. Además se pretendió documentar usos, formas de preparación, manejo y transmisión del conocimiento dentro de la comunidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

La investigación se efectuó en el periodo de Junio de 2016 a Junio de 2017 en Temoaya, este municipio alberga una gran cantidad de hablantes de la lengua otomí y se ubica en la porción centro norte del Estado de México, ocupando parte de la sierra Monte Alto. Limita por el norte con Jiquipilco y Nicolás Romero; por el sur, con Toluca y Otzolotepec; por el este, con Isidro Fabela, Jilotzingo y Otzolotepec, y por el oeste; con Ixtlahuaca y Almoloya de Juárez. El municipio cuenta con una extensión de 222.46 Km^2 altitud de 2 800 msnm integrado por 53 delegaciones. Su orografía se caracteriza por ser una parte llana y una parte montañosa y es de los municipios con mayores fuentes de agua, su clima es templado subhúmedo y presenta lluvias durante el verano (Tomasini, 2003). De la vegetación se conforma de bosque de pino (Arzate, 1999).

La comunidad otomí de San Pedro Arriba (SPA), Temoaya, es la segunda más poblada después de la cabecera municipal, cuenta con 7,040 habitantes, aquí se lleva a cabo varias actividades

como parte de sus modos de vida como el cultivo de maíz principalmente, venta parcial de la cosecha, cultivo de frutales, recolección de quelites, hongos, plantas medicinales y ornamentales; crían animales domésticos y elaboran artesanías, en estas actividades participan todos los miembros de la familia (Rimarichín *et al.,* 1999). Los criterios de elección de esta comunidad es debido a su cercanía al centro ceremonial otomí, presencia de hablantes de la lengua materna, empleo de los quelites, es considerada una población marginada y falta de trabajos etnobotánicos.

Métodos

Primero, se tomaron muestras en campo, milpas y mercados de las especies de quelites, documentando el nombre que recibe en su lengua materna, así como el hábito, hábitat, origen y disponibilidad, a continuación se llevó a cabo un proceso de herborización para posteriormente identificarlas con ayuda de un microscopio y con sus claves taxonómicas específicas (López y Yunuén, 2002; Rzedowski y Rzedowski, 2005).

Para la elaboración del trabajo se llevó a cabo el método etnográfico como observación directa, entrevistas estructuradas que consistieron en preguntas: a) personales, como edad, actividad socioeconómica, etc., b) listados libres, donde mencionaban a las especies que más se consumen en orden de importancia, c) formas de uso, partes de la planta utilizadas, frecuencias de consumo de cada quelite que se consume en la comunidad, así como manejo y transmisión del conocimiento (Adele *et al,* 2009; Sousa *et al.,* 2012; Blancas *et al.,* 2013; Lara, 2013;).

Se aplicaron entrevistas a 35 informantes clave y 8 vendedoras de quelites en el mercado principal de Temoaya, el tipo de muestreo fue aleatorio y de bola de nieve (Ross, 2002). De estas entrevistas 27 fueron mujeres y 7 hombres de edades que oscilan entre 23 y 78 años, su ocupación principal fue comerciantes y trabajo en el hogar, nivel de escolaridad primaria y secundaria.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron 71 especies de quelites empleadas por la comunidad otomí de Temoaya, clasificadas en 25 familias, 48 géneros, y 42 nombres en otomí, de las cuales 44 son nativas y 20 son introducidas, las 7 restantes solo se llegó hasta género por lo que no se conoce su origen. Las familias botánicas con mayor número de especies fueron Amaranthaceae y Asteraceae, predominan las especies con hábito herbáceo (64 spp.), solo 7 son árboles, del hábitat 66 especies son terrestres, 5 acuáticas y 1 epífita. De 32 especies solo se consumen las hojas, 21 spp. se consumen toda la parte vegetativa y 11 spp. sólo se comen las flores.

Existen 7 especies que colectan en el monte que son de autoconsumo o poco comercializadas como las hojas de la *Phytolacca icosandra, Eryngium foetidum* y *Stellaria sp.* Las demás las obtienen de las milpas, mercados o con las señoras que pasan a vender en las casas. El número de especies empleadas por la comunidad de estudio es bastante alto, se puede comparar el número con otras comunidades otomíes como en San Antonio el Grande, Huehuetla, Hidalgo, que consumen alrededor de 85 especies de quelites, predomina la familia Fabaceae (Ortiz *et al.,* 2007). Y con otros grupos étnicos como los nahuas de la Sierra Norte de Puebla consumen alrededor de 51 especies de quelites (Basurto *et al.,* 2011). En la Sierra Tarahumara en Chihuahua, se consumían alrededor de 120 especies actualmente ha reducido a tan solo 10 especies (Bye, 1981).

En total se encontraron 36 usos comestibles, la mayoría de los quelites se preparan hervidos, las plantas acuáticas se prefieren comer crudas. Las especies de mayor consumo son el nabo (*Brassica rapa*) y varias especies de cenizo (*Chenopodium sp*.), este último lo secan y lo almacenan para consumirlo en temporada de secas. A pesar de que los quelites son más abundantes en temporada de lluvias, las personas los prefieren en temporada de seca debido a que mencionan que la helada hace que sepan más rico, existen otros quelites que los consumen sólo una vez al año como las flores del maguey (*Agave sp.*). Estos resultados coinciden con los de Molina, (2000), en Zoatecpan, Puebla donde también los consumen la mayoría hervidos, y han desarrollado técnicas para secarlos y consumirlos a lo largo del año.

Se encontraron 11 especies que presentan algún uso medicinal y en total se encontraron 19 usos medicinales, por ejemplo los berros (*Rorippa nasturtium* e *Hydrocotyle ranunculoides*) los consumen para los riñones y el hígado, el epazote (*Chenopodium ambrosioides*) contiene diferentes usos, para condimentar la comida, sirve para purgar, para las manchas, se combina con otras hierbas para la cuarentena, su variedad que se conoce como “epazote de perro”, se toma en té para el empacho y el “epazote de zorrillo” sirve para las “limpias”. La especie de trébol (*Oxalis sp*.) y la sanguinaria (*Polygonum aviculare*) para la diabetes, el guaje (*Leucaena leucocephala*) sirve para el cáncer.

El uso de algunos quelites está relacionado con los días festivos, como la paletaria (*Stellaria media*) es muy consumida en semana santa, existe un platillo llamado “*nt’oti moi*” que se consume todo el año y más en días de muertos, es un caldo rojo o verde que lleva vinagreras (*Rumex sp*.), charales, nopales, masa y papas.

Algunas especies como la ortiguilla (*Urtica dioica*) y *Phytolacca icosandra* para consumirlas es necesario “golpearlas” para quitarles lo tóxico, de esta última también se elaboran tintes, aunque en la actualidad ya se consumen muy poco como el quelite de plato (*Coronopus sp.*), el diente de león y endivia (*Taraxacum officinale* y *Sonchus olearaceus*), las flores del encino (*Quercus sp.*), hojas del madroño (*Arbutus unedo*) y tejocote (*Crataegus mexicana*).

La mayoría de los quelites crecen solos en las milpas, de forma incipiente, en general, en la comunidad otomí de Temoaya existe una gran variedad de gastronomía tradicional, pues además de los quelites se consumen otras especies silvestres. La transmisión del conocimiento se da de forma matrilineal, gran parte de las mujeres mayores aprendieron desde los seis años de edad y aprendieron de observar a sus mamás, tías o abuelas. Esto contrasta con los resultados obtenidos de Lara, (2013); Montoya, (2016), donde ya se había reportado que el conocimiento en cuanto a manejo de hongos y plantas medicinales se transmite matrilinealmente en la familia otomí de Temoaya.

A pesar de que el conocimiento sobre estas especies es amplio y se ha transmitido como recurso alimenticio, sin embargo, se está reduciendo y se está limitando a unas cuantas especies, que no son originarias del lugar.

La diversidad de usos podría influir para su conservación, como en algunos casos si bien el uso alimenticio es menor, otros usos de los quelites mantienen su importancia. Actualmente las personas mayores son las que todavía los comen con mucha frecuencia y no tienen problema con probar nuevas especies de quelites. Una de las posibles razones de la pérdida de uso puede ser por su distancia para conseguirlos, ya que algunas especies es necesario adentrarse al monte, y también por el cambio de dieta ya que la gente joven prefiere el consumo de carne.

En contraste, existe una gran riqueza de especies de quelites consumidas por la comunidad otomí de San Pedro Arriba, Temoaya, siendo uno de los grupos que habitan en lugares marginados, y a grandes altitudes, se vuelve interesantes estudiar cómo han sabido adaptarse y encontrar usos tanto comestibles como medicinales a las especies de arvenses nativas de ese lugar, para su subsistencia alimentaria y económica.

CONCLUSIONES

En total se encontraron aproximadamente 71 especies de quelites y 42 nombres en otomí, las familias más representativas fueron Amaranthaceae y Asteraceae, los hábitos de las especies más consumidas son herbáceas de hábitat terrestres, se consumen principalmente las hojas hervidas. Se encontraron en total 36 formas de preparación, sin embargo también se utilizan como medicina, del cual se hallaron 19 usos medicinales. Las especies más consumidas son *Brassica rappa* y *Chenopodium sp.* por ser las de mayor disponibilidad. El manejo de estas plantas es principalmente incipiente, y la transmisión del conocimiento se da de forma matrilineal. Es necesario continuar con estudios que documenten el gran conocimiento tradicional que presenta la comunidad otomí, ya que cada día se consumen menos variedad de quelites y se habla menos la lengua.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma del Estado de México, y al CONACYT por su apoyo con la beca. A los tutores académicos por su contribución al trabajo, y a la comunidad otomí de Temoaya por su apoyo en campo.

LITERATURA CITADA

Adele, M., Piredda, M. y P. Bruschi, 2009. Plant and traditional knowledge: An ethnobotanical investigation on Monte Ortobene (Nuoro, Sardinia). Journal of ethnobiology and ethnomedicine,5:6.

Aguilar, G. R. 2003. Conocimiento tradicional sobre la biodiversidad en el proyecto manejo integrado de ecosistemas por pueblos indígenas y comunidades. GEF-PPG-No. TF 051362.

Arzate, J. 1999. Temoaya, monografía municipal. Instituto Mexiquense de Cultura. Toluca, Edo. Méx. 138pp.

Basurto, F, Evangelista, V., Molina, N. y M. Alvarado. 2011. Los quelites de México: especies de uso actual. Visto en Mera, L. M., D. Castro, R. A. Bye. (compiladores). 2011. Especies vegetales poco valoradas: una alternativa para la seguridad alimentaria. UNAM-SNICS-SINAREFI. 215 pp. México, D.F.

Blancas, J., Casas, A., Pérez-Salicrup, D., Caballero, J., y E. Vega. 2013. Ecological and socio-cultural factors influencing plant management in Náhuatl communities of the Tehuacán Valley, México. Journal of ethnobiology and ethnomedicine, 9:39.

Bye, R. 1981. Quelites- ethnoecology of edible greens- past, present and future. J. ethnobiol, 1(1):109-123.

Bye, R. y E. Linares, 2000. Los quelites, plantas comestibles de México: una reflexión sobre intercambio cultural. CONABIO, Biodiversitas 31:11-14.

Caballero, J. y L. Cortés, 2001. Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. Universidad Autónoma Metropolitana, Secretaria del medio ambiente, recursos naturales y pesca, Unidad Iztapalapa 23 pp.

Castro- Lara, D., Basurto-Peña, F., Mera-Ovando, L. y R. Bye. 2011. Los quelites, tradición milenaria en México. Universidad Autónoma de Chapingo, Texcoco, México. 41pp.

Dweba, T.P. y M.A. Mearn. 2011. Conserving indigenous knowledge as the key to the current and future use of traditional vegetables. International Journal of Information Management, 31 (2011), 564-571 pp.

Ezebilio, E. 2010. Conservation of a leafy vegetable important for communities in the Nigerian rainforest. Forest Ecology and Management, 259: 1660-1665 pp.

González, M. y J. Caballero. 2007. Managing plant resources: how intensive can it be?. Hum ecol, 35:303-314.

Lara, F. 2013. Conocimiento micológico tradicional en una comunidad campesina otomí: San Pedro Arriba, municipio de Temoaya, Estado de México. Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de México.
LaRochelle, S. y F. Berkes. 2003. Traditional ecological knowledge and practice for edible wild plants: Biodiversity use by the rarámuri in the Sierra Tarahumara, México. Int.J.Sustain.Dev. WorldEcol,10: 361-375.

Linares, E. y R. Bye. 2015. Las especies subutilizadas de la milpa. Revista Digital Universitaria (rdu). No. 5, vol. 16. 22pp.

López, G. y U. Yunuén. 2002. El herbario. Apoyo académicos. Universidad Autónoma de Chapingo, 1-75 pp.

McClung, E., Martínez, D., Ibarra, E. y C. Adriano. 2013. Los orígenes prehispánicos de una tradición alimentaria en la cuenca de México. An. Antrop., 48-I (2014), 97-121, ISSN:0185-1225.

Molina, N. 2000. Etnobotánica de quelites en el sistema milpa en zoatecpan, una comunidad indígena nahuat de la sierra norte de Puebla. Tesis que para obtener el título de bióloga. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 92 pp.

Monroy, R., Moctezuma, P., Chávez, M. e I. Vizcarra. 2016. Condiciones ambientales en el uso de plantas medicinales en una comunidad otomí de México. Ambiente y Desarrollo, vol. 20, no. 39: 101-115.

Ortíz, A. B. 2007. Plantas comestibles por los otomíes de san Antonio el grande, Huehuetla, Hidalgo. Tesis que para obtener el título de licenciado en biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Soto. 145pp.

Rimarichín, I. Zapata, E. Alberti, P. y V. Vázquez-García. 1999. Sobrevivencia y conservación de la biodiversidad en una comunidad otomí del Estado de México. Serie comunicaciones en socioeconomía, vol. 3, no 1.

Ross, 2002. Guidelines for planning, organizing, and conducting surveys. Air University Sampling and Surveying Handbook. Le May Plaza South, 55: 1-100 pp.

Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores. 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. 2ed, 1areimp. Instituto de Ecología, A.C. y CONABIO, Pátzcuaro, Mich, 1406 pp.

Sandoval, E., Montoya, B. y J. González. 2013. Demografía indígena en el Estado de México. Universidad Autónoma del Estado de México, Méx. 1-118 pp.

Solís, C. y E. Estrada. 2014. Prácticas culinarias y (re)conocimiento de la diversidad local de verduras silvestres en el colectivo mujeres y maíz de Teopisca, Chiapas, México, 2:148-162.

Sousa, T., Santos, A., Gomes, J., Trindade, M., Alves, M., Vasconcelos, R., Castelo, C., Rangel, B. y U. Albuquerque. 2012. A new technique for testing distribution of knowledge and to estimate sampling sufficiency in ethnobiology studies. Journal of ethnobiology and ethnomedicine, 8:11.

Tomasini, A. 2003. Ecología de la educación en Temoaya. Nueva Antropología, Vol. XIX, no. 62. 30pp.

Tonatiuh, A., Viesca, F. y M. Hernández. 2009. Formación del patrimonio gastronómico del Valle de Toluca, México. Ciencia, ergo sum, vol.17-3, pp 239-252.

Turreira- García N., Theilade, I., Meilby, H. y M. Sorensen. 2015. Wild edible plant knowledge, distribution and transmission: a case study of the achí mayans of Guatemala. Journal of ethnobiology and ethnomedicine, 11:52.

EFECTOS DE UN BIOMANTO SOBRE EL CULTIVO DE PIMIENTO EN ÉPOCA SECA.

Víctor Hernández-Aranda [60]
Carlos Arias-Vega [1]
Ronald León-Aroca [1]
Marcos Vera-Morales [1]
Eduardo Chávez-Navarrete [161]
Leonardo León-Castro [12]
Diego Rojas-Tortolero [3]
Daynet Sosa-Del Castillo [12]

RESUMEN

Los bio-acolchados generados a partir de residuos vegetales (biomantos) se utilizan en la producción agrícola puesto que ayudan en la retención de humedad, regulación de la temperatura del suelo, disminución de malezas, y una vez degradados aportan con nutrientes y materia orgánica al suelo. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar su efecto como cobertor de suelos en la producción de pimiento (*Capsicum annuum* var. Nathalie). Para determinar el efecto del biomanto en parámetros edáficos y productivos se utilizaron los tratamientos T1: sin biomanto + 1200 mm de agua; T2: con biomanto + 1200 mm de agua; T3 sin biomanto + 600 mm de agua; T4: con biomanto + 600 mm de agua. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, diámetro basal, número y peso de frutos por planta, biomasa, contenido de nutrientes en suelo y hoja, número de malezas por m^2, temperatura de suelo, descomposición del biomanto. En las camas con biomanto se registró un aumento significativo ($P < 0.05$) en la altura y diámetro basal, al igual que en los parámetros de rendimiento, número y peso de frutos por planta. Se computaron además, diferencias significativas ($P < 0.05$) en la producción de biomasa, la cual fue mucho mayor en los tratamientos con biomanto. La concentración de P, Zn y Cu fue mayor en las hojas de pimiento en T2 y el contenido de macro y micro elementos fue mayor en los tratamientos con biomanto, sobretodo el N, el cual fue superior en el T4. La utilización del biomanto disminuyó la presencia de malezas en un 95 % y mantuvo una temperatura promedio de 18 °C. El agua aplicada en el cultivo no favoreció en la degradación del biomanto permitiendo prolongar su uso en cultivos de ciclo corto.

PALABRAS CLAVE

Acolchado, Temperatura, Degradación, Malezas,.Hortalizas.

INTRODUCCIÓN

El uso de acolchados en la agricultura, tanto sintéticos como orgánicos, se ha convertido en una práctica común a nivel mundial (Kasirajan *et al*., 2012). Existen una variedad de acolchados sintéticos que permiten reducir el crecimiento de malezas, optimizar el consumo de agua, mantener la temperatura del suelo, aumentar la producción, entre otros beneficios. Sin embargo,

[60] Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL. *Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE).* Guayaquil, Guayas, Ecuador. vhernand@espol.edu.ec
[61] Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL. Facultad de Ciencias de la Vida (FCV) Guayaquil, Guayas, Ecuador.
[3] Instituto de Estudios Avanzados (IDEA). Caracas. Venezuela.

el uso continuo de este tipo de acolchados genera desechos poco degradables que finalmente contaminan el suelo (Lament, 1993; Steinmetz *et al.*, 2016). Por otra parte, los acolchados orgánicos se producen a partir de residuos o desechos vegetales, teniendo el mismo efecto inhibidor de crecimiento de malezas que los acolchados sintéticos (Abouziena, 2016), así mismo mantienen una temperatura adecuada para el desarrollo microorganismos, se optimiza el consumo del agua y al degradarse se incorpora en el suelo aportando con materia orgánica y nutrientes disponibles (Zribi *et al.*, 2011).

Entre las opciones de acolchados de origen orgánico existe el biomanto, un bio-acolchado elaborado con fibra de banano y panca de arroz, cosido con hilo sintético. En estudios preliminares de campo en época de invierno a partir de diciembre del 2015 a junio del 2016, se lograron establecer algunas bondades del biomanto, por ejemplo, la inhibición del crecimiento de malezas (95%), regulación térmica del suelo (19 °C), incorporación de materia orgánica (2,32 % ± 0,13), aporte de macronutrientes como K (350 % ± 51,10) y P (14,3 % ± 2,16), entre otros (Hernández, 2016). Por consiguiente el objetivo de esta investigación consistió en replicar el ensayo de época lluviosa a la temporada seca como un estudio complementario, que permitiera corroborar la capacidad del biomanto como mejorador de las características físico-químicas en un cultivo de hortalizas, bajo un sistema de riego controlado (no dependiente de precipitaciones).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área experimental

El experimento se desarrolló en la Granja Experimental Agrícola (GEA) (2°08'21.1"S, 79°57'46.1"W) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), campus “Gustavo Galindo” Guayaquil, Ecuador. El área seleccionada para la parcela experimental tuvo una dimensión de 1250 m² en un suelo franco-arcilloso (Arena 22 %, Limo 48 %, Arcilla 30 %) con un pH de 6.9. Se instalaron 12 camas de 1.5 m x 10 m separadas entre sí por los surcos con una distancia de 0.20 m.

Biomanto

El biomanto utilizado fue un acolchado orgánico elaborado con fibra de banano y panca de arroz, cosido con hilo sintético (Industrial Packing Depot, Guayas, Ecuador), presentado como rollos de dimensiones de 1.50 x 5 m de largo y 0.03 m de espesor. Los rollos se los colocaron sobre las camas según el diseño experimental para evaluar el producto. Posteriormente se realizaron agujeros con un diámetro aproximado de 0.05 m para trasplantar el pimiento.

Una vez concluido el ciclo del cultivo (120 días), se tomaron muestras del biomanto utilizado en las camas. Se cortaron tres pedazos de biomanto por parcela con dimensiones de 0.10 x 0.07 m c/u. Para el análisis de la descomposición y peso seco del biomanto, las muestras fueron secadas en una estufa a 105 °C por 72 horas. El porcentaje de descomposición se lo determinó mediante la diferencia del peso seco de biomanto sin utilizar y del biomanto utilizado.

Cultivo y Riego

Se trabajó con el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* var. Nathalie). Las semillas fueron sembradas manualmente, en bandejas de germinación de poliestireno de color negro, una semilla en cada alveolo, se utilizó sustrato germinador (BM2, Berger, Canadá) compuesto de turba, perlita

y vermiculita y se mantuvieron bajo condiciones controladas por 35 días a una temperatura de 23 °C. Al momento del trasplante, en cada cama, se colocaron 40 plantas y en el área del experimento se trasplantaron en total 480 plántulas, utilizando un sistema de siembra denominado “tres bolillos” (o triangular). La distancia de siembra entre plantas fue de 0.4 m y entre camas de 1.2 m. El tiempo de producción del pimiento fue de 120 días.

Para suministrar agua se instaló un sistema de riego por goteo al cultivo, se ubicó una línea de manguera (STREAMLINE-16125) por hilera de plantas cuyos emisores están separados 0.40 m entre sí, con un caudal de 1.6 L/H por emisor. Para determinar el efecto del biomanto en parámetros edáficos y productivos se utilizaron dos regímenes de riego contrastante con los siguientes tratamientos; T1: sin biomanto + 1200 mm de agua; T2: con biomanto + 1200 mm de agua; T3 sin biomanto + 600 mm de agua; T4: con biomanto + 600 mm de agua. Los mm de agua se calcularon en base a requerimiento hídrico del pimiento en plantaciones comerciales (FAO, 2015). El propósito de utilizar 600 mm de agua fue provocar un estrés hídrico en las plantas y determinar el potencial del biomanto para ayudar al cultivo a sobrellevar dicho estrés. Para suministrar esta cantidad de agua se planificó el riego con la siguiente frecuencia: 1200 mm tres días por semana, dos horas al día; y, 600 mm, tres días por semana, durante una hora al día.

Para evaluar el efecto del biomanto en la producción de pimiento bajo los dos regímenes de riego antes mencionados, se registraron parámetros agronómicos como altura de plantas, y el diámetro basal con un vernier (KANON DCS-6). Se evaluaron parámetros de rendimiento como número y peso de frutos cosechados en las parcelas. Las cosechas se las realizaron a los 64, 74, 99, 106, 119 días post-trasplante. Al finalizar el ciclo de cultivo, se seleccionaron 20 plantas a las que se les midió el diámetro basal y posteriormente se las colectaron de las parcelas, separando sus hojas y tallos y colocadas en fundas de papel, fueron pesadas y luego situadas en una estufa a una temperatura de 65° C por 72 horas para obtener su peso seco. Finalmente, se determinó, en hojas de pimiento, el contenido de macro y micro elementos (P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn) mediante el método de digestión ácida en microondas/Determinación en espectrofotómetro ICP-OES y del N a través del método Kjeldahl.

Análisis estadístico

Los tratamientos se ubicaron de forma aleatoria con tres réplicas (Figura 1). Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en campo se realizó un Análisis de Varianza con p = 0.05, LSD



Fisher y pruebas de Tukey utilizando el programa InfoStat 2016 y pruebas de Dunnett, con el programa Minitab 17.

Figura 1. Tratamientos en campo a 20 días del trasplante.

Parámetros agronómicos y edáficos en el cultivo de pimiento

A los 21, 35 y 56 días se contó el número de malezas presentes por m^2 utilizando un cuadrante de 1 x 1 m. Esta metodología fue repetida en cada cama tres veces, los sitios fueron seleccionados aleatoriamente. A los 28, 35, 42, 56, 63 días se midió la temperatura a 0.20 m del suelo. Esta fue monitoreada utilizando un termómetro tipo lanza (Model: Ti.30, Wika, Estados Unidos) y se registró de forma sistemática en tres sitios de las camas aleatoriamente.

Análisis de Suelo

Previo al inicio del experimento el suelo fue muestreado utilizando un barreno (LaMotte-1016), fueron tomadas 3 muestras compuestas por parcela a 0.15 m de profundidad, para determinar los macro y micronutrientes presentes en el suelo. Al finalizar el ciclo del cultivo, se tomaron tres muestras compuestas de suelo en cada cama utilizando el barreno de suelos antes descrito, nuevamente a 0.15 m de profundidad y se realizaron los análisis de P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn usando el método Olsen, (1954).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cultivo

Altura de plantas

A medida que transcurre el experimento, las diferencias entre los tratamientos con y sin biomanto se van acentuando. A los 28 días del trasplante se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). Las plantas que crecieron en el T2 (Biomanto + 1200 mm de agua) registraron una altura promedio de 0.443 m al final del ciclo del cultivo. Las plantas sembradas en los T2 y T4 mostraron una altura similar el día 56 luego del trasplante 0.382 y 0.376 m respectivamente mientras que en la misma fecha los T1 y T3 tuvieron una menor altura, llegando hasta los 0.280 7 0.284 m respectivamente (Figura 2). Las plantas que crecieron en camas con biomanto fueron en promedio 0.14 m más altas que las plantas que crecieron sin biomanto.

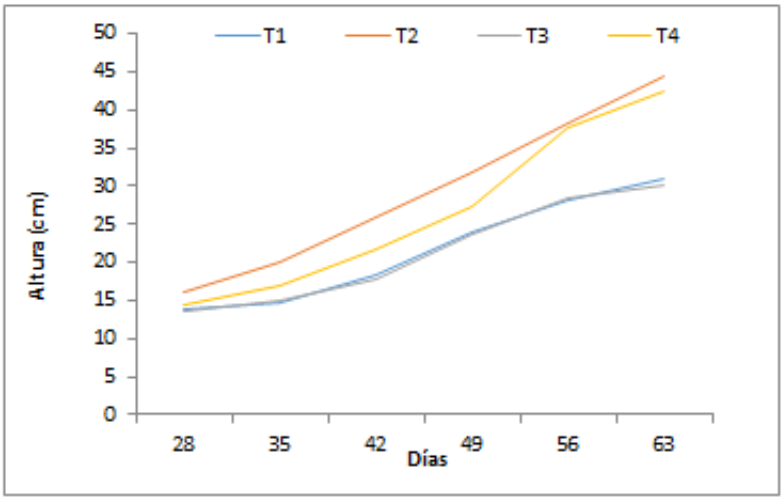


Figura 2. Altura de las plantas de pimiento en suelos con y sin biomanto a los 28, 35, 42, 49, 56 y 63 días.

En cuanto al análisis del diámetro basal, este parámetro mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P < 0.05$). Se observó que en los suelos cubiertos con biomanto, el diámetro de plantas en T4 (biomanto + 600 mm de agua) fue 29 y 38% mayor que el de las plantas en los tratamientos sin biomanto T1 y T3 respectivamente. Este resultado se alinea con lo observado en las variables anteriores, las plantas en las camas con biomanto tienen parámetros de crecimiento mucho mejores que las plantas en camas sin biomanto, no existió un efecto por la cantidad de agua suministrada. En condiciones sin biomanto el diámetro basal promedio fue de 0.012 m, mientras que utilizando el biomanto el diámetro basal fue de 0.015 m en promedio.

Número y peso de frutos por planta

Para la evaluación del efecto del biomanto en la producción de pimiento se tomaron dos variables: número y peso de frutos por planta. De acuerdo a los análisis estadísticos se registraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos con y sin biomanto, en los parámetros de número y peso de frutos (Figura 3). En las camas que usaron biomanto el número promedio de frutos por planta fue de 8, mientras que en las que no se usó fue de 6, así mismo, el peso promedio de frutos por planta en las camas que usaron biomanto fue de 777,37 g, mientras que en las que no se usó fue de 411,69 g. En líneas generales, se puede inferir que los tratamientos con biomanto duplican el número y peso de frutos con respecto a los tratamientos sin biomanto. Más aún, se debe enfatizar que la cantidad de agua aplicada (600 mm o 1200 mm) no afectó la producción de pimientos en las camas con biomanto. Esto demuestra que el biomanto cumple su función de ahorrar agua, lo que reduciría significativamente los costos de producción al utilizar la mitad del agua requerida por el cultivo.

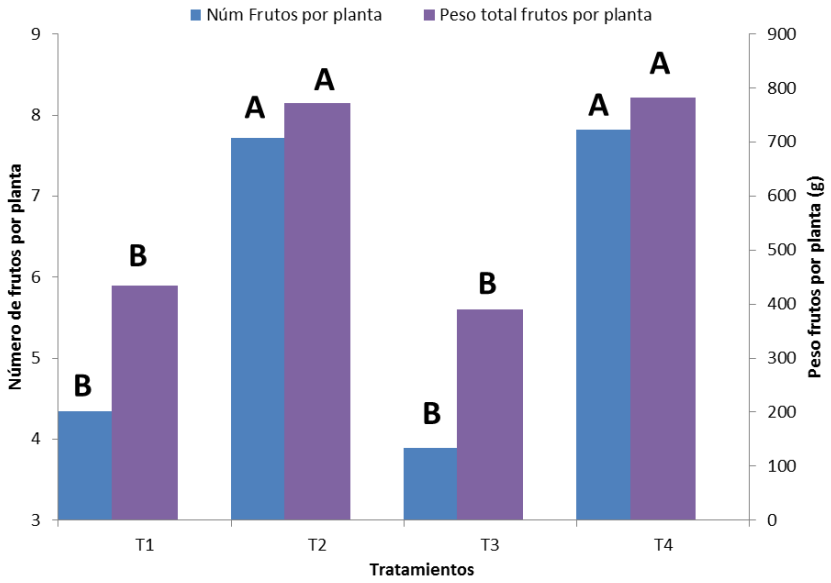


Figura 3. Número y peso promedio de frutos de pimiento en suelos con y sin biomanto. Diferentes letras encima de las columnas indican diferencias significativas (LSD Fisher).

Producción de biomasa fresca y seca

La producción de biomasa, tanto fresca como seca, fue mucho mayor en los tratamientos con biomanto. Se computaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, nuevamente, el efecto principal se observó en el uso de biomanto, mientras que no existió efecto por los regímenes de riego. En promedio, la producción de biomasa fresca (total) en los T2 y T4 fue 84 % mayor que en los T1 y T3. Una mayor diferencia se observó en la biomasa seca (peso seco). El peso seco de los tratamientos con biomanto fue 99 % mayor a la de los tratamientos sin biomanto. Este resultado coincide con lo observado en altura de plantas y diámetro de tallos, lo que respalda la presunción de que el biomanto tuvo un efecto positivo en el crecimiento de plantas de pimiento.

Concentración y contenido de macro y micronutrientes en hojas y la biomasa total

Con referencia a la concentración de macro y micronutrientes en las hojas de pimiento se observó que la concentración de P, Zn y Cu fue mayor en T2 (Cuadro 1). Adicionalmente, la concentración de N fue mayor en el T3. No se encontraron diferencias estadísticas en la concentración de K, Ca, Mg, Fe y Mn, no presentan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Este análisis reveló que el contenido de macro y micro elementos es mayor en los tratamientos con biomanto. El contenido de N fue superior en T4 que en los demás tratamientos.

Cuadro 1. Concentración y contenido de macro y micronutrientes en hojas de pimiento. Diferentes letras indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey-HSD, $\alpha = 0.05$).

	TRATAMIENTOS	T1		T2		T3		T4	
	BIOMASA TOTAL	530		895		410		976	
		Concent.	Contenido	Concent.	Contenido	Concent.	Contenido	Concent.	Contenido
		g/100 g	g	g/100 g	g	g/100 g	g	g/100 g	g
ELEMENTOS	N	3,87 AB	20,5 BC	2,53 C	22,7 B	3,98 A	16,3 C	2,99 BC	29,2 A
	P	0,22 BC	1,14 B	0,29 A	2,60 A	0,18 C	0,72 B	0,25 AB	2,46 A
	K	3,85	20,4 B	3,87	34,6 A	3,63	14,9 C	3,78	36,9 A
	Ca	1,84	9,73 B	2,42	21,6 A	2,14	8,79 B	2,14	20,9 A
	Mg	0,55	2,92 B	0,51	4,57 A	0,63	2,60 B	0,52	5,05 A
		ppm	g	ppm	g	ppm	g	ppm	g
	Zn	78,7 B	0,04 B	118 A	0,11 A	74,5 B	0,03 B	96 AB	0,09 A
	Cu	25,3 BC	0,01 B	37,2 A	0,03 A	22,1 C	0,01 B	31,3 AB	0,03 A
	Fe	276	0,15 B	348	0,31 A	331	0,14 B	274	0,27 A
	Mn	88,1	0,05 B	91,7	0,08 A	92,9	0,04 B	95,7	0,09 A

Número de Malezas y de temperatura del suelo

En las camas con biomanto se pudo observar una reducción significativa ($P < 0.05$) de malezas. El biomanto redujo en un 95 % la presencia de malezas, en comparación con las camas no cubiertas (Figura 4). Estudios previos demuestran que el uso de acolchados reduce el número de malezas (Duppong *et al*., 2004). La reducción considerable de malezas permite a las plantas un mayor crecimiento y producción ya que existe una menor competencia por luz y nutrientes con estas plantas no deseadas (Abouziena *et al*., 2008; Oliveira *et al.*, 2014).

La temperatura en los suelos cubiertos con biomanto en promedio fue de 18 °C, mientras que en los suelos sin cobertura llegó hasta los 23 °C (Figura 5). Además de la reducción de malezas, uno de los beneficios del uso de acolchados es el mantenimiento de temperatura del suelo (Hussein & Radwan, 2004), lo que tendría repercusiones positivas en el desarrollo de raíces y poblaciones microbianas (Poonam *et al*., 2016).

Macro y micronutrientes presentes en el suelo

En el análisis de macro y micro nutrientes, se observó que el contenido de materia orgánica (MO) inicial fue de 1,81% y que entre sus elementos principales constan el Ca y el Mg. De acuerdo a las pruebas estadísticas empleadas (Tukey HSD, $\alpha = 0.05$) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para ninguno de los nutrientes analizados.

La descomposición del biomanto generó un incremento significativo ($P < 0.05$) en el contenido de materia orgánica (M.O.) en las camas con biomanto versus el suelo muestreado al inicio del experimento (Dunnett, $\alpha = 0.05$) (Figura 6A). A par de la M.O., la descomposición del biomanto incrementó significativamente (Dunnett, $\alpha = 0.05$) la concentración de K entre el T4 y las muestras de suelo tomadas al inicio del experimento (Figura 6B).

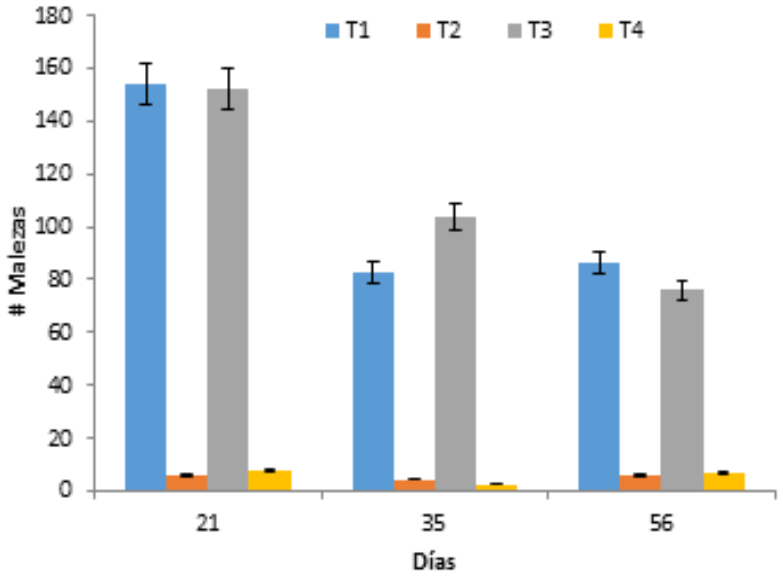


Figura 4. Número de malezas por m^2 en camas con y sin biomanto a los 21, 35 y 56 días de crecimiento de pimiento. Las barras indican el error estándar.

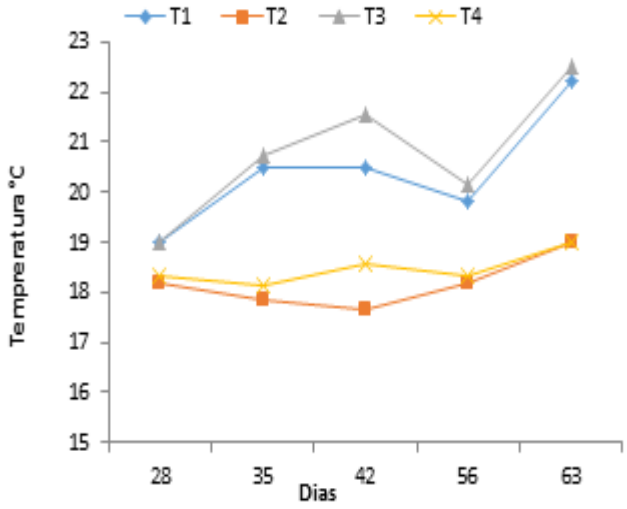


Figura 5. Temperatura del suelo cubierto con y sin biomanto a los 28, 35, 42, 56 y 63 días en cultivo de pimiento.

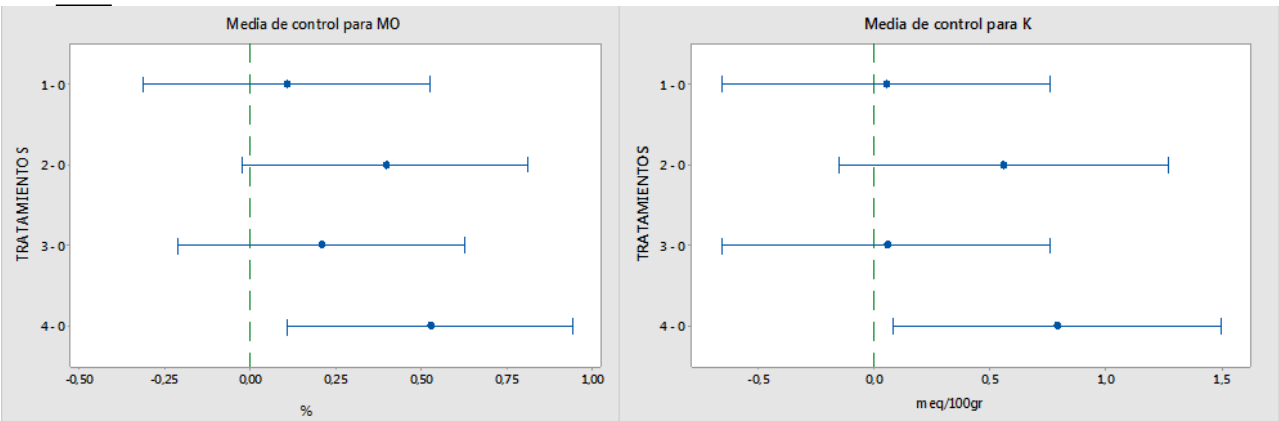


Figura 6. Pruebas de comparación estadística de Dunnett. A. Comparación del contenido de materia orgánica (M.O.) en suelos con y sin biomanto con respecto al suelo inicial (línea punteada de verde). B. Comparación de la concentración de K en suelos sin y con biomanto con respecto al suelo inicial (línea punteada de verde).

CONCLUSIONES

El uso del biomanto demostró que como sistema de acolchado de suelo permite un mejor desarrollo de las plantas reduce significativamente el número de malezas, así mismo, mantiene la humedad en el suelo. En los sistemas de producción agrícola podría significar una disminución en el uso de pesticidas y eventualmente puede contribuir a la materia orgánica del suelo. Mejoró la absorción de nutrientes en plantas de pimiento. En cuanto al número de frutos, la cobertura de suelo con biomanto mejoró la producción del cultivo. Es muy importante enfatizar que no existió un efecto de los regímenes de riego empleados, lo que denota que el biomanto ayuda a optimizar el agua de riego. La cantidad de agua usada en el cultivo de pimiento no afecta la degradación del biomanto. Esto permitiría el uso continuo del biomanto por un año en cultivos de ciclo corto.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Ab. Luis Avilés por su confianza y paciencia, por permitirnos realizar los estudios de su bioproducto y poder evaluar su uso en la agricultura, deseándole el mayor de los éxitos en su comercialización. Así mismo al Centro de Emprendedores, que, dentro del marco interinstitucional, logró valorar la labor del CIBE en todo este tiempo. Al Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE) a través de su director Dr. Raúl Castillo y el Dr. Bolivar Aucatoma jefe de laboratorio de suelos por su ayuda en la parte analítica de suelos y hojas. Al ingeniero Cristian Gómez por su ardua labor y contribución en este proyecto y a la Facultad de Ciencias de la Vida por permitirnos realizar el presente estudio en el GEA.

LITERATURA CITADA

Abouziena H. (2016, 01 24). Weed Control In Clean Agriculture: A Review. *Planta Daninha, 34*, 377-392. doi:10.1590/S0100-83582016340200019.

Abouziena H.et al. (2008). Comparison of Weed Suppression and Mandarin Fruit Yield and Quality Obtained with Organic Mulches, Synthetic Mulches, Cultivation, and Glyphosate. *HortScience*, 795-799.

Duppong L. et al. (2006). The Effect of Natural mulches on crops perfomance, weed suppression and biochemical constituents of Catnip and St. John's Wort. *Crop Sciences*, 861-869. Retrieved 06 03, 2016.

FAO. (2015, octubre 10). *Land & Water - Pepper*. Retrieved 06 20, 2016, from Food and Agricultural Organization: http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/pepper/en/.

Hernández V. (2016). Evaluación y uso de un bioacolchado en un sistema agrícola en época lluviosa. *III Congreso Internacional de Biotecnología y Biodiversidad.* Guayaquil.

Hussein H.& Radwan S. (2004). Associative action between bio-organic farming & safety weed control methods. *Symposium on Scientific Research and Technological Development Outlook in the Arab World.* Cairo. Retrieved octubre 13, 2016.

Kasirajan S. (2012). Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 501-529. doi:10.1007/s

Lament W. (1993). Plastic mulches for the production of vegetable crops. *HortTechnology*, 35-39.

Oliveira J. et al. (2014). Grass straw mulching to suppress emergence and early growth of weeds. *Planta Daninha, 32*(1), 11-17.

Poonam B. et al. (2016). *Effect of mulching on soil environment, microbial flora and growth of potato under field conditions.* Punjab: Department of Microbiology and Department of Soil Science, Punjab Agricultural University.

Steinmetz Z. et al. (2016). Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits. (D. Barcelo, Ed.) *Science of the Total Environment*, 690-705. Retrieved 03 03, 2016.

Zribi W. et al. (2011). Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de suelos agrícolas. *Separata Información Técnica Económica Agraria (ITEA)., 107*, 148-162. Retrieved 01 20, 2016

AGROECOLOGÍA EN LA ASOCIACIÓN PLÁTANO-CAFÉ Y ABEJAS NATIVAS EN HUEYTAMALCO, PUEBLA

Sinecio-López-Méndez[62]
Bernardino-Mata-García[63]

La región serrana del totonacapan se localiza en la faja fronteriza entre los estados de Veracruz y Puebla, donde habitan hablantes nahuas y totonacos, aunque en la mayor parte de los nuevos asentamientos, las lenguas originales se han perdido; este es el caso del municipio de Hueytamalco, situado a 500 metros de altura, con una precipitación de 2500 mm y una temperatura promedio de 26° C. A 25 kilómetros de la carretera que desciende de Tezuitlán, hacia Tlapacoyan, Veracruz, se localizan comunidades distribuidas sobre colinas y montañas rodeadas de una agricultura transicional diversificada con cedro rojo, mamey, aguacate, cítricos y sobre todo la asociación plátano dominico como sombra del café.

Desde el 2011, la Universidad Autónoma Chapingo, ha acompañado procesos de educación que a solicitud de los productores, se ha enfocado a buscar alternativas al manejo convencional. En esta perspectiva, se generó un movimiento de vinculación regional y nacional a partir de las experiencias acumuladas en las organizaciones participantes en el proyecto de Escuelas Campesinas. La nueva visión resultante, facilitó la adopción de prácticas agroecológicas en sustitución a los fungicidas y fertilizantes de alto costo, para el control de sigatoka en plátano, roya del café y reposición de nutrimentos en el suelo. El cuadro de materiales sustitutivos se fue definiendo a partir de extractos vegetales, biol producido en 8 bodigestores domésticos, lombricompostas y microorganismos aplicados al suelo y al follaje. Complementariamente al mejoramiento agrícola, el beneficio alcanzó a nivelar la economía doméstica con el biogás, que sustituyó el consumo del gas comercial y leña en la cocina.

La conciencia solidaria en relación con el abordamiento de un problema ambiental, fue de mayor relevancia al ensayar innovaciones eficientes en la conservación de las abejas nativas sin agujón, cuya presencia ha tenido un valor incalculable en la polinización. La importancia de los productos derivados de estos insectos, se remonta a la época prehispánica y a los periodos de menor dependencia de los fármacos, cuando la miel era utilizada como medicamento para aliviar infecciones respiratorias en los niños y recuperación de las mujeres después del parto. Estos retos y desafíos en la salud humana y ambiental, han dado lugar a la formación de dos cooperativas: 1. Productores agroecológicos de la sierra nororiental poblana (13 socios) y 2. Productores meliponicultores de Hueytamalco, “Kiwuik T´axkat” (40 socios). Dichas organizaciones han asumido el compromiso en la preservación de las abejas meliponas, producir miel de monte saludable, café y plátanos sin venenos; por lo tanto, se aprestan a buscar mercados preferentes para sus productos orgánicos.

[62] Profesor-Investigador del Departamento de Sociología Rural. Universidad Autónoma Chapingo. sinensisver@hotmail.com

[63] Profesor-Investigador del Departamento de Sociología Rural. Universidad Autónoma Chapingo. bmatag@hotmail.com

LA MILPA, CONOCIMIENTO TRADICIONAL Y LOBRI-COMPOSTA: MODELO DE SOBERANÍA ALIMENTARIA Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Jasso Arriaga Xochitl[64]
Flores Jiménez Luis Alfredo[65]

RESUMEN

Objetivo. Identificar los fundamentos teórico-prácticos del conocimiento tradicional para recuperar la milpa y materia orgánica del suelo por medio de la lobri-composta y está como referente para diseñar un modelo de soberanía alimentaria y conservación de la biodiversidad en Texcaltitlán, Estado de México. **Método**. Se realizó un listado de cultivos por su ciclo agrícola en Texcaltitlan. A partir de una entrevista semiestructurada aplicado a productores locales. Se tomó dos transecto de la milpa tradicional (13 metros de largo y 2.40 metros de ancho). En los transectos hay haba de San Isidro (*Vicia* sp.) y seis árboles de aguacate (*Persea americana*). El transecto uno no se le aplicó lobricomposta. El trasecto dos se le realizó dos tratamientos de lombri-composta, el primero fue en la etapa de prefloración y la segunda en la etapa de llenado de grano. El aguacate prueba uno en la etapa de cuajado se le aplicó 17 kilos de lombri-composta y en la etapa de crecimiento del fruto se le apicó 4 kilos lombri-composta. El aguacate prueba dos, en la etapa de cuajado se le aplicó 40 kilos de heces de porcino, bovino y ovino. **Resultados**. Se registró un listado de 23 productos comestibles, producto de la práctica de la milpa. El transecto uno y dos hubo diferencias, en el dos las habas alcanzaron 92 % de altura más que el uno. En cuanto a la raíz del haba fue de 85% más en comparación con el uno, pero la cantidad de fruto fue mayor del transecto uno. Por lo que la lombricomposta beneficia más al desarrollo de la arquitectura foliar, cuando es aplicada en la etapa de prefloración y llenado de fruto. Los resultados del aguacate fueron similares, beneficiando la abundancia de hojas y su color. La lama aplicada al aguacate dos beneficio en la cantidad de número de frutos. **Conclusión.** La milpa conserva las cercas vivas, en donde se localizan árboles, arbustos y herbáceas útiles. Desde sus orígenes ha aportado alimentos, ha conservado la biota, es un modo de vida, en ella se reproduce el conocimiento tradicional y es un referente para el diseño de modelos.

PALABRAS CLAVE: milpa, lobricomposta, conocimiento tradicional, habas, aguacate.

ANTECEDENTES

México tiene raíces ancentreles diversificadas desde la cultura alimentaria, la cual se manifiesta en cultivar y conservar especies comestibles en un mismo espacio geográfico (Onofre y Felicia, 2011). La producción masiva de monocultivos internacionales esta invadiendo los mercados locales, resultado de la consolidación de la globalización económica. Productores locales deben mantener la producción de sus propios alimentos. Sin embargo, la milpa esta en transición de desaparecer, porque cada día se incrementa el monocultivo del trigo, arroz y maíz. En cambio la milpa ofrece un policutilvo de sustento alimentario familiar, conformado por maíz, frijol, habas, calabazas, quelites, chicharo, frutos, entre otros, además en su cerca viva se localizan nopales, magueyes, árboles, arbustos y herbáceas útiles (Bartra, 2008).

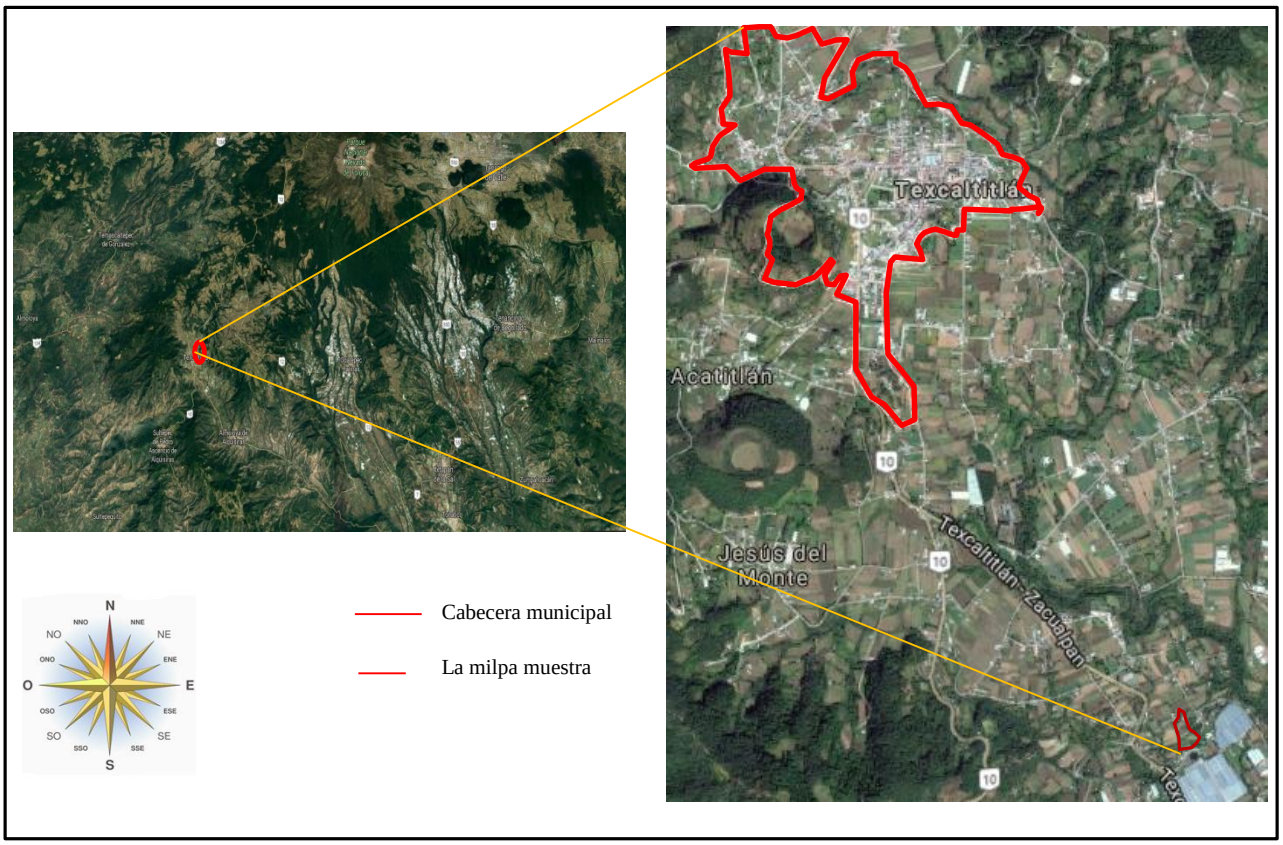
Es importante recuperar los métodos tradicionales de la milpa, ya que es producto de la sabiduria ancestral, porque posee técnicas específicas, así como el conocimiento del entorno natural

[64] Dra. En Ciencias Agropecurias y Recursos Naturales. Centro Universitario UAEM Temascaltepec, xjasso4@yahoo.com.mx
[65] Pasante en Ign. Agronomo Zooctenista. Centro Universitario UAEM Temascaltepec.

(Toledo, 1990). El ciclo de lluvias tiene un fuerte vínculo con el inicio del cultivo, además saben que semillas se asocian en ecosistemas específicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en Texcaltitlán, Estado de México (figura 1). Su altitud va de 2410 msnm a 2650 msnm. Los climas que predominan es el frio, templado y cálido. La temperatura mínima es de -2 ºC, la media es 19ºC y la máxima es 32ºC.
Figura 1. Área de estudio



Fuente: Google Maps, 2017

Se realizó un listado de cultivos por su ciclo agrícola en Texcaltitlan. A partir de una entrevista semiestructurada aplicado a nueve familias campesinas.

La milpa en donde se trabajo tiene la dimensión de 7000 metros cuadrados, en ella se cultiva el aguacate, maíz, habas, chicharo, chiles, manzanos, chabacanos, frijol, calabaza, col, coliflor y brócoli. Su cerca viva está compuesta por árboles como el capulín, durazno, zapote blanco, aguacate criollo, magueyes, nopales, arbustos silvestres, ocote (Pinus sp.) y plantas medicinales.

Se tomó dos transecto de la milpa, cuyas dimensiones son de 13 metros de largo y 2.40 metros de ancho. En ella está sembrada haba de San Isidro (Vicia sp.) y seis árboles de aguacate. Por su estado de floración fueron los candidatos idóneos para la aplicación de la lombricomposta a partir de noviembre de 2015 a enero 2016. Se aplicaron dos tratamientos de lombri-composta, para las habas fue en la etapa de la prefloración y la segunda en la etapa de llenado de grano.

Distribución del Aguacate (*Persea americana*): primer fila de los aguacates, esta conformado por cinco aguacates distribuidos entre las distancias de 5.50 mts, 5.60 mts, 6mts, 7 mts. La segunda fila esta consformada por cuatro árboles distribuidos entre las distancias 7mts, 11.80 mts, 5,40 mts. Tercera fila tiene cinco árboles de aguacate con distancias de 5.70mts, 5.70 mts, 5.60mts, 12.50mts. De la primera fila se eligio el árbol de aguacate número tres y se le palicó la lombricomposta en la etapa de cuajado (17 kilos) y la segunda en la etapa de crecimiento de fruto (4 kilos). De la tecera fila se tomó el árbol de aguacate número uno se le aplicó 40 kilos de heces de porcino, bovino y ovino. Posteriormente se monitorio el crecimiento de los frutos (vaya). La lombicomposta fue adquirida del Centro universiatrio UAEM Temascaltpec a cargo de la Dra. Francisca Avilés. La producción del humus fue a partir de eses de borrego y caballo.

RESULTADOS

El sur del Estado de México se caracteriza por poseer una diversidad de ecosistemas y actividades productivas primarias, pero en las últimas décadas del siglo pasado se ha incrementado el cultivo por invernadero de capital externo (figura 2) y la deforestación de bosques principalmente de coníferas y latifolias. Las áreas blancas son los invernaderos que forman un mar de plástico vía satélite.



Figura 2. La invasión de la agricultura por invernadero

Fuente: Google Maps, 2017

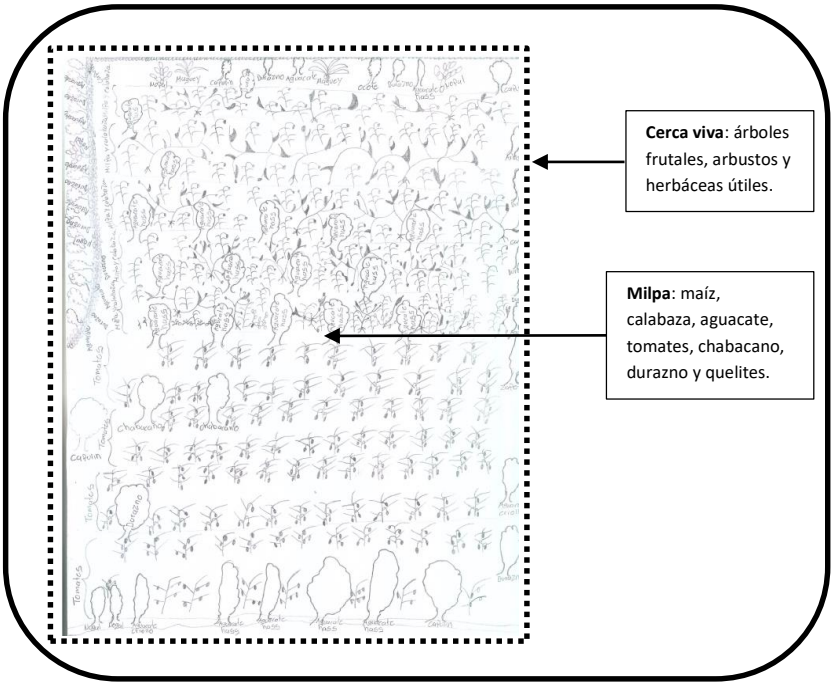
La milpa ha perdido paulatinamente su valor cultural, se ha adoptado una agricultura sin cultura local. Antes de que desaparezca se ha realizado un listado de cultivos por su estacionalidad desde la práctica tradicional de la milpa y se han registrado los siguientes cultivos:

Tabla 1. Cultivos por mes

No.	Cultivos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1	Chile manzano			S	1	1	1	1	1	C						
2	Maíz criollo				S	1	1	1	1	1	1	C				
3	Frijol de vara			S	1	1	C									
4	Habas							S	1	1	1	C				
5	Coles										S	1	1	1	C	
6	Chícharo									S	1	1	C			
7	Chile serrano			S	1	1	1	C								
8	Cilantro	S	1	C												
9	Rábanos		S	1	C											
10	Capulín		S	1	1	C										
11	Nopal		EF	1	C											
12	Calabazas				S	1	1	C								
13	Aguacate criollo											EF	1	1	1	C
14	Jitomate		S	1	1	1	C									
15	Tomate		S	1	1	C										
16	Durazno		S	1	1	1	C									
17	Lechugas			S	1	1	C									
18	Nueces		S	1	1	1	1	C								
19	Brocoli	S	1	1	C											
20	Chayote								S	1	1	C				
21	Quelites			S	C											
22	Aguacate has		EF	1	1	1	1	1	1	1	C					
23	Aguacate fuerte											EF	1	1	1	C

Nota: S=siembra, C=cosecha, EF: en floración, 1: Proceso de crecimiento.
La diversidad de alimentos cultivados en Texcaltitlán proporciona información para analizar la riqueza alimentaria que proporciona la milpa. No es necesario crear nuevos modelos de cultivos, sino retomar los ancestrales y complementarlos con modelos y técnicas que sean semejantes y compatibles, por ejemplo, la lobri-composta. Se solicitó a uno de los informantes clave que dibujará como es estructura de la milpa:

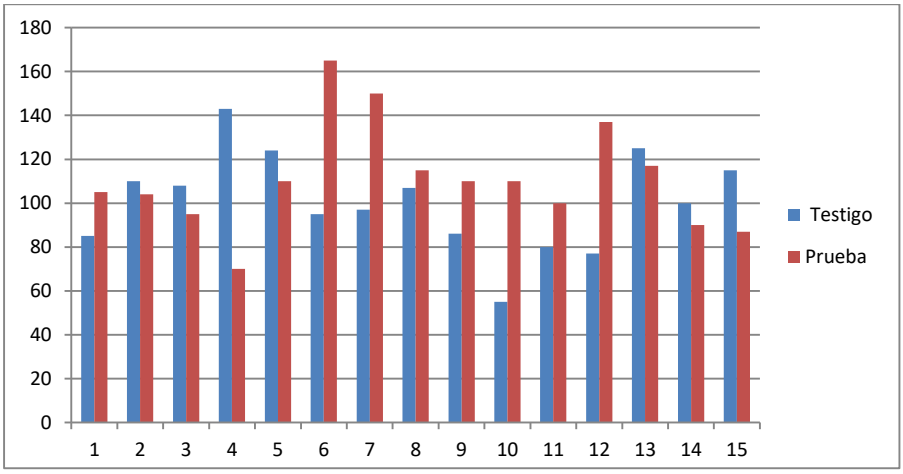
Figura 3. Un esquema de milpa



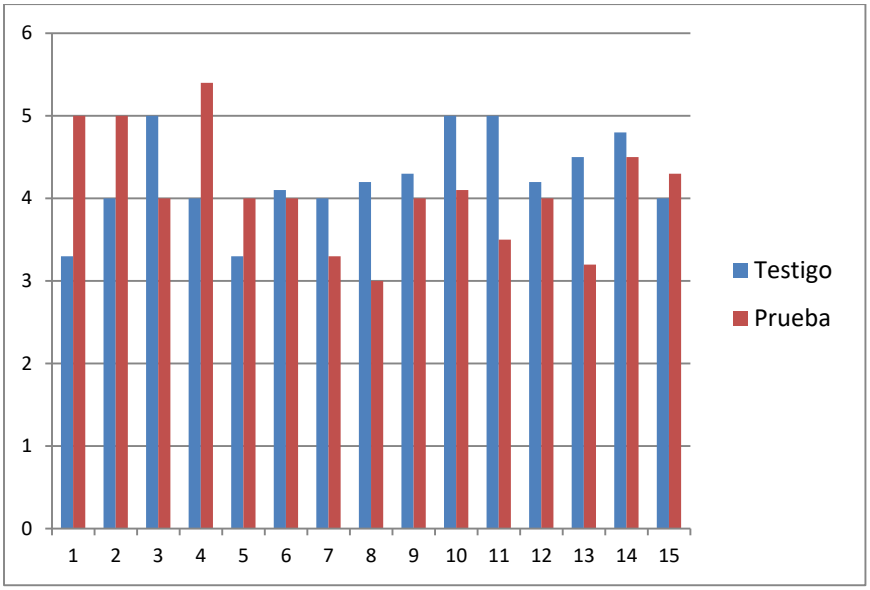
Fuente: Miguel F. Martínez

Con la aplicación de la lombricomposta en las habas se encontró la diferencia de altura, grosor del tallo y mayor cantidad de hojas en cada una de las plantas. Hallazgos que son similares a los resultados que encontró Khushboo et al. (2015).
La diferencia entre los resultados del transecto testigo y el de prueba hubo diferencias significativas. El promedio de altura de diferencia fue de 11cm, ganando el transecto prueba (gráfica 1).

Gráfica 1. Alturas de las habas

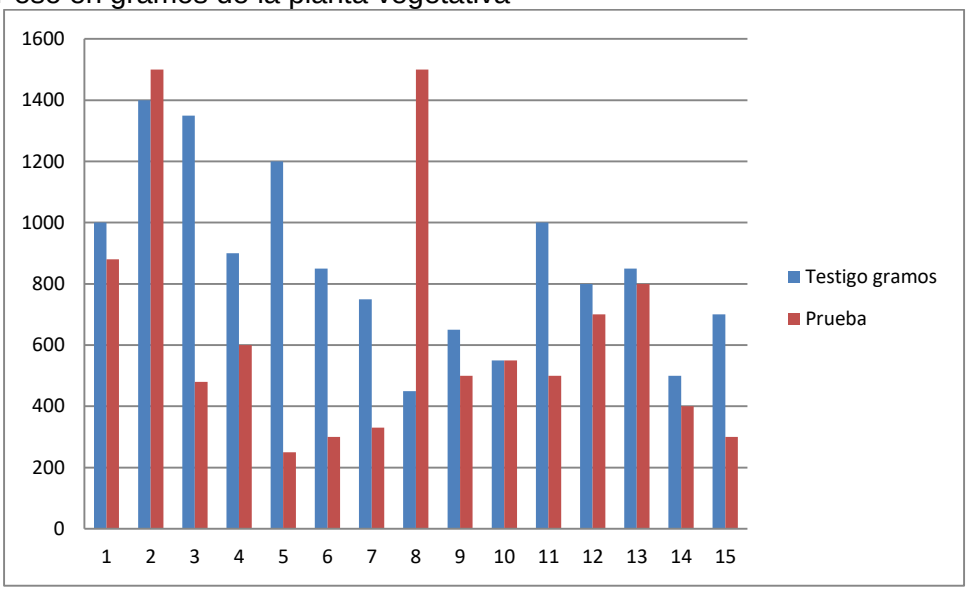


La diferencia del grosor de tallo (gráfica 2) fue relativamente significativa para el transecto testigo.
Gráfica 2. Grosor del tallo/haba



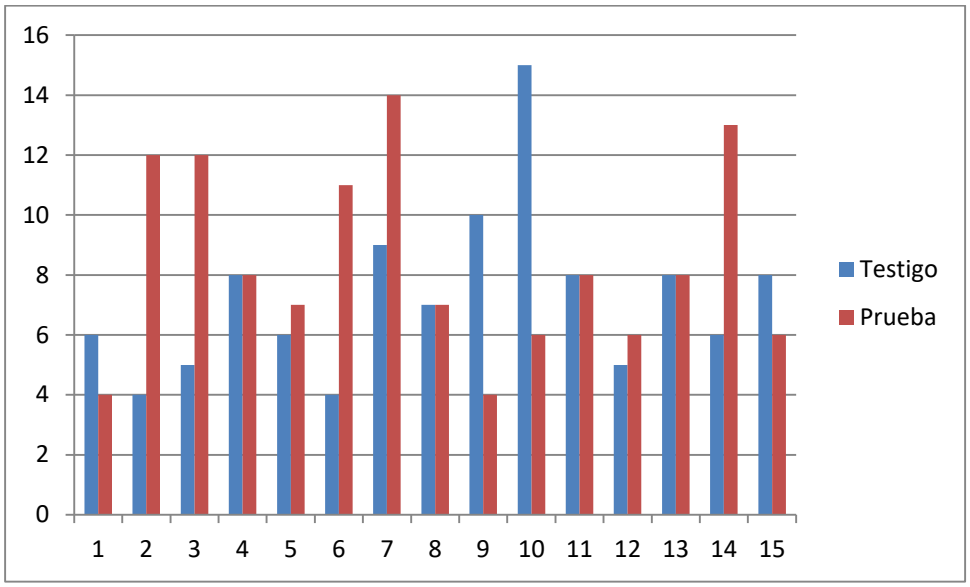
La diferencia de peso en gramos de la planta vegetativa (gráfica 3) fue significativa para el transecto testigo.

Gráfica 3. Peso en gramos de la planta vegetativa



La raíz del haba del transecto prueba fue mayor (gráfica 4).

Gráfica 4. Raíz de la planta de haba



La lobri-composta favoreció más a la altura de la arquitectura foliar y raíz. En cuanto al fruto, ganó el transecto testigo con 19 kilos y el de prueba fue de 15 kilos. En cambio fue totalmente diferente para los árboles de aguacate:

Árbol	Tratamiento/Árbol	Aguacate/Kilos
1	Con lombricomposta	22.5
1	Sin lombricomposta	8
1	Con lama	15

DISCUSIÓN

Los pueblos ancestrales desarrollaron estrategias alimentarias para todo el año a través de la práctica de la milpa, la cual es una expresión dinámica, dando lugar el colorido, vida y armonía alimentaria, porque en Texcaltitlán la milpa aporta 23 especies comestibles, las cuales enriquecen la dieta de las familias campesinas, al mismo tiempo, se distinguen por preservar la autonomía alimentaria. La organización familiar es fundamental en el desarrollo de actividades de siembra, cuidados de crecimiento-nutrición y cosecha de cultivos, además es clave para fomentar soberanía alimentaria.

La soberanía alimentaria debe estar fuertemente correlacionada con la práctica de la milpa y la aplicación de la lobricomposta. La *disponibilidad* de los alimentos está en función de la práctica de la milpa ancestral por parte de las familias campesinas de Texcaltitlán, ya que está programada de acuerdo a las estaciones del año. La *accesibilidad* a los alimentos dependerá del capital ideológico local para mantener en práctica el conocimiento sobre la forma de cómo se debe incrementar los rendimientos de los cultivos, por ejemplo recurrir a prácticas orgánicas, como es la lombricomposta o el humus de la lombriz. Además, el tianguis de Texcaltitlán realizado el día martes aún conserva la práctica del trueque entre alimentos, frutos, utensilios del hogar, por lo que sí, las familias campesinas no poseen dinero, pero tienen bienes en especies tienen accesibilidad a los alimentos básicos, esta actividad social permite la solidaridad entre personas que no se creen ajenas de ser solidarias, mientras el capitalismo es individualista y miserable. La utilidad de los alimentos está en función del confort o bienestar alimentario de las familias

campesinas, por lo tanto, los alimentos deben estar libres de químicos que alteren la salud. Es tiempo de retomar las prácticas milenarias de cultivos amigables con el medio ambiente y con el sistema alimentario sano, la lobricomposta es una alternativa para revertir el agotamiento de la fertilidad del suelo agrícola y la proporción de alimentos libres de agentes que dañan a la salud humana. La *estabilidad*, proporciona metódicamente cultivos en forma integral para una producción de alimentos sanos durante todos los días del año. Las familias campesinas prevén sus alimentos durante todo el año, a partir de granos básicos, como es el maíz, frijol y haba. Y las verduras y frutos que se localizan en la milpa están presentes por estaciones.
Desafortunadamente, la riqueza alimentaria de Texcaltitlán, está siendo desplazada por alimentos globalizados, por lo que se debe revalorizar la milpa y complementarla con técnicas que gestionen la calidad del suelo. El experimento realizado con lombricomposta en la parcela prueba, ayudo en el crecimiento de la arquitectura foliar y raíz, pero no en el fruto, por lo que se recomienda realizar más pruebas para saber en qué cultivos beneficia el crecimiento de la arquitectura foliar y en que cultivos para incrementar la rentabilidad del fruto.

La lombricomposta es una alternativa para la disposición final de las heces de los animales de traspatio (rumiantes, aves, caballos, puerco, etc.). Dando como resultado abono orgánico para los cultivos. Sin embargo la lombricomposta produce gas metano por lo que se propone que se ubique en una zona sin asentamientos humanos y en donde allá vegetación.

Los resultados que se obtuvieron con la aplicación de humus de lombriz fue mayor la arquitectura foliar del haba, mayor cantidad de hojas por planta y mayor grosor de los tallos, para futuras investigaciones se recomienda seguir realizando estudios sobre nuevos métodos de sustratos orgánicos e inorgánicos inofensivos a la biota del suelo en combinación con el humus de lombriz para tener mayor cantidad de fruto y mayor calidad en cultivos de leguminosas, por ejemplo el haba, chícharo, frijol y gramíneas como el maíz (*Zea mays*) estas últimas podemos obtener doble beneficio, por una parte forraje para engorda de ganado o la obtención de biodiesel y granos para la dieta del ser humano, como el estudio realizado por Nidhi *et al*. (2016).

Krishnamoorthy y Vajrabhiah (1986) reportan que la lombri-composta contiene hormonas de crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas) que contribuyen al crecimiento del tallo, incrementar el número de flores y crecimiento del fruto. Siempre y cuando se aplique la lombri-composta en la fase de crecimiento juvenil a la fase adulta, por lo tanto, se recomienda que la lombri-composta se aplique, en el caso de la avena, en la etapa de crecimiento juvenil, en una altura de 15 centímetros. Para el caso del sorgo y soya sería en la fase juvenil, prefloración y llenado de grano. Dichos cultivos son la base de la dieta de rumiantes y del ser humano. Se recomienda realizar un estudio de la calidad del suelo antes y después de aplicar la lombri-composta para evaluar la nutrición o mejoramiento del suelo. Así como evitar aplicar químicos en cultivos porque estos no fomentan la bioregulación entre el suelo y la planta.

CONCLUSIONES

Para lograr una sustentabilidad alimentaria es necesario recuperar el conocimiento tradicional y nutrir el suelo por medio del humus de la lombriz, ya que no solo permite el crecimiento foliar de la planta, sino que además permite enriquecer el suelo, mejorar la calidad de los frutos con macronutrientes y con esto se está alcanzado e bienestar alimentario de tal forma que hay garantía que las 23 especies comestibles son nutritivas e inocuas. En cuanto la *disponibilidad* de alimentos se puede obtener por temporadas (tabla 1). *Accesibilidad* es por medio de recuperar la milpa, por lo menos en las comunidades rurales. Utilidad es manejar la milpa en su totalidad en complemento con los animales de traspatio, elaboración de abono orgánico, conservación de

cercas vivas, porque funcionan como cortinas verdes, generando microclima, además se encuentran algunos arbustos y árboles que sus frutos son comestibles y medicinales. *Estabilidad*, la milpa proporciona alimentos durante todo el año.

La investigación realizada en Texcaltitlan con la lombricomposta en el cultivo del haba se encontró que ciertamente solo se obtuvo mayor altura y menor cantidad de frutos de las habas en comparación con los testigos se propone seguir haciendo más experimentos con lombricomposta para determinar en que realmente nos beneficia y en que cultivo es ideal. Si existiera una estrategia alimentaria nacional en donde se complemente técnicas, modelos y la milpa ancestral habría bienestar familiar.

REFERENCIAS

Bartra, Armando. 2008. Hacer milpa. Ciencias, (92/93) p. 42-45

Khushboo, Khan, Umesh Pankaj, Sanjeet K. Verma, Anand K. Gupta, Raksh Pal Singh, Rajesh Kumar Verma. (2015) Bio-inoculants and vermicompost influence on yield, quality of Andrographis paniculata, and soil properties. Industrial Crops and Products (70) 404-409

Krishnamoorthy, R.V., Vajranabhiah, S.N., 1986. Biological activity of earthworm casts: An assessment of plant growth promotor levels in casts. Proceedings of the Indian Academy of Sciences (Animal Science) 95, 341-351.

Nidhi Bhartia, Deepti Barnawala, Kundan Wasnika, Shri Krishna Tewarib, Alok Kalraa, Co-inoculation of Dietzia natronolimnaea and Glomus intraradices with vermicompost positively influences Ocimum basilicum growth and resident microbial community structure in salt affected low fertility soils Applied Soil Ecology 100 (2016) 211-225

Onofre, Nodari R. y Felicia Tomás D. 2011. Agrobiodiversidad y desarrollo sostenible: la conservación *in situ* puede asegurar la seguridad alimentaria. Biocenosis, Vol. 24 (1-2): 21-29

Toledo, Víctor M. 1990. La perspectiva etnoecológica. Cinco reflexiones acerca de las “ciencias campesinas” sobre la naturaleza con especial referencia a México. Ciencias (4) 22-29

MÍNIMA LABRANZA Y MANEJO DE RASTROJO PARA LA PRODUCCIÓN DE *AVENA SATIVA* EN HIDALGO, MÉXICO

*Brenda Ponce-Lira[1]
Yamil Oropeza-Arteaga[1]
Susana Graciela Sánchez-Herrera[1]
Nellybeth Rodríguez-Martínez[1]
Carmen Medina-Mendoza[1]

RESUMEN

Se evaluó el rendimiento de biomasa de avena, variedad Turquesa, bajo diferentes sistemas de labranza; mediante la presencia o ausencia de camas de siembra y materia orgánica, en condiciones de riego, en el Valle del Mezquital Hidalgo. La cosecha se efectuó en el estado de madurez fisiológica del grano. Los tratamientos se distribuyeron completamente al azar. De acuerdo a los resultados obtenidos, se reporta un rendimiento máximo de 14.280 ton·ha^{-1} para el tratamiento de siembra en plano al que se le incorporo el 100% de rastrojo del ciclo anterior, con ello, se sugiere la promoción y transferencia de tecnología a los productores de la región; para conservar el suelo, mejorarlo y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales, además, de contribuir en su economía y asegurar mayores rendimientos de biomasa; destacando la importancia de impulsar a los agricultores a la modernización sustentable de la agricultura tradicional.

PALABRAS CLAVE: materia orgánica, agricultura de conservación, agricultura tradicional

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, a producción mundial de avena ocupa el sexto lugar, siendo el cereal de invierno de mayor importancia en los climas fríos del hemisferio norte. La avena es un cereal muy valorado por sus propiedades alimentarias debido a que aporta energía y fibra (Wehrhahne, 2015). Pese a la producción de grano, también se utiliza como forraje para la alimentación de animales en pastoreo y en ensilaje. Esta gramínea se caracteriza por producir forraje de buena calidad cuando otros cultivos forrajeros de menor calidad son escasos. En México, la siembra de avena para forraje se realiza en alrededor de 899 mil ha con un rendimiento de 12.9 ton/ha de forraje (Jurado Guerra Pedro, Lara Macías Carlos Rene, & Santos, 2015).

En la actualidad el método más común utilizado para el cultivo de avena es el convencional, donde el suelo es labrado con barbecho y arado con la finalidad de obtener una buena germinación y crecimiento de la planta, sin embargo, en los últimos años, se han empezado a introducir otros sistemas de labranza, tal es el caso del estado de Chihuahua, donde el cultivo de avena se establece en plano (sin surcos) ya sea al voleo o con sembradoras de cereales; donde además; la rotación de los cultivos ha sido una prioridad (Forestales & de la Cruz, 2002). Por otra parte, el sistema de agricultura de conservación (AC) se encuentra estrechamente relacionado

[1] Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Departamento de Ingeniería en Agrotecnología. Autor para correspondencia: **bponce@upfim.edu.mx**

con los nuevos, términos y beneficios que oferta actualmente este sistema de labranza; el concepto de AC fue introducido formalmente por FAO (Fao, 2002, 2015) para lograr el aprovechamiento eficiente y sostenible de los recursos agrícolas en la producción de cultivos. Se basa en el manejo integrado del suelo, el agua y la biota, combinado con recursos externos. La operación del concepto consta de tres elementos necesarios: a) la mínima o nula roturación; b) el mantenimiento permanente de cobertura orgánica del suelo a base de residuos de cosecha o mediante cultivos; y c) rotaciones diversificadas de cultivos (Salazar-Sosa et al., 2003; Turrent Fernández, Espinosa Calderón, Cortés Flores, & Mejía Andrade, 2014). Aunado a lo anterior el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el rendimiento de biomasa del cultivo de avena, variedad Turquesa, bajo diferentes sistemas de labranza; mediante la presencia o ausencia de camas de siembra y materia orgánica, en condiciones de riego, en la zona del Valle del Mezquital Hidalgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se efectuó en el municipio de Francisco I. Madero, Hidalgo. El lugar experimental se ubica entre las coordenadas geográficas de 20°13´20.45" norte, longitud 99°28.82´ a una altitud de 2300 msnm; dentro de las instalaciones de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.

La siembra de avena se efectuó el 7 de diciembre del 2015, considerando una densidad de siembra de 90 mil semillas/Ha aproximadamente; efectuando la siembra a doble hilera. La variedad utilizada fue de avena Turquesa.

Para determinar el rendimiento de materia seca en ton·ha^{-1}, se tomaron tres cuadrantes al azar de 1.5m de ancho por 3m de largo en cada uno en cada uno de los tratamientos y sus respectivas replicas; por la alta cantidad de biomasa recolectada se optó por pesar cada cuadrante por separado para obtener el peso total muestreado por tratamiento y replica respectivamente; posteriormente se mezclaron los cuadrantes y se tomó una sub-muestra para fraccionarla y de ella tomar un 1000 g para colocarla en una estufa a 75°C por 72 h. Se registra el peso final para efectuar los cálculos correspondientes en base a las siguientes ecuaciones:

$$Porcentaje\ de\ humedad = \frac{P.Humedo\ de\ submuestra - Peso\ seco\ de\ submuestra}{Peso\ humedo\ de\ submuestra} \quad \text{Ec. (1)}$$

$$Cantidad\ de\ humedad\ (g) = Peso\ humedo\ total * Porcentaje\ de\ humedad \quad \text{Ec. (2)}$$

$$Rendimeinto\ seco\ de\ biomasa\ \ kg/ha = \frac{Peso\ humedo\ total - Cantidad\ de\ humedad}{Área} \quad \text{Ec. (3)}$$

En el siguiente cuadro se reportan las prácticas de labranza y manejo de residuo en cada uno de los tratamientos.

Cuadro 1. Tratamientos para avena en base a la práctica de labranza y manejo de residuo.

#TRT	Práctica de labranza	Manejo de Residuo
1	Labranza convencional: 2 hileras por cama con 27cm entre sí)	Removió todo/maíz
2	Siembra en camas permanentes angostas (2 hileras por cama con 27cm entre sí)	Dejó 100% de rastrojo de maíz
3	Cero labranza en plano:	Dejó 100% de rastrojo de maíz superficial
4	Labranza convencional en plano	Dejar 100% de rastrojo de maíz incorporado

Los datos colectados en cada tratamiento fueron: altura de la planta, número de tallo por semilla (macollamiento) y rendimiento de materia seca El software estadístico utilizado para efectuar el ANOVA (Turkey $\rho=0.05$) fue R project x64

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La labranza convencional consiste en utilizar principalmente el uso de subsuelo, barceo, rastra, entre otros implementos agrícolas; cabe mencionar que para este tratamiento se retiró el rastrojo del cultivo anterior (maíz). Aunque los productores realizan las labores del suelo con la finalidad de fracturar las capas endurecidas o impermeables como se observa en la Figura 1, las excesivas láminas de riego de la zona terminan por compactar aún más los primeros centímetros del suelo (Sánchez-Hernández et al., 2014; Sanhueza, Quilamapu, Jiménez, & Rayentué).



Figura 1. Sistema de labranza convencional (Tratamiento No. 1).

De acuerdo a los resultados obtenidos las alturas del cultivo de avena se vieron favorecidas por la labranza convencional y la labranza convencional en plano; la Figura 2 demuestra que los tratamientos 2 y 3 no reportaron diferencia significativa (Turkey, $p \geq 0.05$), al igual que los tratamientos 1 y 4, siendo estos dos últimos tratamientos los que registraron mayor altura.

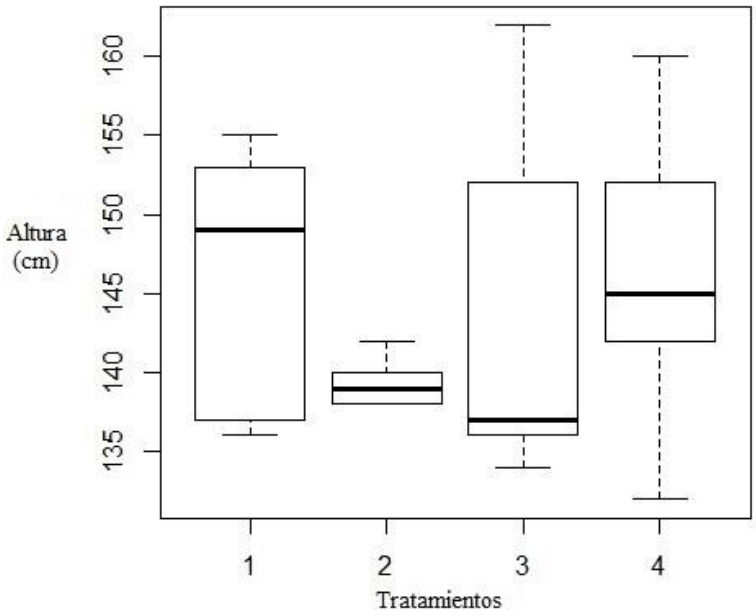


Figura 2. Altura final de la avena *vs* tratamientos.

Es importante destacar que no siempre la altura del cultivo de avena se encuentra relacionada con el rendimiento final, el cual se discutirá más adelante; sin embargo el hecho de remover los primeros horizontes del suelo permitió un mejor crecimiento reflejado en la altura de *avena sativa*.

A pesar de que se dejó el 100 % de rastrojo para los tratamientos 2 y 3, la altura final para dichos lotes fue baja (Ver Fig. 2), sin embargo, mantener siempre el suelo cubierto con rastrojo (uno de los principios de Agricultura de Conservación) reduce los efectos negativos de la compactación, incrementa la micro fauna y existe mayor control de malezas, permitiendo un excelente desarrollo fisiológico de la planta (Muzangwa, Chiduza, & Muchaonyerwa, 2015; Ward, Bell, Parkhurst, Droppelmann, & Mapemba, 2015).

Solo se removió la línea de siembra para el tratamiento 3, dicho tratamiento o sistema se basan en que la vida en el suelo construye y mantiene una estructura de poros abiertos en el suelo. En el sistema de agricultura de conservación esta labranza biológica reemplaza la labranza mecánica. La vida en el suelo está compuesta por macro y microfauna y flora: lombrices, insectos, bacterias, hongos y raíces de plantas. Estos deben ser alimentados y protegidos. La cobertura del suelo protege las condiciones ambientales de la vida de la fauna y la flora y el sustrato para alimentarlas (Verhulst, Francois, & Govaerts, 2015).

De manera general la cubierta e incorporación de materia orgánica efectuados para el tratamiento 3 y 4 respectivamente; favoreció a las parcelas de avena en el macollamiento. La Figura 3, demuestra una diferencia significativa (Turkey, $p \leq 0.05$), entre los tratamientos, la gráfica demuestra que el tratamiento de cero labranza en plano reporta tener 23 tallos por semilla, seguido del tratamiento 4 con una media de 21 tallos; minimizando así a los tratamientos 1 y 2 con 18 y 19 tallos respectivamente.

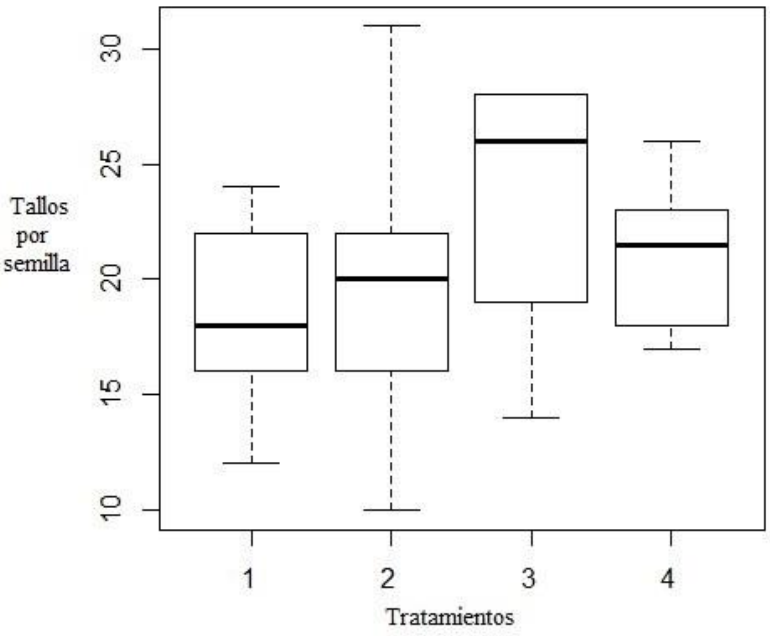


Figura 3. Macollamiento de la avena *vs* tratamientos.

En relación a lo discutido es el tratamiento 4, el que reportó mayor altura, y el segundo con el valor más alto en macollamiento; en el Cuadro 1 se resume de manera general los datos colectados en el presente trabajo de investigación.

Cuadro 1. Variables evaluadas en la producción de avena sativa mediante mínima labranza y manejo de rastrojo

Tratamiento	Altura de planta (cm)	Macollamiento	Red. Biomasa (ton·ha^{-1})
1	146.0 (8.11)^{a}	18.33 (4.27)^{a}	13.36 (0.28)^{b}
2	138.5 (2.66)^{b}	19.83 (6.94)^{a}	15.86 (3.63)^{a}
3	137.5 (19.73)^{b}	23.5 (5.85)^{c}	11.271 (1.14)^{c}
4	146.5 (9.63) ^{a}	21.16 (3.31)^{b}	15.920 (0.99)^{a}

Las medias que no comparten una letra entre filas son significativamente diferentes, (Tukey, $p \leq 0.05$).

El sistema de labranza utilizado para el tratamiento 2, en donde las camas permanentes efectuadas (Ver Fig. 4a) permiten la mejor conducción y disponibilidad del agua, apoyando a tener menor estrés de agua para la avena y en un incremento de la disponibilidad de nutrientes para las plantas por la presencia de rastrojo. La materia orgánica en las parcelas resulta ser una fuente de alimento, hábitat y energía para las diversas formas de vida del suelo (Cerrato and Alarcón, 2015, Ferreras *et al*., 2015).



Figura 4. a) Siembra en camas permanentes angostas y b) Labranza convencional en plano.

La labranza convencional en plano (tratamiento 4), al que se le incorporó el 100 % de rastrojo del ciclo anterior, se observó que la materia orgánica permitiendo la formación de canales para el aire y el agua, además el impacto de las gotas de lluvias sobre la superficie del suelo da como resultado una reducción del encostramiento y el sellado de la superficie.

En lo que respecta al rendimiento de biomasa para cada uno de los tratamientos evaluados, los tratamientos 2 y 4 fueron los que reportaron mayor rendimiento de biomasa (Ver Figura 5), cabe mencionar que en ambos tratamientos se dejó el 100% de rastrojo en la parcela, se cree que este hecho permitió incrementar la descomposición de la materia orgánica por microrganismos y bacterias, las cuales a su vez acelera la disponibilidad de nutrientes en el sistema reflejando alto rendimiento de materia seca al final de la cosecha. Sin embargo, cuando la avena se corta en etapa de madurez fisiológica se puede obtener un forraje de buena calidad, por efecto de dilución de la fibra al aumentar la proporción de grano de la planta (Dumont, Anrique, & Alomar, 2005; Espitia Rangel, Villaseñor Mir, Tovar Gómez, de la O Olán, & Limón Ortega, 2012).

Pese a que la avena tiene raíces más abundantes y profundas que las de otros cereales, el sistema de cero labranza en plano fue el tratamiento con menor rendimiento de materia seca, cabe mencionar que esta misma variedad se evaluó de 2001 al 2008 en los viveros y ensayos nacionales formados por el programa de avena hasta en 132 localidades que se ubicaron en 12 estados de la república que comprendieron Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México, Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas, de los cuales se obtuvo un rendimiento máximo de forraje de 11 ton·ha^{-1} en sistema de temporal (Villaseñor Mir, Espitia Rangel, Huerta Espino, Osorio Alcalá, & López Hernández, 2009).

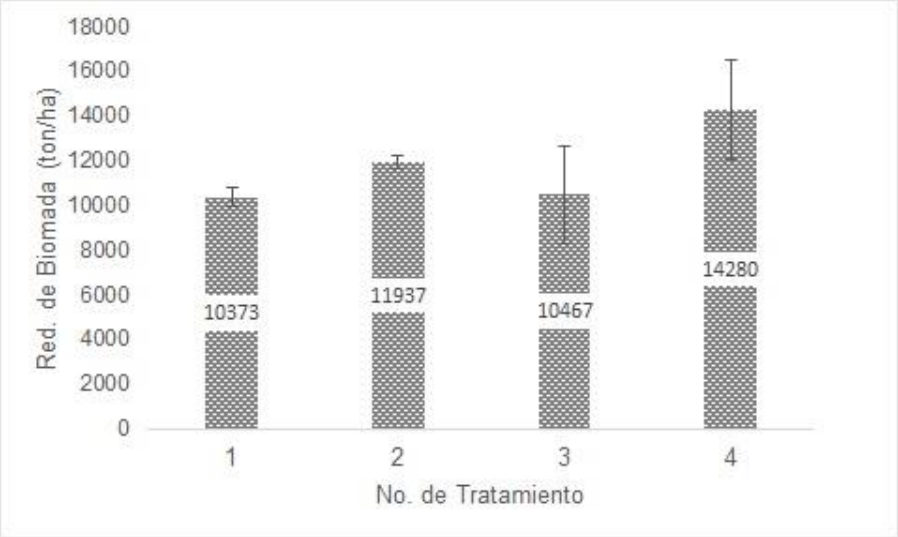


Figura 5. Rendimiento de biomasa (ton·ha^{-1}).

Al implementar los diferentes sistemas de labranza y manejo de residuo es evidente que el productor se enfrente a la limitante al establecer parcelas con el sistema de AC o cero labranza, debido a que la mayoría de los productores cuenta con ganado, donde la dieta en la época seca es a base de rastrojo seco como pastoreo o el uso de pacas en casos de semiestabulado, por lo anterior, se sugiere empacar el 50 % del rastrojo y el resto usarlo como cobertura sobre sus parcelas.
Por esta razón, la Plataforma experimental de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero se ha dado a la tarea de incorporar materia orgánica sobre sus parcelas, realizar rotaciones de cultivos

A lo largo del desarrollo del proyecto se logró evidenciar que la labranza convencional combinada con materia orgánica requiere mayor capacidad de gestión; cabe mencionar que el presente proyecto se encuentra en su año seis; pues los primeros años pueden ser muy difíciles para los agricultores, por lo cual podrían necesitar apoyo moral y/o económico de otros agricultores o de los servicios de extensión, y quizás también apoyo financiero para invertir en nueva maquinaria. Con el fin de ensayar usar el rastrojo del ciclo anterior, lo mínimo que un agricultor necesita es una sembradora para labranza cero, la cual puede no estar disponible localmente; como lo es en la zona del Valle del Mezquital; sin embargo algunos agricultores comienzan a adquirir nueva maquinaria una vez que han conocido el sistema.

CONCLUSIONES

Como resultado de lo anterior, el sistema de labranza convencional, podría no impactar de manera negativa siempre que se acompañe de materia orgánica, la cual, mejora la fertilidad de los suelos contribuyendo en la economía del productor. Con la presencia de la misma, se hace un uso más eficiente de los recursos naturales al conservar y mejorar el suelo. Es importante resaltar que dicha actividad puede disminuir la degradación de los suelos, la tala y quema de rastrojos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) por el suministro de recurso mediante el Convenio TTF-2015-023; y a la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero (UPFIM), por la infraestructura y personal necesario para la ejecución del proyecto.

LITERATURA CITADA

Dumont, J. C., Anrique, R., & Alomar, D. (2005). Efecto de dos sistemas de determinación de materia seca en la composición química y calidad del ensilaje directo de avena en diferentes estados fenológicos. Agricultura Técnica, 65(4), 388-396.

Espitia Rangel, E., Villaseñor Mir, H. E., Tovar Gómez, R., de la O Olán, M., & Limón Ortega, A. (2012). Momento óptimo de corte para rendimiento y calidad de variedades de avena forrajera. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 3(4), 771-783.

Fao. (2002). Agricultura de conservación: estudio de casos en América Latina y África (Vol. 78): Food & Agriculture Org.

FAO. (2015). What is conservation Agriculture? http://www.fao.org/ag/ca/1a.html

FORESTALES, A. Y. P., & DE LA CRUZ, C. E. P. (2002). Labranza de conservación en una rotacion maiz-frijol-avena forrajera de riego en la zona media.

Jurado Guerra Pedro, Lara Macías Carlos Rene, & Santos, S. T. J. (2015). Guía técnica para la producción de avena forrajera en Chihuahua Infoagro.

Muzangwa, L., Chiduza, C., & Muchaonyerwa, P. (2015). Bicultures of Oat (Avena sativa) and Grazing Vetch (Vicia dasycarpa) Regulate Residue Decomposition, Nitrogen and Phosphorus Dynamics, and Weed Suppression in Maize. International Journal of Agriculture and Biology, 17(3), 475-482.

Salazar-Sosa, E., Beltrán-Morales, A., Fortis-Hernández, M., Leos-Rodríguez, J. A., Cueto-Wong, J. A., & Vázquez-Vázquez, C. (2003). Mineralización de nitrógeno en el suelo y producción de avena forrajera con tres sistemas de labranza. Terra: Órgano Científico de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, AC.

Sánchez-Hernández, M. A., Ayala-Garay, A. V., Cervantes-Osornio, R., Garay-Hernández, M., la O-Olán, D., Martínez-Trejo, G., & Velázquez-López, N. (2014). Diagnóstico de la maquinaria agrícola en Amecameca y Texcoco, Estado de México. Agricultura, sociedad y desarrollo, 11(4), 499-516.

Sanhueza, J. R., Quilamapu, I., Jiménez, J. C., & Rayentué, I. LABOREO CONSERVACIONISTA DE SUELOS: ARADO SUBSOLADOR Y ARADO CINCEL PARA LA PREPARACIÓN DE SUELOS.

Turrent Fernández, A., Espinosa Calderón, A., Cortés Flores, J. I., & Mejía Andrade, H. (2014). Análisis de la estrategia MasAgro-maíz. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 5(8), 1531-1547.
Verhulst, N., Francois, I., & Govaerts, B. (2015). Agricultura de conservación,¿ mejora la calidad del suelo a fin de obtener sistemas de producción sustentables?

Villaseñor Mir, H. E., Espitia Rangel, E., Huerta Espino, J., Osorio Alcalá, L., & López Hernández, J. (2009). Turquesa, nueva variedad de avena para la producción de grano y forraje en México. Agricultura técnica en México, 35(4), 487-492.

Ward, P. S., Bell, A., Parkhurst, G., Droppelmann, K., & Mapemba, L. (2015). Heterogeneous preferences and the effects of incentives in promoting conservation agriculture in Malawi.
Wehrhahne, N. L. (2015). Evaluación de parámetros de calidad molinera de avenas en Argentina.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE VARIEDAD COMERCIAL DE MAÍZ EN RELACIÓN A FERTILIZACIÓN QUÍMICA, ORGÁNICA Y MIXTA

Adalid Graciano-Obeso[1]
Antonio Flores-Naveda[1]
Gregorio Pollorena-López[1]

RESÚMEN

Las prácticas para el manejo de la fertilidad de los suelos constituyen un componente esencial de cualquier sistema de producción agrícola cuyo objetivo sea la obtención de altos rendimientos, el objetivo de la presente investigación fue el realizar una evaluación agronómica en híbridos de maíz aplicando fertilización orgánica, química y mixta en el campo experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave durante el ciclo otoño-invierno 2017. Para lograrlo, se realizó un muestreo por bloques en los 3 tratamientos de cultivo de maíz con diferentes dosis de fertilización (100% Químico, 80% Orgánico – 20% Químico (mixta) y 100% orgánico), se analizaron las variables: tamaño de planta, longitud de la espiga, altura de mazorca, peso de mazorca, tamaño de mazorca, y producción final, las variables se determinaron por medio de la metodología descrita en la guía técnica para la descripción varietal del maíz, se aplicó un análisis de varianza, las diferencias entre las medias fueron establecidas mediante la prueba de rango múltiple de Tukey. Todos los análisis fueron realizados con un nivel de confianza del 95% en un paquete estadístico Minitab 5®., del análisis de los resultados es posible determinar que la fertilización mixta es la mejor opción debido a que se obtuvo un mayor valor en cada una de las cuatro variables analizadas, con 3.03 m de altura de planta, 1.47 metros de altura de mazorca, 0.20 kilogramos de peso de mazorca y una producción final de 13.06 toneladas por hectárea, debido a lo anterior, se comprueba que el tratamiento de maíz con fertilización mixta (químico con orgánico) es el tratamiento óptimo para el desarrollo de la planta de maíz, así como para una mayor producción final para el beneficio del productor, similares resultados han sido obtenidos en investigaciones realizadas donde se han evaluado mezclas de compost y fertilizantes químicos.

Palabras claves: Agricultura, fertilizante, fertilización mixta.

INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo de maíz (Zea mays L.) es el más importante por su superficie sembrada, valor de la producción, por ser el alimento principal de la población y por ocupar el 20 por ciento de la población económicamente activa. En 2002 se sembraron en México 6,48 millones de ha con este cultivo, con un rendimiento de 2,32 t/ha (SAGARPA, 2002). En México existen 31 millones de personas con desnutrición, de los cuales 18 millones la padecen en forma severa (Espinosa et al. 2006), se trata de diez millones de indígenas y el resto es población urbana de bajos ingresos. De éstos, el 50% corresponden a niños menores de cinco años de las áreas rurales y el 30% de las urbanas (Espinosa *et. al.,* 2006, Chávez y Chávez 2004). En este marco, el maíz es fundamental en la alimentación de los mexicanos, ya que se calcula un consumo per cápita aparente de 209,8 kilogramos (Morris y López 2000). En México se consumen 12,3 millones de toneladas de maíz en forma de tortilla, de los cuales el 64% es a través del método tradicional maíz-masa-tortilla y el 36% es a través de la industria de la harinización (SAGARPA, 2008).

El maíz (Zea mays L.) es un producto agrícola estratégico para la seguridad alimentaria de la humanidad por su alto contenido energético, e incluso hoy en día, se habla de biocombustibles a base de maíz (etanol) como una fuente de energía alternativa, incrementándose aún más la demanda de este producto, tanto así, que los EE.UU. previó convertir el año 2007 la quinta parte de sus cosechas de maíz en etanol (Bourne, 2007).

La calidad del grano del maíz depende de su constitución física, que determinan la textura y dureza, y de su composición química, que define el valor nutricional. La importancia relativa de estas características dependerá del destino de la producción. Los mercados son cada vez más exigentes y se interesan por el contenido de proteína, aminoácidos, almidón, aceites y demás componentes, y paulatinamente se reducen en estos la tolerancia a sustancias contaminantes (INTA, 2006). Por otro lado, el valor nutritivo del maíz, es semejante al sorgo, y un poco menor que el trigo integral, la avena y el arroz. Como todos los cereales, el maíz es rico en carbohidratos y desequilibrado en proteína, vitaminas, y minerales (Chávez, 1972). El maíz, en comparación con otros cereales, es un alimento de alto valor energético y poco tenor de proteína, la misma que al estar principalmente constituidas por zeína, es deficiente en los aminoácidos esenciales lisina y triptófano (Ángeles, 1972; Villegas, 1972).

Las prácticas para el manejo de la fertilidad de los suelos constituyen un componente esencial de cualquier sistema de producción agrícola cuyo objetivo sea la obtención de altos rendimientos en esta actividad; con ellas se pretende preservar, recuperar y mejorar las características de los suelos para garantizar su productividad en el tiempo, además de incorporar y reponer los nutrimentos esenciales demandados por los cultivos que el suelo no puede suplir oportunamente en la cantidad y calidad requerida. En la actualidad se hace énfasis en la necesidad de establecer prácticas que permitan mantener el nivel de productividad de los suelos, incrementar la producción agrícola y preservar los ecosistemas en el tiempo. Mogollón (2000), señala que las prácticas de fertilización deben garantizar el suministro de los nutrimentos esenciales para una elevada productividad, así como, una reacción del suelo adecuada que no ocasione problemas de salinidad; además, mejorar la superficie interna del suelo, la estructuración, su capacidad de retención de humedad e intercambio gaseoso y promover las poblaciones de los microorganismos y su actividad.

Debido a lo anterior, en busca de una seguridad alimentaria y una agricultura sustentable hoy en día se aplican menores cantidades de fertilizantes químicos y una mayor aplicación de fertilizantes orgánicos, se han realizado investigaciones en donde se evalúa el rendimiento de diversos cultivos al aplicar fertilización química, orgánica e integral (Cantarero & Martínez, 2002; Castañeda & Martínez, 2011; Sánchez, 2011; Sancé, 1998; Matheus, 2001), el presente trabajo tiene como objetivo evaluar dos tipos de fertilizantes (químico y orgánico) en el rendimiento de cultivo de maíz en el campo experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave para dar a conocer las diferencias entre las variables físicas como: tamaño de planta, longitud de la espiga, peso de grano, tamaño de grano, peso de mazorca, tamaño de mazorca y producción final.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La presente investigación se desarrolló en el campo experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave ubicado en el ejido Burrioncito, Guasave, Sinaloa, entre las coordenadas 25° a 26° N, y 108° a 109° O (Fig. 1) en el ciclo otoño-invierno 2016-2017. El campo experimental

se dividió en tres tratamientos, con cinco repeticiones por tratamiento para llevar a cabo el presente proyecto de investigación.



Figura 1.- Ubicación del área de estudio. Campo experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave.

Estrategia de Siembra.

El ensayo se llevó a cabo en el Campo Experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave (ITSG), que presenta un suelo franco-arenoso. La preparación de la cama de siembra consistió en dos pasadas de rastra, para incorporar el rastrojo de sorgo y permitir una buena degradación del mismo, una pasada de rastra liviana, y por último una pasada de cincel, logrando una cama de siembra firme.

La densidad objetivo fue de 8 plantas/m, dividiendo el terreno en tres tratamientos; cada tratamiento tiene una superficie de 200 m^2, donde se distribuyen cinco repeticiones.

Durante todo el ciclo del cultivo se realizaron 3 riegos por gravedad o convencionales, con altos caudales, logrando láminas de riego uniformes en cuanto a su frente de avance y distribución en la profundidad del perfil. El riego pre siembra fue realizado por manto y los realizados en el cultivo implantado fueron por surco.

Muestreo y análisis en laboratorio.

Para la toma de muestra de suelo se tomó como referencia el manual de muestreo FERTILAB (2013), se tomaron un total de doce submuestras con ayuda de un localizador GPS, para la interpretación y clasificación de suelos se utilizó como guía la NOM-021-SEMARNAT-2000, que establece las especificaciones para los estudios de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos.

Variables agronómicas a evaluar

Medición de la altura de planta (m).

Para evaluar la medición de las propiedades físicas de la planta, se etiquetaron de manera aleatoria 27 plantas de cada tratamiento con la finalidad de evaluar su desarrollo durante el proceso. A dichas plantas se les evaluará la longitud de la planta, la cual consiste en tomar la medida desde el primer nodo de la planta hasta la punta de la hoja que emerge en el momento de la medición. Los datos se recolectan con una cinta métrica de 5m de longitud marca TRUPER®.

Longitud de espiga (cm).

Se tomara la longitud de la base de la espiga, hacia la punta

Altura de la mazorca (m).

Se evaluara la longitud en cm, desde la base del tallo de la planta, hasta la altura de la mazorca en dirección hacia la espiga

Peso de la mazorca (kg).

Guía técnica para la descripción varietal del maíz, 2014.

Rendimiento (ton-ha^{-1})

Se estimará el rendimiento por hectárea de maíz.

Análisis Estadístico.

Los datos obtenidos fueron analizados bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 5x3, donde el primer factor fue el tipo de fertilización con tres tratamientos (Testigo, Químico y Orgánico) y el segundo factor son las cinco repeticiones de cada uno de los tratamientos). Las diferencias entre las medias fueron establecidas mediante la prueba de rango múltiple de Tukey. Todos los análisis fueron realizados con un nivel de confianza del 95% en un paquete estadístico Minitab 5®.

RESULTADOS

Al obtener los resultados de las variables analizadas en los diferentes tratamientos de cultivo de maíz, se puede definir con qué tipo de fertilización se obtiene mayor producción, se comparan los resultados de la presente investigación con resultados de investigaciones realizadas en distintos proyectos realizados alrededor del mundo, los promedios de las variables analizadas de muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1.- Resultados promedio de variables agronómicas analizadas en distintos tratamientos.

TRATAMIENTO	PROMEDIO DE ALTURA DE PLANTA (m)	PROMEDIO DE LONGITUD DE ESPIGA (cm)	PROMEDIO DE ALTURA DE MAZORCA (m)	PROMEDIO DE PESO MAZORCA (kg)	PRODUCCIÓN FINAL (ton-ha^{-1})
QUÍMICO	2.86	47.65	1.39	0.19	12.14
MIXTO	3.03	44.02	1.47	0.20	13.06
ORGÁNICO	2.80	42.77	1.37	0.16	6.70

Altura de planta

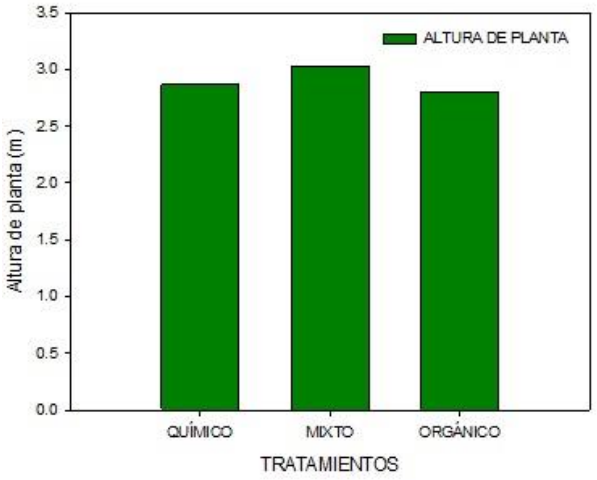


Figura 2. Resultados de altura de planta en los tres tratamientos.

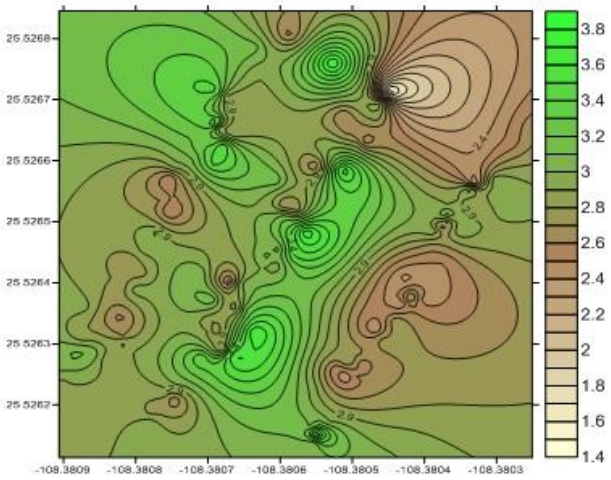


Figura 3. Distribución espacial de la altura de planta en el área de estudio.

En la Figura 2 se muestra el comportamiento de la altura de planta en los tres tratamientos del cultivo de maíz, se observa que con el tratamiento de fertilización mixta se obtuvo una altura de planta mayor, con 3.03 metros, siendo el tratamiento con fertilización orgánica el de un menor tamaño de planta, con 2.80 metro de altura, en la Figura 3 se muestra la distribución espacial del comportamiento de la altura de planta en el área de estudio.

Peso de mazorca

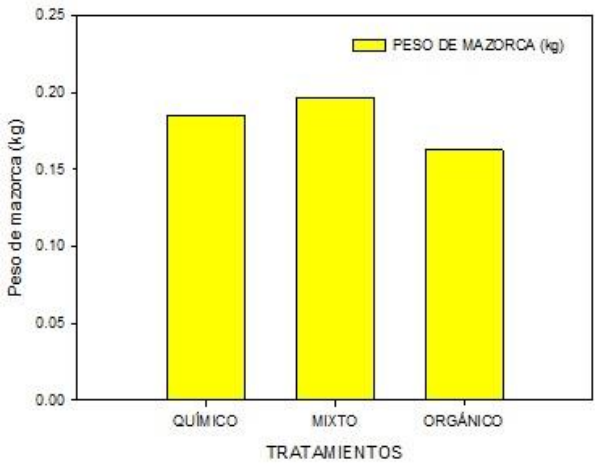


Figura 4. Resultados de peso de mazorca en los tres tratamientos.

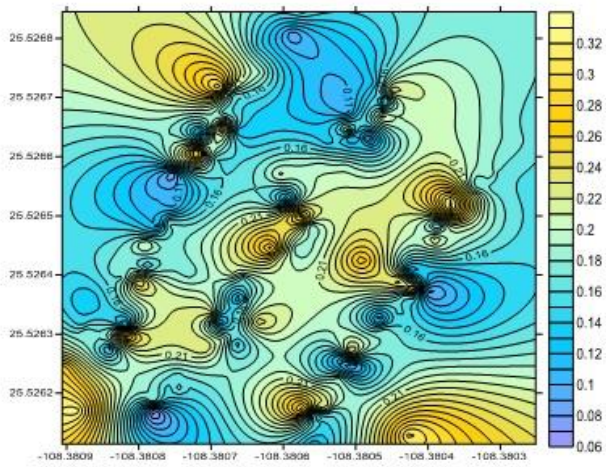


Figura 5. Distribución espacial de peso de mazorca en el área de estudio.

En la Figura 4 se muestra el comportamiento del peso de mazorca en los tres tratamientos del cultivo de maíz, se observa que con el tratamiento de fertilización mixta se obtuvo un peso de mazorca mayor, con 0.20 kilogramos, siendo el tratamiento con fertilización orgánica el de un menor peso de mazorca, con 0.16 kilogramos, en la Figura 5 se muestra la distribución espacial del comportamiento del peso de mazorca en el área de estudio.

Producción final

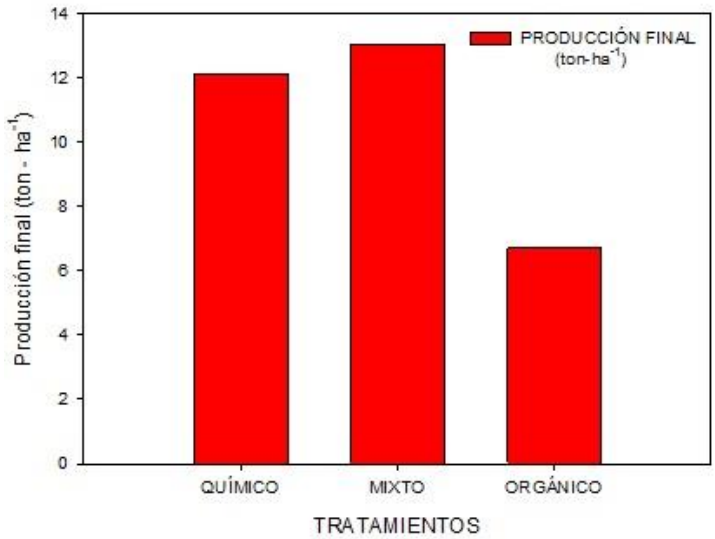


Figura 6. Resultados de producción final en los tres tratamientos.

En la Figura 6 se muestra el comportamiento de los tres tratamientos del cultivo de maíz, se observa que con el tratamiento de fertilización mixta se obtuvo una mayor producción con 13.06 toneladas por hectárea, lo cual es de suma importancia debido a que con la fertilización mixta se reduce un 20% de aplicación de fertilizantes químicos, beneficiando al medio ambiente y al productor con una mayor utilidad al final de la cosecha.

Comparación de altura de planta, altura de mazorca, peso de mazorca y producción final.

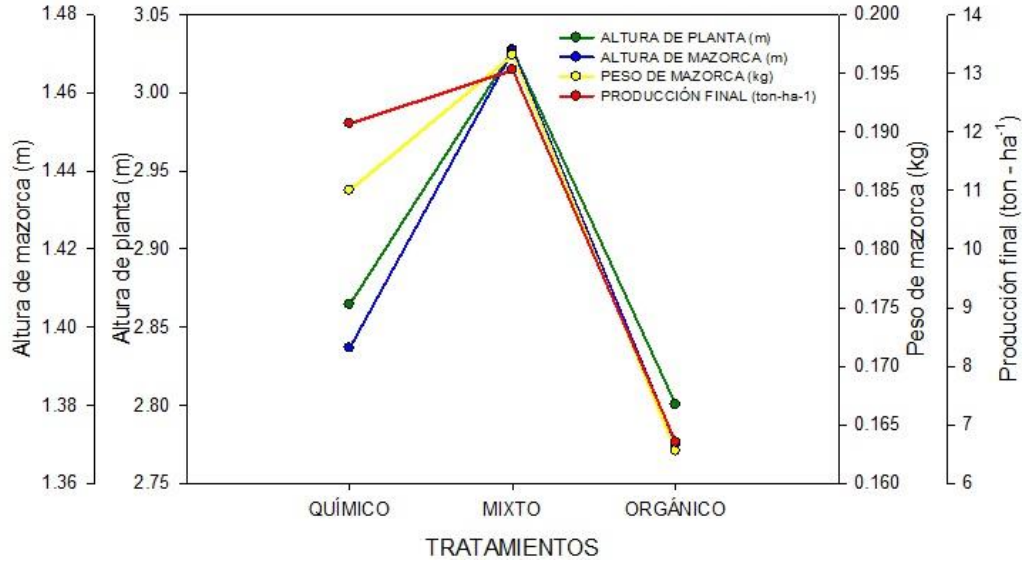


Figura 7. Resultados de cuatro variables de estudio en los tres tratamientos.

En la Figura 7 se muestra el comportamiento de altura de planta, altura de mazorca, peso de mazorca y producción final en los tres tratamientos del cultivo de maíz, se observa que con el tratamiento de fertilización mixta se obtuvo un mayor valor en cada una de las cuatro variables analizadas, con 3.03 m de altura de planta, 1.47 metros de altura de mazorca, 0.20 kilogramos de peso de mazorca y una producción final de 13.06 toneladas por hectárea, debido a lo anterior, se comprueba que el tratamiento de maíz con fertilización mixta (químico con orgánico) es el tratamiento óptimo para el desarrollo de la planta de maíz, así como para una mayor producción final para el beneficio del productor.

DISCUSIÓN

Las prácticas para el manejo de la fertilidad constituyen un componente esencial de cualquier sistema de producción agrícola cuyo objetivo sea la obtención de altos rendimientos en esta actividad; con ellas se pretende preservar, recuperar y mejorar las características de los suelos para garantizar su productividad en el tiempo, además de incorporar y reponer los nutrimentos esenciales demandados por los cultivos que el suelo no puede suplir oportunamente en la cantidad y calidad requerida. En la actualidad se hace énfasis en la necesidad de establecer prácticas que permitan mantener el nivel de productividad de los suelos, incrementar la producción agrícola y preservar los ecosistemas en el tiempo (Matheus *et al*., 2007), en la presente investigación de se establece la práctica de la fertilización integral como opción viable para aumentar la producción en los campos agrícolas y a la vez disminuir la contaminación ambiental.

Las prácticas de fertilización deben garantizar la fuente de suministro de nutrimentos en donde se distinguen dos alternativas para la fertilización de los cultivos: la química o sintética y la orgánica. La primera de ellas consiste en la aplicación de sustancias producidas industrialmente que reúnen condiciones técnicas de calidad como proveedores de nutrimentos a los cultivos. El abonamiento orgánico se fundamenta en el aprovechamiento de la biomasa de las plantas, residuos vegetales post- cosecha, excrementos de animales, lodos residuales, desechos industriales, agroindustriales y urbanos los cuales son tratados previamente hasta formar una composta que puede ser sólida, líquida y semilíquida y aplicadas al suelo mejoran sus

condiciones físicas, químicas y biológicas (Soto, 2003), en nuestro trabajo se valora un abono orgánico como fuente de fertilización orgánica, en el cual se aprovechan los subproductos de distintas actividades económicas de la región de Guasave, Sinaloa.

El fertilizante orgánico que validamos en nuestra investigación es el humus de lombriz, el cual es un abono orgánico de excelente calidad, es un biorregulador y corrector del suelo, cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción. Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por parte de las plantas y cuyo uso se ha difundido ampliamente. La dosis promedio que se maneja, casi a nivel nacional, es de 5 t ha-1, sin embargo falta investigación para precisar con exactitud la dosis más conveniente de acuerdo a cada suelo, a cada cultivo y al clima del lugar (Martínez y Ballester, 2004), por otro lado, vemos factible la fertilización mixta o combinada para los agricultores de la región.

La fertilización combinada orgánica e inorgánica en forma sinérgica permite superar algunas de las limitaciones que estos pudieran presentar cuando se usan como fuentes únicas; en tal sentido, el efecto residual en el tiempo de los abonos orgánicos es una de las características de particular relevancia para su inclusión en los sistemas de nutrición integrados de plantas (Pérez, 2007). Sabemos que la fertilización como fuente de nutrientes en el suelo y por ende a los cultivos es un factor de producción del cultivo y, dentro de ésta, el nitrógeno es fundamental por los requerimientos del maíz y su comportamiento en el suelo. Para el cultivo de maíz se han recomendado y utilizado diferentes dosis y fuentes nitrogenadas (Soto, 2003). De las fuentes nitrogenadas, las más utilizadas en el país son la urea y el sulfato de amonio, las cuales actúan en formas diferentes en el suelo, dependiendo de su forma de aplicación, sobre el pH, textura, materia orgánica, humedad, capacidad de intercambio catiónico (CIC) (Soto, 2003) en nuestra investigación se complementan los nutrientes en fertilización química y orgánica, ya que nuestro abono orgánico contiene altas concentraciones de macroelementos como nitrógeno y fósforo, los cuales son indispensables en el desarrollo de las plantas y se refleja en la producción final como observamos en los resultados de la presente investigación, con una mayor producción en el lote con fertilización combinada.

CONCLUSIONES

Con la aplicación de fertilización mixta en el cultivo de maíz se obtiene una mayor producción final en toneladas por hectárea, y se contribuye con el cuidado del medio ambiente al reducir la aplicación de fertilizantes químicos.

Con la fertilización mixta o integral (20% Orgánico – 80% Químico) aplicada en la presente investigación, se obtuvo un mejor desarrollo de la planta de maíz, teniendo al final un mayor tamaño de planta, un mayor tamaño de mazorca, un mayor peso de mazorca y una mayor longitud de la espiga.

La aplicación de fertilización mixta permite la recuperación de los suelos, ya que al aplicar abono orgánico, se incrementa el porcentaje de materia orgánica en el suelo y se beneficia el productor al tener una mayor producción final reflejada en toneladas por hectárea.

CITAS

Ángeles, H. 1972. Obtención de variedades mejoradas de maíz de alta calidad de proteína en México. In Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. Chapingo, MX, Colegio de Posgraduados, ENA. p. 85 – 86.

Bourne, J. 2007. Sueños verdes. Fabricar combustibles de productos agrícolas puede ser bueno para el planeta… tras un par de avances. Revista National Geographic en Español. Octubre de 2007. p. 22 – 43

Cantarero R. & Martínez, O., 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno, y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz, variedad NB-6. Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 63 pág.

Chávez, A. 1972. El Maíz en la Nutricion de México. In Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. Chapingo, MX, Colegio de Posgraduados, ENA. p 9 – 10.

Chávez, A. y Chávez M. 2004. La tortilla de alto valor nutritivo. Mc Graw Hill. México, D.F. 110 p.

Espinosa, A; Gómez, N; Sierra, M; Betanzos, E; Caballero, F. 2006. Variedades e híbridos de calidad proteínica. Academia Mexicana de las Ciencias. Revista Ciencia. 57(3):28-34.

FERTILAB, 2013. Manual de muestreo de suelo, planta y agua. 3ª Edición. Pp 28.

Guía técnica para la descripción varietal, 2014. Guía técnica para la descripción varietal de maís (Zea mays L.). SAGARPA. México. Pp 42.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, AR). 2006. Calidad del grano de maíz (en línea). Consultado 8 dic. 2008. Disponible en http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/cereales/maiz03.pdf

Matheus, J. 2001. Evaluación Agronómica del uso de un biofertilizante en el cultivo del maíz (Zea mays L). Trabajo de grado presentado a la Coordinación del Área de Postgrado del Vicerrectorado de Producción Agrícola. Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Guanare, Portuguesa, Venezuela. 101 pág.

Morris, L. y López, M. A. 2000. Impactos del mejoramiento de maíz en América Latina 1966-1997. México D.F. CIMMYT 45 p.

NOM-021-SEMARNAT-2000. Norma Oficial Mexicana, que establece las especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2002. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. Subsistema de información agrícola. SAGARPA. México D.F. s/p.

SAGARPA (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2008. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. (en línea).
Consultado 11 set. 2008. Disponible en http//www.siap.sagarpa.gob.mx

Sancé-Nerio. 1998. Evaluación de abonos orgánicos sobre los rendimientos productivos del cultivo de maíz. Guatemala. Universidad De San Carlos De Guatemala Centro Universitario De Oriente Agronomía. 53 pág.

Sánchez-Iza, 2011. Evaluación de tres abonos orgánicos (compost, bocashi y ferthing N+5) en diferentes dosis de aplicación en el rendimiento de cultivo de Rosas. Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 127 pág.

Soto, G. 2003. Abonos orgánicos: el proceso de compostaje. In: Gloria Meléndez y Gabriela Soto (eds.) Taller de abonos orgánicos. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. pp 30 – 57.

Villegas, E. 1972. Maíces de alta calidad nutricional. In Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. México, Chapingo, Colegio de Posgraduados, ENA. p. 13 – 14.

EFECTO DEL METAMIDOFOS EN LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE HIMENOPTEROS PARASITOIDES COLECTADOS EN MAÍZ (*ZEA MAÍZ* L.)

Fabián-García-González
Silvia-Arredondo-Lugo

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo
fabiangglez@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el campo experimental de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicado en Bermejillo, Durango. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del insecticida metamidofos sobre la diversidad y abundancia de himenópteros parasitoides colectados de maíz forrajero. Se realizaron colectas durante un periodo de tres meses por el método de charolas amarillas en parcelas con y sin aplicación de los agroquímicos mencionados. Se revisaron 2,630 ejemplares de 16 familias de himenópteros parasitoides, de los cuales 1,692 (64.3%) fueron colectados en la parcela sin aplicación de metamidofos y 938 (35.7) en la parcela con aplicación. La aplicación de metamidofos reduce un 44.6% la población de himenópteros parasitoides en la parcela con aplicación de metamidofos. Las familias más abundantes obtenidas por el método de charolas amarillas fueron Trichogrammatidae, Ichneumonidae, Mymaridae, Scelionidae y Braconidae con 1,386, 441, 398, 187 y 158 ejemplares respectivamente. Del 23 de junio al 17 de julio se presentó la mayor captura de himenópteros, pero el 14 de julio se presentó la mayor cantidad con 775 y 352 ejemplares en la parcela sin control y con control, respectivamente.

***Palabras clave*:** himenópteros, maíz, diversidad, densidad, plagas.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es el cultivo más importante de México desde el punto de vista alimentario, económico y social, ya que representa uno de los alimentos de mayor consumo en la población (Turrent et al., 2012). Es una importante fuente económica de carbohidratos y de calorías, lo cual es indispensable para el adecuado funcionamiento del organismo humano (Somarriba, 1998). El maíz es utilizado también como forraje para la alimentación de ganado bovino en diferentes formas, tales como rastrojo, grano y ensilaje, o como fuente de un gran número de productos industriales (FAO, 2001).

En México el maíz participa con el 18 % del valor de la producción y concentra el 33 % (7.5 millones de hectáreas) de la superficie sembrada a nivel nacional con un rendimiento promedio de 3.17 ton/ha de maíz grano (FND, 2014). Se estima que, durante el año agrícola 2015, el volumen de producción de maíz fue de 24.95 millones de toneladas (FIRA, 2015).

Todas las entidades del país presentan algún nivel de producción de maíz, sin embargo, Sinaloa es el principal productor al concentrar el 16.5% del total, le siguen en importancia Jalisco, Michoacán y el Estado de México (SIAP, 2014).

La Región Lagunera es considerada como una de las cuencas lecheras más importantes en México. En esta zona, el cultivo de maíz es de gran importancia por su calidad en la producción de forraje; además, el ensilaje de maíz es un componente básico en la ración para ganado bovino lechero, principalmente por su contenido energético y menor costo que otros cultivos forrajeros.

Un factor limitante de la productividad del maíz lo constituye el complejo de plagas, las cuales afectan negativamente su calidad y rendimiento. Adicionalmente, el costo de producción de los forrajes se incrementa debido a la necesidad de realizar aplicaciones de insecticidas para reducir las infestaciones y daños de las plagas. Dentro de las plagas más importantes que afectan este cultivo se encuentran el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith*,* gusano elotero *Helicoverpa zea* Boddie, barrenador del tallo *Diatrea spp. y Eoreuma loftini* Klots, gusano de alambre*. Glyphonyx spp., Conoderus sp. y Agriotes sp.*, gusanos trozadores *Agrotis sp., Euxoa sp.* y *Peridroma sp*, gusano soldado *Spodoptera exigua* Hubner, chicharrita *Dalbulus maidis* De Long y Wolcott, diabrótica *Diabrótica balteata,* araña roja *Olygonychus spp. y Teranychus spp*, pulga saltona *Epitrix cucumeris* Harris y *Chaetocnema* sp, y pulgones *Rhopalosiphum maidis* Fitch y *Schizaphis graminum* Rondani.

El control químico sigue siendo, desde hace aproximadamente siete décadas, el principal método de control de plagas (insectos, malezas y patógenos). En todo este tiempo se han acumulado un gran número de evidencias de los riesgos que presenta el uso de plaguicidas para el ambiente y la sociedad, riesgos que además comprometen la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

Actualmente la agricultura moderna exige el uso de tecnologías agrícolas que sean sustentables, por lo que es necesario desarrollar proyectos alternativos al control químico en el manejo fitosanitario que contribuyan a reducir problemas de contaminación ambiental y costos de producción.

El orden Hymenoptera presenta una gran diversidad biológica. En este orden se incluyen insectos fitófagos, entomófagos o una combinación de ambos. Los parasitoides son el grupo más rico en especies de himenópteros, ya que son comunes y abundantes en todos los ecosistemas terrestres y son muy susceptibles a los insecticidas, sin embargo existen pocos reportes acerca de sus efectos adversos en este grupo de insectos, uno de estos es el de Navarro y Marcano (2000), donde aplicaron cipermetrina (0.1 kilogramos de i. a.) encontrando un efecto adverso en la emergencia de adultos de *Trichogramma pretiosum* y *T. atopovirilia* cuando se expusieron los huevos 16 horas a este insecticida. De esta manera se presenta el presente estudio el cual tiene los siguientes:

OBJETIVOS

Comparar diversidad y abundancia de himenópteros parasitoides colectados en maíz forrajero con dos sistemas de manejo de plagas (con control químico y sin control químico).

Determinar el impacto de la aplicación de metamidofos en la diversidad y abundancia de himenópteros parasitoides colectados en maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fase de campo

El presente estudio fue realizado en el Campo Experimental de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo ubicada en Bermejillo, Durango México. Con coordenadas 23°54’ latitud Norte y 103°37’ de longitud Oeste. En donde se establecieron dos parcelas experimentales de 0.5 ha, de maíz forrajero con una separación de 500 m.

En una parcela se realizó el control plagas realizando dos aplicaciones de metamidofos (Metamidofos 600) para el control del gusano cogollero y chicharritas a una dosis de 1.0 lt ha^{-1}. En la otra parcela no se realizó control químico de ningún agente fitosanitario. En cada una se realizaron colectas semanales durante el periodo del 9 de junio al 17 de julio de 2010. Las colectas se realizaron semanalmente por el método de charolas amarillas. Cada muestra consto del contenido de cinco trampas amarillas con agua jabonosa, el material biológico capturado en las cinco charolas de cada parcela se vertió en un cedazo, se enjuagó con agua normal para quitar el jabón, y se pasó a recipientes de plástico de 250 ml con alcohol al 70% para su limpieza y revisión.

Fase de laboratorio

Con el apoyo de un estereoscopio, pinzas y diversas herramientas entomológicas, se realizó la separación de los especímenes por grupos morfológicos. Posteriormente se realizó el montaje de ejemplares representativos de los diferentes grupos morfológicos tanto en alfileres entomológicos como en preparaciones permanentes. La identificación de los himenópteros parasitoides a nivel de familia y posteriormente a nivel de género y especie se realizó mediante la técnica de taxonomía tradicional basada en las características morfológicas de los especímenes y apoyados en claves taxonómicas para cada grupo.

Para la determinación de familias y géneros de himenópteros parasitoides se utilizaron las descripciones y claves de Gibson (1993), González (2006), Goulet y Huber (1993), Wharton et al. (1998) y Gauld y Bolton (1993). Para la determinación de los géneros y especies de Trichogrammatidae se tomó como referencia la información de Doutt y Viggiani (1968)**,** Pinto (2006) y la guía para el diagnóstico de géneros de Trichogrammatidae de González y García (2006), Walker, *et al.,* (2005), Viggiani (1981) y Pinto (1998).

Registro de especímenes en la base de datos

Concluida la identificación taxonómica se realizó el registro de las familias y los géneros determinados mediante una base de datos, en la cual se incluyeron datos básicos de método de colecta, manejo, fecha de muestreo y notas de campo. Se utilizó el programa Microsoft Office Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abundancia de himenópteros

En total se obtuvieron 2,630 especímenes de himenópteros parasitoides de diez y seis familias, en el cual se obtuvieron 1,692 y 938 ejemplares en la parcela sin control y con control químico de plagas respectivamente (Cuadro 1). Si se considera que, al no haber aplicaciones de agroquímicos, se obtuvo un total de 1,692 (100%) ejemplares de himenópteros y con dos aplicaciones de metamidofos solo se obtuvieron 938 ejemplares, se puede inferir que en esta parcela este agroquímico redujo en un 44.6% los himenópteros parasitoides de plagas en maíz.

Diversidad de himenópteros

. Las familias más abundantes obtenidas por el método de charolas amarillas fueron Trichogrammatidae, Ichneumonidae, Mymaridae, Scelionidae y Braconidae con 1,386, 441, 398,

187 y 158 ejemplares respectivamente. De Chalcididae, Encyrtidae, Pteromalidae y Torymidae solo se obtuvo un ejemplar de cada familia. Del 23 de junio al 17 de julio se presentó la mayor captura de himenópteros, pero el 14 de julio se presentó la mayor cantidad con 775 y 352 ejemplares en la parcela sin control y con control, respectivamente (Cuadro 1).

Con relación a la determinación de géneros de las familias más abundantes, de Braconidae se identificaron los géneros *Chelonus* Panzer*, Lysiphlebus* Foers, *Aphaereta* Foerster y *Bracon* Fabricius. el género *Chelonus* se relaciona con la incidencia de del gusano soldado (*S. exigua*) y al gusano cogollero (*S. frugiperda*). *Lysiphlebus* se reporta como parasitoide de la familia Aphididae (pulgones). *Aphaereta* se reporta como parasitoide de algunas especies de Dípteros, por lo tanto su presencia puede deberse al alto número de pulgones, que al excretar la mielecilla atraen diferentes especies de dípteros al cultivo.

Cuadro 1: Himenópteros parasitoides colectados con charolas amarillas en maíz forrajero. Bermejillo, Dgo. 2010.

Fecha Colecta	09-jun		16-jun		23-jun		30-jun		14-jul		17-jul		Total
Familia/Tmto.	SC	CC	SC	CC	SC	CC	SC	CC	SC	CC	SC	CC	
Aph	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	4	0	9
Bet	1	0	1	3	0	0	2	0	0	2	0	0	9
Bra	4	1	8	2	47	27	23	11	1	19	8	7	158
Cha	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cer	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	3	2	9
Dia	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	7
Enc	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Euc	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	4
Eul	0	0	0	0	5	0	0	0	0	2	0	2	9
Ich	0	1	4	2	43	17	119	41	68	66	39	41	441
Mym	6	1	26	3	47	11	56	1	78	51	80	38	398
Pla	0	0	0	0	0	1	0	3	3	0	2	0	9
Pte	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Sce	11	41	5	6	9	1	12	20	43	17	9	13	187
Tor	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tri	8	12	37	34	57	25	51	35	582	193	175	177	1386
Total	34	57	82	51	214	85	263	113	775	352	324	280	2630

Aph: Aphelinidae; Bet: Betylidae; Cha: Chalcididae; Cer: Ceraphronidae; Dia: Diapriidae; Ency: Encyrtidae; Euc: Eucoilidae; Eul: Eulophidae; Ich: Ichneumonidae; Mym: Mymaridae; Pla: Platygastridae; Pte: Pteromalidae; Scel: Scelionidae; Tor: Torymidae; Tri: Trichogrammatidae.
SC: Sin Control; CC: Con Control.

Mymaridae, se presentó en todas las muestras colectadas, lo que demuestra que son insectos comunes en este cultivo. Se identificaron cuatro géneros de Mymaridae: *Anagrus* Haliday, *Polynema* Haliday, *Stephanodes* Enock y *Gonatocerus* Nees. *Anagrus,* se presentó con mayor frecuencia al final del periodo de colecta, lo cual está relacionado con la mayor incidencia de

chicharritas. *Polynema*, también se relaciona a la incidencia de chicharritas. del maíz. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Hernández (1998), ya que en ambos estudios se comprueba que estos parasitoides ejercen un alto grado de control natural de la chicharrita del maíz.

De Scelionidae se identificaron los géneros *Trissolcus* Ashmead, y *Telenomus* Haliday *Trissolcus* Ashmead es parasitoide de huevos de chinches en tanto que *Telenomus,* se reporta como parasitoide de huevos de Lepidoptera y Hemiptera.

Trichogrammatidae fue más abundante en este estudio, en la cual se identificaron los géneros *Aphelinoidea* Girault, *Oligosita* Walker, *Paracentrobia* Howard, *Trichogramma* Riley, *Ittys* Girault, y *Ufens* Girault. *Paracentrobia* y *Trichogramma* fueron más abundantes y son parasitoides de huevos de chicharritas y lepidópteros, respectivamente. En la parcela sin control químicos de plagas ambos géneros presentaron mayor cantidad de ejemplares

Otros factores como la abundancia, sobrevivencia, diversidad, actividad de los parasitoides pueden verse afectados por las condiciones microclimáticas, disponibilidad de alimento, competencia intra e interespecífica y otros organismos (Altieri *et al*., 1993), lo que puede explicar la variabilidad de las colectas de microhimenópteros con este tipo de trampas.

CONCLUSIONES

El metamidofos puede reducir un 42.9% los himenópteros parasitoides de plagas en maíz.

El método de charolas amarillas es más eficiente como método de colecta de himenópteros en comparación con red entomológica.

En las colectas con charolas amarillas, se presentó una reducción del 44.6%, en tanto que, en el método de red entomológica, la reducción de himenópteros fue del 38.2%.

LITERATURA CONSULTADA

Altieri, M.A., Cure, J.R., and Garcia, M.A. 1993. The role and enhancement of parasitic Hymenoptera biodiversity in agroecosystems. In: LaSalle, J., Gauld, I.D. (Eds). Hymenoptera and biodiversity. CAB International. London.

Doutt, R. L., and Viggiani, G. 1968. The classification of the Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). Proceedings of the California Academy of Sciences. Vol XXXV, No. 20. 477-586.

Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero (FND). 2014. Panorama del Maíz. En https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61952/Panorama_Agroalimentario_Ma_z_2015.pdf

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). 2015. Panorama agroalimentario del Maíz. Recuperado el 03 de agosto de 2016 de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61952/Panorama_Agroalimentario_Ma_z_2015.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2001. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y Producción. Recuperado el 14 de julio de 2016 de https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-maiz-en-los-tropicos.pdf.

Gauld I. and B. Bolton (Eds). 1993 The Hymenoptera. Oxford University Press. ISBN 0-19-858521-17. New York 332 p.

Gibson, G.A.P. 1993. Superfamilies Mymarommatoidea and Chalcidoidea. *In* Goulet H. and Huber J. T (Eds) Hymenoptera of the World: An Identification guide to families (pp 570-655). Agriculture Canada. Ottawa.

González H. A. y F. García G. 2006. Taxonomía de Trichogrammatidae. *In:* Memorias del Primer taller sobre determinación de especies de *Trichogramma* mediante morfología y técnicas moleculares. Facultad de Ciencias Biológicas-Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, N.L.

Goulet H. and J.T. Huber (Eds). 1993 Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Research Branch Agriculture Canada Publication 1894/E.

Hernández, V.S. 1998. Variación temporal de la familia Mymaridae (Hymenoptera) en la reserve de la biosfera sierra de Minatitlán, Jalisco, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s). 075:191-193.

Navarro, R. V. and R. Marcano. 2000. Effect of different insecticides on parasitism by *Trichogramma pretiosum* riley and *Trichogramma atopovirilia* Oatman y Platner on *Helicoverpa zea* (Boddie) eggs. Agronomia Tropical (Maracay) 50 (3): 337-346

Pinto, J.D. 1998. Systematics of the North American species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera:Trichogrammatidae). Memoirs of the Entomological Society of Washington. 22: 287.

Pinto, J.D. 2006. A review of the New World Genera of Trichogrammatidae (Hymenoptera). Journal of Hymenoptera Research Vol. 15(1): 38-163.

Servicio de información Agroalimentaria y pesquera (SIAP). Consulta electrónica del Cierre de la producción agrícola, 2014 por cultivo en: http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/

Somarriba, R. C. 1998. Texto de Granos Básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.

Turrent, F. A., Wise, A. T. y Garvey, E. (2012). Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México. Woodrow Wilson International Center for Scholars, GDAE Working Paper, 12-03.

Walker, G.P., Bayoun M., Triapitsyn, S.V., and Honda, J.Y. 2005. Taxonomy of *Aphelinoidea* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species attacking eggs of the beet leafhopper, *Circulifer tenellus* (Hemiptera: Cicadellidae) in California. Zootaxa 1068:1-25.

Wharton, R.A., Marsh, P.M y Sharkey, M. (Eds). 1998. Manual para los géneros de la familia Braconidae (Hymenoptera) del Nuevo mundo. The International Society of Hymenopterist. Edición en Español. Washington, D. C.

Viggiani, G. 1981. Nearctic and neotropical species of Oligosita Walker (Hymenoptera: Trichogrammatidae. Boll. Lab. Ent. Agr. F. Silvestri. 38: 101

HUERTOS MIXTOS FAMILIARES COMO FUENTE DE RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

Patricia Quesada-Rojas[1]
Juan Félix Arguello-Delgado[2]
Rafael Orozco-Rodríguez[2]
Carlos Muñoz- Ruiz[3]
Walter Barrantes-Santamaría[1]
Orlando Varela- Ramirez[2]

RESUMEN

Los “huertos mixtos familiares” son unidades productivas de las comunidades rurales que se caracterizan por la riqueza de especies. El objetivo de esta investigación fue conocer la diversidad agrícola presente en doce huertos familiares, el manejo agronómico y el destino final de la producción, así como su impacto en la seguridad alimentaria de la Región Huetar Norte de Costa Rica. Entre los años 2015 y 2016 se desarrollo un trabajo de campo para caracterizar la diversidad de los huertos. Con la información obtenida se seleccionaron por cada huerto los 10 cultivos considerados de mayor interés para la seguridad alimentaria y nutricional. Cada uno de los cultivos se caracterizo fenotípicamente de acuerdo descriptores internacionales para cultivos múltiples. Se tomaron fotografías de cada material para respaldar la caracterización. Los resultados preliminares muestran que un 42 % de los huertos poseen baja diversidad de especies, un 33% diversidad media y 25 % diversidad alta. El 66 % de los huertos tienen como custodio a un hombre y 33 % a una mujer. La producción de los huertos es dedicada en un 80% a la alimentación familiar, un 10 % a la venta, un 8 % para la alimentación de animales domésticos y solo un 2 % al intercambio con otros agricultores. El 100% de las labores de establecimiento de plantas y mantenimiento del huerto se realiza con mano de obra familiar. El 83% del manejo de los huertos se realiza de manera sostenible, con insumos propios de las fincas y solo en un 17 % de los casos se utilizan agroquímicos. Se evidencia con este estudio que los huertos familiares contribuyen a la diversidad de especies agrícolas y a la seguridad alimentaria de las tres localidades fronterizas de la zona norte de Costa Rica.

Palabras clave: biodiversidad, germoplasma, caracterización fenotípica, cambio climático

66

INTRODUCCIÓN

Según la FAO, “Los huertos familiares son sistemas agroforestales asociados con los hogares, que contribuyen al mantenimiento de importantes funciones ecológicas, económicas y sociales en las comunidades, proporcionando bienestar a millones de familias”.

Los huertos familiares están en un permanente proceso de desarrollo. La composición y el aprovechamiento de los cultivos varían según las circunstancias de vida y las necesidades de los campesinos y campesinas, quienes una y otra vez experimentan con nuevas plantas y semillas adquiridas por trueque o intentan domesticar variedades silvestres. El aprovechamiento continuo

66 Universidad de Costa Rica, patricia.quesada@ucr.ac.cr, [2] Universidad Nacional de Costa Rica, [3] Instituto Tecnológico de Costa Rica

de plantas útiles transmitido de generación en generación, convierte a los huertos familiares al mismo tiempo en un importante lugar para el resguardo de recursos fitogenéticos y para la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad (GTZ, 2001).

A pesar del carácter milenario del huerto familiar en la región tropical del continente americano, en sus distintas eco regiones, aún no existe suficiente conocimiento para fortalecer su práctica y desarrollar su potencial en la satisfacción de necesidades familiares, comunitarias, locales, nacionales y regionales (Ospina, 2004).

El presente trabajo se realizó con el objetivo de conocer la diversidad agrícola presente en los huertos familiares, el manejo agronómico y el destino final de la producción, así como su impacto en la seguridad alimentaria de la zona norte de Costa Rica. Los resultados que se presentan son parciales ya que el proyecto aun está en desarrollo.

MATERIALES y MÉTODOS

A partir del año 2015 se inició el trabajo en doce huertos familiares de tres localidades de la Región Huetar Norte de Costa Rica, a saber Upala, Los Chiles y Guatuso, seleccionándose 4 huertos por localidad. Inicialmente fue caracterizada toda la diversidad presente en cada huerto. Se recopilo además información sobre manejo del huerto, utilización de insumos y sobre el destino final de la producción. También se realizó una entrevista a cada uno (a) de los custodios de los huertos, con la finalidad de obtener información referente a procedencia de los materiales, usos, formas de propagación, características de tolerancia a algunos factores del clima (cambio climático), tolerancia a enfermedades y plagas, etc. Posteriormente se seleccionaron por cada huerto los 10 cultivos que se consideraron de mayor interés para la seguridad alimentaria y nutricional. Los cultivos seleccionados se clasificaron de acuerdo a cinco categorías para facilitar el manejo de la información: granos básicos, frutales, hortalizas, raíces y tubérculos y medicinales y otros. Cada uno de esos cultivos se caracterizó fenotípicamente de acuerdo a una lista de descriptores que fueron seleccionados de acuerdo a los grupos de cultivos y con base en las listas de descriptores internacionales para cultivos múltiples (FAO,BIODIVERSITY,UPOV). Se tomaron también fotografías de cada material para respaldar la caracterización.

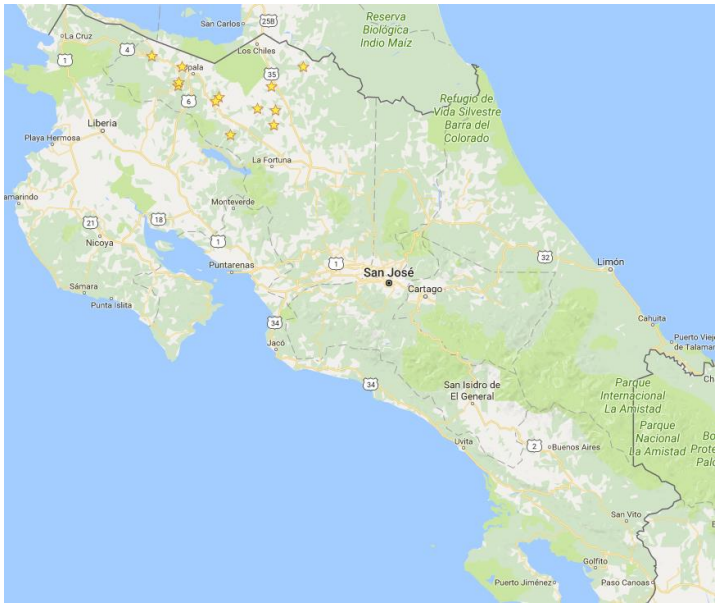


Figura 1. Mapa de Costa Rica mostrando las localidades de la Región Huetar Norte dónde se realizó el trabajo con huertos familiares 2015-2016.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los principales resultados del proyecto se tienen:

1. Con respecto a la diversidad de especies comestibles se encontró que 42 % de los huertos se encuentran en el rango de los menos diversos con 15-20 especies, 33% en el rango medio con 25-40 especies y 25 % en el rango de alta diversidad con 70 o más especies.

2. El tamaño de los huertos familiares varió entre los 250 a los 10000 m².

3. El 66,7 % de los huertos tienen como custodio a un hombre y 33,3 % a una mujer.

4. El total de los huertos dedican al menos el 80% de su producción de alimentos y medicinales al consumo de la familia, 10 % a la venta, 8 % para la alimentación de sus animales domésticos y 2 % al intercambio con otros agricultores de la comunidad o región.

5. El 100% de las labores que se requieren para el establecimiento de plantas y mantenimiento de los huertos son ejecutadas con mano de obra familiar, por lo general por los miembros adultos de la familia y en unos pocos casos por hijos menores que colaboran en labores más sencillas.

6. El 83% del manejo de los huertos se realiza de manera sostenible haciendo uso de restos de cosechas y excretas de animales domésticos en su forma natural, así como con compost, lombricompost y destilados de medicinales y frutas para el combate de plagas y enfermedades, elaborados por los mismos agricultores. En un 17% de las labores de mantenimiento de los huertos se utilizan agroquímicos.

7. Del total de los 120 cultivos estudiados, los custodios(as) de los huertos mencionaron que 26 de ellos (21,7%) tienen características interesantes con respecto a tolerancia a algunos factores limitantes del clima como sequía y altas precipitaciones o tolerancia a plagas y enfermedades. Cultivos con dichas características son importantes de identificar ya que podrían ser la base para

el desarrollo de variedades de cultivos más adaptadas a las condiciones imperantes en esta zona de Costa Rica.

8. El 100 % de las familias custodias de los huertos tienen una actividad agrícola principal que es la que les brinda el sustento económico, entre las que se encuentran la ganadería, el cultivo de la pimienta, cultivo de granos básicos y yuca, principalmente.



Figura 2. Parte de la diversidad de especies presentes en los huertos familiares de la Región Huetar Norte de Costa Rica. 2015-2016.

Se agradece a la Comisión Nacional de Rectores (CONARE) de Costa Rica, por el financiamiento de este proyecto.

LITERATURA CITADA

Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH. 2001. Home gardens in situ conservation of plant genetic resources in farming systems. Watson, J; Eyzaguirre, P. Witzenhausen, Al.192p.

FAO. 2009. Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación. División de Comunicación de la FAO. Roma, Italia.

Ospina, A. 2004. Propuesta de metodología agroforestal para caracterizar el huerto familiar tropical del Continente Americano. Cali, Colombia.

OBTENCIÓN DE BIOL POR MEDIO DE BIODIGESTIÓN ANAEROBIA APLICADA EN TRASPATIO SUSTENTABLE

[1]Ana Rosa Sánchez-Camarillo
[1]Ricardo Pérez-Avilés
[1]Alia Méndez-Albores

RESUMEN

Este proyecto se desarrolló en un traspatio rural sustentable ubicado en el estado de Puebla, este al ser un espacio diverso cuenta con producción agrícola y ganadera, por lo que es importante el fomento al desarrollo productivo, la generación de oportunidades para promover ahorros al interior de los traspatios y la integración de estrategias de mejora agropecuaria, lo que se traduce no solo en producción segura de alimentos, sino también en beneficio común, debido a que la pluriactividad en esta zona genera recursos que evitan a la población caer en pobreza. Este traspatio es un espacio dedicado a la producción para tanto para autoconsumo como para venta y se requiere del manejo efectivo de los desechos que a diario se producen. La generación de gases de efecto invernadero y el impacto ambiental ocasionados por excretas de ganado dependen de la especie pecuaria, tipo de alimentación suministrada y sobre todo del manejo del estiércol. Como alternativa de manejo se incorporó un biodigestor anaerobio de bajo costo a este traspatio, el cual fue construido y operado con participación de la familia involucrada en el proyecto. Los objetivos fueron: dar manejo adecuado a los residuos ganaderos y obtener productos con valor agregado, tales como: biogás, biosol y biol, siendo este último un beneficio inmediato ya que se obtuvo a los 45 días de operación del biodigestor, mismo que fue aplicado semanalmente para fertilizar 350 000 plántulas de chile, principal producto obtenido por esta familia, la fertilización se llevó a cabo en proporción 1:1 biol/fertilizante comercial reduciéndose los costos generados por este concepto en un 50%.

PALABRAS CLAVE: *agroecología, biodigestor, biol, residuos, sustentabilidad*

INTRODUCCIÓN

La biodigestión anaerobia es un proceso en el que se da manejo y disposición final a las excretas generadas en actividades ganaderas y/o a los residuos derivados de la agricultura, evitando así la proliferación de plagas, fauna nociva, malos olores, acumulación de residuos, ente otros; pero la mayor importancia de esta ecotecnia es que se agrega valor a dichos residuos, debido a que son la materia prima de una fuente energética renovable y de bajo costo, como lo es el biogás y biofertilizantes. Aun cuando el principal propósito del uso de biodigestores es la obtención de biogás como fuente energética, el biol es un producto de gran importancia sobre todo por su reincorporación a los procesos agrícolas, esto aunado a la reducción de impacto ambiental.

Mediante la digestión llevada a cabo por bacterias anaerobias, se destruyen microorganismos, huevos de parásitos y semillas de malezas contenidos en las excretas frescas, quedando el fertilizante residual libre de tales gérmenes y plantas indeseables.[1] Por lo tanto, el biol al contar con alto valor como fertilizante orgánico y siendo una alternativa de control de plagas, incide de manera positiva en el rendimiento de los cultivos de manera sustentable.

Por otro lado, la biodigestión anaerobia es una opción de mitigación dado a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero causantes de cambio climático. Por cambio climático se entiende la serie de transformaciones en el clima de la Tierra que impactan significativamente los ecosistemas, la vida en general y la vida humana en particular.[2] Este fenómeno se atribuye a que nuestras principales actividades económicas emiten gases de efecto invernadero (GEI) tanto en zonas urbanas como rurales. La ganadería, sector dominante en zonas rurales, contribuye de manera importante a la emisión de GEI. A nivel mundial, este sector emite el 37% del metano antropógeno, el cual proviene en su mayor parte del proceso de fermentación ocurrido en la digestión entérica de los rumiantes y tiene un potencial de calentamiento global (PCG) 23 veces mayor que el del CO_2, y el 65 por ciento del óxido nitroso antropógeno, cuyo PCG es 296 veces mayor que el del CO_2, en su mayor parte proveniente del estiércol.[3] en México la ganadería y la agricultura emiten el 11.9% de CO_2 eq.[4] La aplicación de ecotecnias ayuda a mejorar las condiciones de vida de los usuarios, generando beneficios económicos, reducción de riesgos a la salud y beneficios sociales tanto locales como globales.[5] Lo cual muestra un panorama de sustentabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

Con el fin de ubicar la zona en que se encuentra el traspatio mencionado, se presentan algunas de sus características climáticas y socioeconómicas, debido a que son el contexto específico en el que se construyó el biodigestor, la investigación inició en época otoño-invierno.
El municipio de Chiautzingo se localiza en la parte Centro Oeste del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 19º 10'24" y 19º 13'42" de latitud norte y los meridianos 98º 26'24" y 98º 33´36" de longitud occidental y se encuentra a 2 356 m.s.n.m.



Fig. 1 Localización de San Lorenzo Chiautzingo, Puebla.
Fuente: INAFED, 2015

El municipio, colinda al Norte con el municipio de San Felipe Teotlalcingo, al Sur y al Este con el municipio de Huejotzingo y al Oeste con los municipios de San Felipe Teotlalcingo y Huejotzingo.[6]

En el municipio el 80% de la población desarrolla actividades agropecuarias, el proyecto se aplicó en el traspatio de la familia Arroyo Pérez, misma que ha mostrado disposición para participar activamente en la ejecución de este trabajo.

Ecotecnia utilizada

La opción de mitigación implementada es la biodigestión anaerobia de residuos ganaderos, debido a que mediante el biogás se puede lograr un 50 por ciento de reducción de las emisiones en los climas templados para estiércoles que de otra manera se almacenarían de forma líquida y, por lo tanto, tendrían emisiones de metano relativamente altas.[2] Además de ser una opción de mitigación de gases de efecto invernadero, es una alternativa de disposición final para residuos agropecuarios y generación de ahorros al interior de los traspatios, por medio de la obtención de una fuente energética renovable y biofertilizantes. Generando ambos productos autosuficiencia en los traspatios, el biol posee las ventajas de ser promotor y fortalecedor del crecimiento de la planta, raíces y frutos, gracias a la producción de hormonas vegetales, las cuales son desechos del metabolismo de las bacterias típicas de este tipo de fermentación anaerobia (que no se presenta en el compost), estos beneficios hacen que se requiera menor cantidad de fertilizante mineral u otro empleado.[7] Además, la calidad del biol depende de las materias primas que son fermentadas y de las condiciones de la fermentación. Según sea el tipo de residuo este tendrá diferente capacidad de degradarse, esto es lo que influye directamente en la calidad del fertilizante y en la cantidad de nutrientes del mismo.[7]

El biodigestor implementado es de bajo costo, modelo Taiwan, su dimensionamiento se realizó de acuerdo a las necesidades de la familia Arroyo Pérez, tanto en cuestión de generación de residuos como de productividad, su capacidad es de 3.5 m^3, debido a las condiciones locales opera en régimen mesofílico.

Técnicas utilizadas para la caracterización del biol

Los análisis químicos necesarios para determinar la composición del biol derivado del proceso de biodigestión anaerobia fueron los siguientes: El pH fue medido por medio de un potenciómetro marca Conductronic modelo 20., en el Centro de Química, Instituto de Ciencias-BUAP, C.E. (conductividad eléctrica) se obtuvo con un conductímetro marca YSI modelo 30, Ca, Mg, Na, K, fueron determinados por espectroscopia de adsorción atómica en un equipo marca Varian modelo SpectrAA 55B, el N se determinó por el método semimicro Kjedhal en un destilador marca SEV Prendo, el contenido de P se determinó por colorimetría en un equipo marca Spectronic 20D, los cuales fueron determinados en el Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas, Instituto de Ciencias-BUAP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El biol se obtuvo por medio del siguiente proceso: el biodigestor llegó al 75% de su capacidad, es decir, aproximadamente 2.6 m^3 (10 de enero de 2017), a partir de esta fecha pasaron 45 días para la obtención del primer lote de biol (24 de febrero de 2017) siendo el rango de producción 200 L/semana, para el 21 de mayo de 2017, la producción aproximada fue de 4000 L, mismos que se aplicaron semanalmente para la fertilización de 350 000 plántulas de chile en invernadero, el biol es suministrado por los productores en proporción 1:1 biol/fertilizante comercial tanto a cultivos en invernadero como en parcela, siendo éstos diversos a lo largo del año.

Caracterización del biol obtenido

La caracterización del biol se realizó con la finalidad de conocer las condiciones de operación del biodigestor y las condiciones del biofertilizante, lo cual es información adicional para los productores.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 1. Resultados de los análisis químicos realizados a muestras de biol

pH	**6.70**
C.E.	3.01 dS/m
Ca	265.3 mg/L
Mg	15.3 mg/L
Na	42.0 mg/L
K	485.0 mg/L
N	35.0 mg/L
P	37.7 mg/L

Fuente: El pH fue analizado en el Centro de Química y los resultados restantes, en el Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas del Instituto de Ciencias-BUAP.

De acuerdo a Aparcana, (2008), la composición del biol depende del tipo de materia que se determina como alimentación del biodigestor. Se puede decir que cada biol es "único". La aplicación de biol a los diversos cultivos además de mostrar ventajas en el aspecto económico también genera ventajas en cuanto al rendimiento de los mismos.[7]



Fig. 2 Biodigestor de bajo costo de flujo continuo (régimen mesofílico)



Fig. 3 Biol obtenido a partir de los 45 días de operación del biodigestor

A partir de la cantidad suministrada de solidos (20 kg) se obtienen los siguientes beneficios: producción de biogás: 0.9 m^3/día (dato proyectado), lo cual es igual a 2 horas/día y esto representa un equivalente a 11 de gas (kg/mes) L.P., la producción de biol para este caso en particular es de 200 L/semana.



Fig. 4 Germinación de plántulas de chile



Fig. 5 Transporte de plántulas de chile a parcela (20 cm longitud)



Fig. 6 Trasplante a parcela

CONCLUSIONES

La aplicación de este proyecto en un traspatio en San Lorenzo Chiautzingo Puebla fue aceptado de acuerdo a los beneficios que este representa para los productores, el beneficio inmediato a su incorporación fue la obtención de biol, mismo que además de representar una reducción de costos ha sido aplicado en la fertilización de productos agrícolas que apoyan la economía familiar,

se da manejo a aproximadamente 600 kg de excreta al mes y se ha vinculado la ecotecnología con los saberes de la familia que aceptó participar en el proyecto.

El biol dentro del invernadero se utilizó para germinación de las plántulas por un tiempo aproximado de 3 meses, las plántulas al adquirir una longitud de 20 cm fueron trasplantadas a la parcela familiar, en esta etapa la familia continua fertilizando con biol por medio de riego, la extensión dedicada a la producción de chile es de una hectárea y de acuerdo a la información proporcionada por los productores, cada planta generará 1 kilo de chile, lo que significa en total 350 ton.

De esta manera los costos derivados de fertilización disminuyeron 50%, siendo este un factor que beneficia a la familia involucrada en el proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A la Vicerrectoria de Investigación de Estudios de Posgrado-BUAP por el financiamiento del proyecto.

LITERATURA CITADA

1. - BOTERO R. Y PRESTON T. R., (1987). Biodigestor de bajo costo. Para producción de combustible y fertilizante a partir de excretas. Manual para su instalación, operación y utilización. Colombia. 1987, Cali, Colombia: Recuperado de: CIPAV; http://www.utafoundation.org/publications/botero%26preston.pdf].

2. - TOMASSINO HUMBERTO, FOLADORI GUILLERMO Y TAKS JAVIER., (2005). La crisis ambiental contemporánea. En Guillermo Foladori y Naína Pierri (Coord.) ¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable, Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial, México, Miguel Ángel Porrúa, UAZ, Cámara de Diputados LIX Legislatura., Pp. 9-26. Recuperado de: http://www.estudiosdeldesarrollo.mx/coleccion_america_latina/sustentabilidad/Sustentabilidad4.pdf

3. - STEINFELD HENNING, GERBER PIERRE, WASSENAAR TOM, CASTEL VINCENT, ROSALES MAURICIO, DE HAAN CEES, FAO, LEAD, (2009). La larga sombra del ganado, Problemas ambientales y opciones, Roma. Recuperado de: http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf

4. - SEMARNAT, (2015). Registro Nacional de Emisiones (RENE). Recuperado de: http://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/registro-nacional-de-emisiones-rene-17015

5. - ORTIZ MORENO JOR¿KUIII112GE A., MASERA CERUTTI OMAR R., FUENTES GUTIÉRREZ ALFREDO F. (2014). La ecotecnología en México, UNAM, México. Recuperado de: http://ecotec.cieco.unam.mx/Ecotec/wp-content/uploads/La-Ecotecnolog--a-en-M--xico-ENE-2015-BR.pdf

6. - INAFED, (2015). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, Estado de Puebla, Chiautzingo. Recuperado de: http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21048a.html

7. - APARCANA, (2008). Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso "Fermentación anaeróbica" para producción de biogás, Recuperado de: http://www.german-profec.com/cms/upload/Reports/Estudio%20sobre%20el%20Valor%20Fertilizante%20de%20los%20Productos%20del%20Proceso%20Fermentacion%20Anaerobica%20para%20Produccion%20de%20Biogas_ntz.pdf

EFECTO DE LA PODA EN LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA EN *Moringa oleifera* Lam.

Rafael Ruíz-Hernández[1]
Arturo Pérez-Vázquez[1*]
Cesáreo Landeros-Sánchez[1]
Ofelia Andrea Valdés-Rodríguez[2]
Katia Angélica Figueroa-Rodríguez[3]

RESUMEN

Moringa oleifera Lam. Es una especie con gran plasticidad agroecológica y de gran importancia alimenticia. Existen pocos trabajos en México y otros países que reporten el comportamiento de moringa en términos de producción de biomasa y crecimiento respecto al efecto de la poda. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la poda sobre la producción de biomasa en moringa en Veracruz. Plantas de tres años de edad fueron seleccionadas de acuerdo a su similitud entre altura y diámetro basal. El diseño experimental fue de tres bloques completamente al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones por bloque. Los tratamientos fueron podas a 0.75, 1.00 y 1.50 m de altura respecto al suelo. Se midieron variables como numero de rebrotes, supervivencia, altura y producción de biomasa durante cuatro meses. Se encontraron diferencias estadísticas significativas (Tukey, $P<0.05$) en el crecimiento y supervivencia de los rebrotes, pero no así para la producción de biomasa. Se concluye que, no hubo diferencias estadísticas significativas respecto a la altura de corte y la producción de biomasa.

Palabras clave: *Moringa oleifera* Lam., biomasa, supervivencia de rebrotes, manejo agronómico

INTRODUCCIÓN

La finalidad de la agricultura actual es buscar la manera de disminuir el hambre y la desnutrición que sufre la humanidad (Mackenzia y Cun, 2015). Una alternativa que puede contribuir a esta noble tarea es el cultivo de moringa (*Moringa oleifera* Lam.), un árbol multipropósito originario del Noroeste de la India que se ha distribuido en la mayoría de los países tropicales y subtropicales del mundo y en América Latina se introdujo en el año de 1920 (Foidl *et al*., 1999). Los usos de esta planta son: industrial, floculante, bioabsorbente, agrícola, medicinal y alimenticio, siendo estos dos últimos los de mayor interés, debido al contenido de propiedades benéficas contenidas en sus hojas (Thurber y Fahey 2009). Esta planta se puede utilizar como una opción sostenible y económicamente viable para la producción de alimentos y es tolerante al cambio climático (Palada y Chang, 2003, Reyes *et al*., 2006). También puede usarse como un recurso para combatir la desnutrición y aquellas patologías asociadas a la carencia de vitaminas (Orona *et al*., 2015), principalmente en comunidades rurales donde el acceso a alimentos de alto valor nutricional es limitado. Tiene buenos rendimientos de materia fresca y seca, ambos determinados por las condiciones del cultivo (González, 2013). La disponibilidad de biomasa permite cosechar sus hojas durante todo el año. Pero a medida que la planta envejece disminuye su producción (Palada y Chang, 2003).

Una de las estrategias para aumentar su productividad de biomasa es la práctica de podas, ya que moringa tiene buena capacidad de rebrote (Price, 2007). Este proceso permite promover la ramificación, aumentar el rendimiento y facilitar la cosecha. Aunque moringa se somete frecuentemente a podas, se carece de información sobre el efecto de podas en diferentes etapas de su desarrollo sobre la producción de biomasa. Por tanto, el objetivo de este estudio fue cuantificar el efecto de diferentes alturas de poda sobre la producción de biomasa en moringa en la zona centro del estado de Veracruz. Bajo la hipótesis de que el crecimiento y la producción de biomasa de moringa estan en función de la altura de poda.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Se utilizaron plantas de un cultivo con tres años de edad. El cultivo se establecido a partir de semilla proveniente del estado de Morelos. La fecha de siembra fue el 26 de septiembre del 2012.

Área de estudio

El experimento se realizó en el Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, localizado en el municipio de Manlio Fabio Altamirano (19° 16' 00" LN, 96° 16' 32" LO; con una altitud de 16 msnm). El temperatura máxima promedio durante el experimento fue de 31 ºC (± 1.94) y la mínima promedio de 22 ºC (± 1.21); la humedad relativa de 82% (± 2.11) y una precipitación acumulada durante la investigación de 293 mm y con un registro anual de 771.2 mm. Siendo, una precipitación baja y atípica para la zana, cuando el promedio anual promedio es de 1200 mm. Las características del suelo fueron: textura franco arcillosa, conductividad eléctrica de 186.8 Ds/m, materia orgánica 2.85 %, 6.34 pH, y 2.5 mg $^{L-1}$ de amonio.

Tratamientos y Diseño experimental

El diseño fue de bloques completamente al azar con tres bloques, tres tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento por bloque, dando como resultado 36 unidades observacionales. Los tratamientos se determinaron seleccionando aquellas plantas similares en altura y diámetro del tallo a la altura del pecho. La altura promedio de las plantas fue de 6.41 (± 0.22) m y un diámetro promedio del tallo de 137.84 (± 16.92) mm. La distancia entre filas fue de 4 m y 2 m entre plantas. La poda inicial se realizó el día 27 de julio y posteriormente se hicieron dos muestreos. El primer muestreo el día 28 de septiembre y el segundo el día 28 de noviembre, teniendo un espaciamiento entre uno y otro de 60 días. Los tratamientos de altura de poda aplicados fueron: T1 (0.50 m), T2 (1.00 m) y T3 (1.50 m).

Variables registradas

Semanalmente se registró la cantidad y ubicación de ramas (rebrotes) en el tallo; la altura, número de ramas y número de hojas de los rebrotes. También se realizaron dos muestreos para conocer la distribución biomasa aérea, fracción gruesa y fracción fina.

Análisis estadístico

Para determinar diferencias estadísticas entre las diferentes alturas de poda se realizaron análisis de varianza con la prueba de Tukey (P≤0.05) después de cada muestreo para determinar las diferencias de la biomasa y altura de los rebrotes, previo análisis de normalidad de los datos. El análisis estadístico y las correlaciones se realizaron con el programa InfoStat versión 2016.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de los rebrotes

Los primeros rebrotes aparecieron 20 días después de la poda y 21 días después del primer muestreo. La tasa de crecimiento para las alturas de: 0.50, 1.00 y 1.50 m fue de 1.30, 1.35 y 1.10 cm día^{-1}, siendo el tratamiento 1.00 m el de mayor crecimiento en el primer muestreo. Los primeros 28 días, los tratamientos tuvieron un crecimiento similar, mostrando diferencias (P<0.05) en el crecimiento la altura de 1.0 m respecto a los otros tratamientos hasta el día 59. En el segundo muestreo las tasas de crecimiento fueron 1.80, 1.44 y 0.98 cm día^{-1} para el tratamiento T1, T2 y T3. El tratamiento con mayor tasa de crecimiento en el segundo muestreo fue el de 0.50 m. Los tratamientos mostraron diferencias significativas (P<0.05) en el crecimiento desde los 26 días en el segundo muestreo. Al final del experimento los tratamientos mostraron un crecimiento similar. La Figura 1 muestra las curvas de crecimiento promedio de los tratamientos durante dos muestreos de poda. En el primer muestreo, el mayor crecimiento se observó en el tratamiento de poda a 1.0 m de altura y en el segundo muestreo el mayor crecimiento lo obtuvo el tratamiento de poda a 0.50 m de altura.

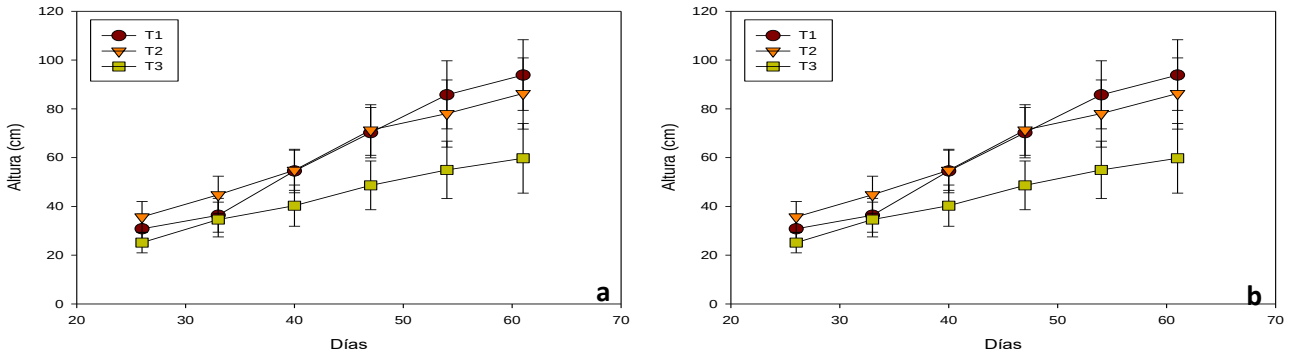


Figura 1. Altura de los rebrotes de *Moringa oleifera* a diferentes alturas de poda (T1, 0.50 m; T2, 1.00 m y T3, 1.50 m). a) 1er muestreo y b) 2do muestreo. Las barras representan el error estándar de la media de cada tratamiento.

Número de hojas

La producción de hojas estuvo en constante aumento durante el experimento. En el primer muestreo existió una diferencia significativa (P<0.05) en el número de hojas del T1 respecto a los otros tratamientos; siendo la altura de poda de 1.5 m la más productiva. En el segundo muestreo durante los primeros 26 días no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de hojas entre tratamientos; el incremento de hojas para la altura 1.50 m fue evidente a partir del día 40, diferenciándose de los otros tratamientos al final del segundo muestreo. Los tratamientos de poda a la altura de 1.0 y 1.50 m presentaron un comportamiento similar. La cantidad de hojas por tratamiento fue diferente, siendo el T3 (1.5 m) el más productivo en ambos muestreos (Figura 2).

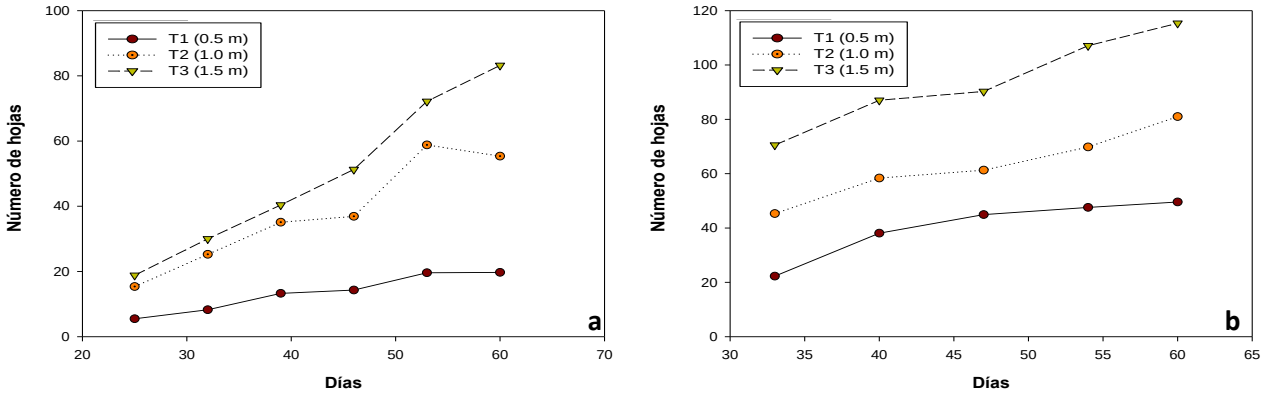


Figura 2. Número de hojas en *Moringa oleifera* a diferentes alturas de poda. a) 1er muestreo, b) 2do muestreo.

Supervivencia de brotes

Los brotes emergieron a los 20 días de la poda, pero no todos llegaron a desarrollarse por completo. En el primer muestreo los tratamientos 1.0 y 1.5 m tuvieron cantidades similares de rebrotes durante los 53 días, a partir de ahí se presentó un incremento significativo para el T3 (1.5 m) respecto a los otros tratamientos. En el segundo muestreo se encontró una diferencia significativa entre el T3 con los otros tratamientos. Siendo éste tratamiento el de mayor número de rebrotes en ambos muestreos de poda (Figura 3). El número máximo de rebrotes correspondió al tratamiento T3 (1.5 m) con 113 rebrotes y el menor número al T1 (0.5 m) con 35. La mayor desviación estándar de la producción de rebrotes correspondió al tratamiento T3 (1.5 m), D.E.= 4.72 y la menor al tratamiento T1 (0.50m) D.E.= 2.36. Aunque el mayor número de rebrotes correspondió al T3, esto no influyó en la producción de biomasa debido al tamaño de los rebrotes y el largo y ancho de hojas. Es decir, no se encontró una correlación significativa entre el número de rebrotes con la producción de hoja (P<0.05) con una r=0.27.

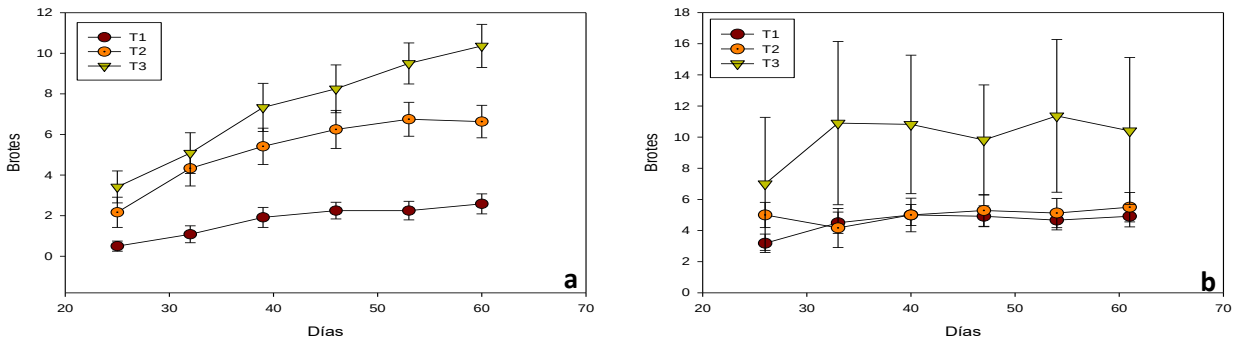


Figura 3. Número de rebrotes de *Moringa oleifera* Lam. A diferentes alturas de poda. T1 (0.50 m), T2 (1.00 m) y T3 (1.50 m). a) 1er muestreo y b) 2do muestreo. Las barras representan el error estándar de la media de cada tratamiento.

Producción de biomasa

No se encontraron diferencias estadísticas (P>0.05) en la producción de biomasa en ambos muestreos. El tratamiento de 1 m (T2) tuvo una mayor producción de biomasa fracción gruesa y fina en el primer muestreo. Dando un rendimiento equivalente de 0.24 t ha^{-1} de materia seca superior a los 0.030 y 0.055 t ha^{-1} correspondiente a los T1 (0.5 m) y T3 (1.5 m). En el segundo muestreo, el T3 tuvo la mayor producción de biomasa fracción fina. El resultado demuestra que el T1 (0.50 m) tuvo una producción mayor de fracción gruesa en el segundo muestreo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción de biomasa (peso fresco y seco) en ambos muestreos de poda en *Moringa oleifera* Lam.

Muestreo	Tratamiento (Altura de poda)	Biomasa F. F. (Fresco)	Biomasa F. G. (Fresco)	Biomasa F. F. (Seco)	Biomasa F. G. (Seco)
1er.	T1 (0.5 m)	130.53[a]	133.50[a]	22.99[a]	23.27[a]
	T2 (1.0 m)	314.30[a]	315.97[a]	75.63[a]	74.75[a]
	T3 (1.5 m)	270.70[a]	225.51[a]	41.81[a]	39.17[a]
2do.	T1 (0.5 m)	648.34[a]	817.84[a]	150.35[a]	128.16[a]
	T2 (1.0 m)	628.34[a]	716.69[a]	135.43[a]	92.80[a]
	T3 (1.5 m)	677.28[a]	697.51[a]	137.17[a]	111.54[a]

*Valor promedio de tres repeticiones. F.F.: frafión fina; F.G.: Fracción gruesa

El Cuadro 2 muestra las correlaciones entre las variables estudiadas, encontrando una correlación positiva de la altura del árbol y la producción de biomasa fracción fina y el diámetro del tallo y la producción de biomasa fracción gruesa. Además, una correlación significativa (P<0.05) entre el peso seco de los rebrotes y el peso seco de las hojas.

Cuadro 2. Correlaciones entre las variables registradas en la producción de biomasa de moringa.

Variables	Diámetro	Hoja (P.f.)	Rebrotes (P.f.)	Hojas	Hoja (P.s.)	Rebrotes (P.s.)
Diámetro	1.00	0.67	0.86	0.26	0.68	0.98
Hoja (P.f.)		1.00	0.00	1.1 E-03	2.1 E-09	1.7 E-11
Rebrotes (P.f.)			1.00	2.0 E-04	6.0 E-07	0.00

Hojas	1.00	3.8 E-03	5.5 E-04
Hoja (P.s.)		1.00	**4.2 E-11**
Rebrotes (P.s.)			1.00

P.F.: peso fresco; P.S.: peso seco

Tasa relativa de crecimiento (TCR)

El Cuadro 3 muestra los valores obtenidos de la TRC de moringa. Los valores más altos para producción de hoja fresca fueron obtenidos para el T2 (0.095 g g^{-1} d^{-1})en el primer muestreo y el T3 en el segundo muestreo (0.108 g g^{-1} d^{-1}). Referente al tallo, el T2 fue el más alto en el primer muestreo y el T1 para el segundo muestreo.

Cuadro 3. Tasa relativa de crecimiento (TRC) de *Moringa oleifera* a diferentes alturas de poda en dos muestreos.

Poda	Tratamiento (Altura de poda)	TRC Hoja fresca g·g^{-1}·d^{-1}	TRC Tallo fresco g·g^{-1}·d^{-1}
1	T1 (0.5 m)	0.081	0.081
	T2 (1.0 m)	**0.095**	**0.095**
	T3 (1.5 m)	0.093	0.090
2	T1 (0.5 m)	0.107	**0.111**
	T2 (1.0 m)	0.107	0.109
	T3 (1.5 m)	**0.108**	0.109

Discusión

La edad de los arboles de moringa bajo estudio tenía una edad de 3 años al momento de la poda. El crecimiento del árbol hasta ese momento había sido monopódico, con poca presencia de ramas y una baja producción de hojas, en un suelo franco-arcilloso, con algunas labores de control manual de malezas y sin fertilización alguna. Establecidas en un suelo con la presencia de tepetate a una escasa profundidad, lo que limitó el desarrollo de la raíz alcanzando una profundidad de 60 cm, ocasionando en algunos casos su bifurcación. Además, como se indico se presentó una precipitación atípica respecto a la media anual en la zona.

La zona de estudio reune las condiciones para el cultivo de esta planta, como es el tipo de clima (trópico subhúmedo), suelo con buen drenaje, pH neutro, precipitación arriba de los 800 mm y de manejo agronómico básico. Estos factores determinan la altura, el diámetro del tallo y la producción de biomasa (Martínez *et al*., 2014). Es por ello, que el cultivo de moringa en diferentes localidades puede presentar grandes diferencias en los componentes del rendimiento, incluido por las labores de manejo agronómico.

La poda es una actividad agronómica que fomenta el rebrote en las plantas. Para el caso de moringa, se debe podar a 1 o 2 m de la atura del árbol o recortando las ramas a 30 cm por arriba de un nudo (Palada y Chang, 2003) y deben ser plantas maduras de al menos un año de edad, aunque en realidad la planta tolera podas en cualquier momento de su desarrollo. Moringa tiene gran capacidad de rebrote y en épocas lluviosas debe podarse en periodos más cortos (Foidl *et al*., 1999; Soliloquios, 2010). Por las condiciones ambientales del lugar permitieron obtener buenos resultados al realizarce muestreos cada 60 días. Este estudio demostró que la altura óptima de poda es a 1 m con un diámetro de tallo de 137.84 (± 16.92) mm logrando una buena producción de biomasa. Aunque hubo gran cantidad de rebrotes, teniendo la mayor producción de éstos a una altura de 1.50 m, éstos no influyeron en la producción de biomasa.

Trabajos realizados en Cuba determinaron que la altura de la poda influye directamente en la producción de biomasa y contenido proteico (Santiesteban *et al*., 2012). Pues a mayor altura de poda mayor acumulación de agua y metabolitos (Isah *et al*., 2014), obteniendo un bajo rendimiento con una poda a una altura de 1.5 m, siendo ésta la poda más alta en la primera cosecha. Esto resultó diferente a lo obtenido en podas de 2 m, las cuales fueron más productivas comparadas con las podas realizadas a alturas de 1, 1.3 y 1.7 m y sin tener efecto en el diámetro del tallo (Murrieta, 2014). Se ha encontrado que la producción también se ve afectada por la frecuencia de cosecha de hoja, altura de la poda y diámetro del tallo este último tiene que ser mayor a 5 mm, todas estas variables influyen en la supervivencia de la planta (Reyes *et al*., 2006; López *et al*., 2012). Otras estudios afirman que podas a alturas inferiores de 40 cm no rebrotan y el corte óptimo para plantaciones frondosas es de 0.40-1.50 m (Lawal *et al*., 2015). En el caso de los sistemas intensivos se realizan hasta 9 cosechas al año en arboles podados en rangos de altura de 0.15-0.50 m (Orona *et al*., 2015), no se encontró una tendencia en la producción de biomasa por ningún tratamiento. Esto se atribuye a que la producción de hojas puede variar de cosecha en cosecha y no presentar diferencias significativas al analizarse a través del tiempo (Padilla *et al*., 2014).

La producción de biomasa fresca está influenciada por la altura y frecuencia de corte con efectos crecientes y positivos alcanzando los más altos rendimientos a la altura de 40 cm y con frecuencia de corte de 60 días (Fonseca *et al*., 2015). Densidades de 40,000 plantas ha^{-1} pueden llegar a producir 4.24 t ha^{-1} en cortes de 90 días (Castillo *et al*., 2013). En este caso el más alto rendimiento promedio obtenido correspondió a la altura de 1.50 m. La producción de biomasa se vio afectada por la cantidad de precipitación durante el periodo de evaluación, debido a que las podas deben realizarse en épocas de lluvias y no en verano (Costa, 2011). Esto ocasionó que los rebrotes fueran más cortos y delgados, resumiéndose en una baja producción de biomasa (Mommer *et al*., 2006), siendo el caso para este experimento en donde la precipicatción tuvo un efecto importante. Es posible que la respuesta de poda en moringa sea diferente acorde al material genético y prácticas agronómicas. Cabe aclarar que la poda promueve mayor producción de biomasa y se pueden disminuir costos por la cosecha de biomasa. Bajo las condiciones de estudio el periodo de cosecha fue de 60 días, aunque esto puede variar acorde a las condiciones de manejo y ambientales. Es decir, densidades de siembra, alturas de poda, fertilización, riego y otras prácticas agrícolas pueden tener efecto en un mayor o menor nivel de producción de biomasa en moringa (Isah *et al*., 2014).

CONCLUSIONES

Moringa tiene gran resistencia y responde bien a la poda. En esta investigación no hubo pérdida de individuos por el efecto de poda. Es por ello que normalmente se recomienda esta práctica que permite incrementar la ramificación y, por ende, aumentar la producción de hoja (follaje) y facilitar la cosecha. En este caso, aplicando podas a 0.50, 1.00 y 1.50 m de altura no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas en producción de biomasa. El tratamiento de poda a 1.00 m de altura tuvo la mayor producción de biomasa fracción fina en el primer muestreo y el tratamiento de 1.50 m en el segundo muestreo. Promediando ambas cosechas la mayor producción correspondió al tratamiento de 1.50 m. El crecimiento de los rebrotes permitió una producción alta de hojas en ambos muestreos. Se recomienda realizar podas en moringa para promover la producción de biomasa, a una frecuencia de corte cada 60 días. Finalmente, crecimientos de los rebrotes tuvieron diferencias significativas, pero se obtuvo una producción similar de biomasa entre los tratamientos. Por tanto, no se encontraron elementos suficientes para aceptar la hipótesis.

LITERATURA CITADA

Bamishaiye, E. I., Olayemi, F. F., Awagu, E. F. and Bamshaiye O. M. 2011. Proximate and Phytochemical composition of *Moringa oleifera* Leaves at Three Stages of Maturation. Advance Journal of Food Science and Technology. 3(4): 233-237.

Castillo, A., Castillo, C., Ramírez, J. B., Ávilas, L. y Cantos, R. 2013. Efecto de la densidad y frecuencia de la poda en el rendimiento y calidad de la *Moringa oleifera* Lam. XIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPP) 87 p.

Costa, A. 2011. Moringa el árbol de la vida y sus virtudes. Disponible en:

http://afrontarelcancerjuntoalafamilia.ning.com/profiles/blogs/.

Flores, B. A. L. y Duarte, F. J. 2004. Producción de biomasa de *Moringa oleifera* bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el trópico seco de Mañagua Nicaragua. Tesis Ingeniería Zootecnista. Facultad de Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua 59 p.

Foidl, N., Mayorga, L. y Vásquez, W. 1999. Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado Disponible en: biomasa@ibw.com.nihttp://www.fao.org/ag/aga/AGAP/frg/AGROFOR1/Agrofor1.html .

Fonseca, R. F., Molinet, A. S., Santiesteban, R. S., Anaya, K. T. y Torres, M. V. 2015. Efecto de combinaciones de altura y frecuencia de corte sobre el rendimiento de la Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en Granma. Revista Granma Ciencia. 19 (2): 1-7. http://www.grciencia.granma.inf.cu/vol%2019/2/2015_19_n2_a2.pdf

González, C. E. 2013. Determinación del momento óptimo para el corte de forraje de *Moringa oleifera* vc. *Supergenius* en el período lluvioso. IV Congreso internacional de producción animal tropical. La Habana, Cuba 4452 p. http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/19/2013/anuales/anu_361-25-2014-05-16.pdf

Isah, A. D., Bello, A. G. and Zarumaye, S. A. 2014. Effects of cutting heights and interval of cutting on the yield of *Moringa oleifera* (horse raddish). International Journal of Development and Sustainability. 3 (5): 1147-1151.

Lawal, B. A., Olawepo T. F., Asaolu, V. O., Akanbi, W. B., Jolaoso M. A., and Ojo A. M. 2015. Effect of Different Methods of Establishment on Growth and Biomass Yield of Moringa (*Moringa oleifera* Lam). International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 8 (4):650-653.

López, M., Batista, A., Igarza, J. y Plutín, E. 2012. Evaluación agronómica de la *Moringa oleifera* I Taller Nacional de Moringa Ed.CID, Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque Cuba. 54 pgs.

Mackenzia A. A. S. y Cun J. V. C. 2015. Altura de corte en árboles de la especie exótica "moringa" para la producción biomasa en palmales, arenillas. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Unidad académica de ciencias agropecuarias. Machala Ecuador. http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/3008

Martínez P. S., González, F., Suárez, C. A. S. y Escobar M. L. M. 2014. Adaptación y producción de biomasa de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en tres localidades del departamento de Santander. 6to Simposio Nacional Forestal 4 p.

Mommer, L., Lenssen, J., Huber, H., Visser, E. and De Kroon, H. 2006. Ecophysiological determinants of plant performance under flooding: a comparative study among seven plant families. Journal of Ecology. 94:1117–1129.

Murrieta, M. J. R. 2014. Determinación de la altura óptima de poda del cultivo de moringa (*Moringa oleifera*) con fines de producción en la zona de Babahoyo. Tesis de grado para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo. Ecuador facultad de ciencias agropecuarias escuela de ingeniería agronómica. Universidad Técnica de Babahoyo. 56 pags.

Orona, I. C., Olivares, E. S., Vázquez, C. V. y Gallegos M. A. R. 2015. Cultivo de árbol de Moringa (*Moringa oleifera*) y sus usos potenciales. Memoria de la XXVII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED

Padilla, C., Fraga, N., Scull, I., Tuero R. y Sarduy L. 2014. Efecto de la altura de corte en indicadores de la producción de forraje de *Moringa oleifera* vc. Plain. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 48(4):405-409.

Palada, M. C. and Chang, L. C. 2003. Suggested Cultural Practices for Moringa. International Cooperators' Guide AVRDC. AVRDC pub, 03-545. http://miracletrees.org/moringa-doc/moringa_suggested_ways_of_cultivation.pdf

Price, M. L. 2007. The moringa Tree. Echo Technical Note. http://chenetwork.org/files_pdf/Moringa.pdf

Reyes, N. S., Ledin, S. and Ledin, I. 2006. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. Agroforestry Systems. 66:231–242.

Soliloquios. 2010. Podas en Moringa. Disponible en http://patoagonico.blogspot.com/2010/07/el-tenerlo-amarrado-le-ocasiona-danos.html.

Santiesteban, R., Tamayo, E., Verdecia, P., Estrada, J., Diéguez, J., Molinet, D., Espinosa, S.; Espinosa, A. y Cordovi, C. 2012. Influencia de la altura y la frecuencia de corte en el rendimiento de *Moringa oleifera*. I Taller Nacional de Moringa. Instituto de Ciencia Animal, Cuba.

Tapia, D., Borges, J. A., Barrios, M. y León, M. 2012. Fertilización foliar en moringa bajo condiciones de vivero. INIA Divulga. 22-25.

Toral, O., J. Reino, Santana, H. y Cerezo, Y. 2013. Caracterización morfológica de ocho procedencias de *Moringa oleifera* (Lam.) en condiciones de vivero. Pastos y Forrajes. 36(4): 409-416.

Thurber, M. D. and Fahey, J. W. 2009. Adoption of *Moringa oleifera* to combat under-nutrition viewed through the lens of the "Diffusion of innovations" theory. Ecology of Food and Nutrition. 48(3):212-225.

EFECTO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Phytolacca icosandra* SOBRE *Pythium sp* y *Fusarium oxysporum IN VITRO.*

Rocío Arreola-Ruiz [1]
David García-Hernández[67]
Vania Marilyn Marín-Rangel[1]
Alma Teresa Miranda-Quiroz[1]
Marco Antonio Iniestra-Aniceto[1]

RESUMEN

Existen estudios sobre el uso de extractos acuosos y etanólicos de hojas y frutos de varias especies del género *Phytolacca* L., con acción, bactericida, fungícida, mitogénica y molusquícida. Extractos metanólicos de frutos de *P. tetramera* Hauman, con actividad fungícida han sido evaluados contra patógenos oportunistas en humanos (Escalante *et al.* 2002; Santecchia *et al.* 2002 y Zacchino, 2004).
Pythium consta de más de 200 especies (Dick, 2001), distribuidas en el mundo. Son considerados los patógenos más importantes en el suelo. (Elnaghy *et al.,* 2014a). En invernaderos, viveros, campos agrícolas y bosques ocasiona pudrición de semillas, ahogamiento de plántulas, pudrición de raíces, frutos, etc (MacDonald *et al*., 1994; Agrios, 2005).
F. oxysporium es un hongo cosmopolita (Booth, 1971), saprofitico, constituyente de la comunidad de hongos del suelo y la rizosfera de plantas (Gordon y Martyn, 1997). Causante de la pudrición de la raíz, damping off y marchitez de un amplio rango de plantas ornamentales y cultivos agrícolas económicamente importantes provocando pérdidas de más del 50 % de su producción (Fravel, *et al,* 2003; Hernández, *et al;* 2014; Charline, *et al*, 2016; Hanson y Jacobsen, 2009).
La presente investigación evaluó la actividad antifúngica de extractos etanólicos de hojas y frutos maduros de *P. icosandra* sobre el crecimiento de *Pythium sp y Fusarium oxysporum* mediante *el método de* medio envenenado*.* Como controles se utilizaron PDA con etanol y PDA sin extracto, todos los tratamientos se incubaron por 20 días *y* se realizaron por triplicado.
El extracto etanólico de hoja y fruto maduro de *Phytolacca icosandra* presentó un porcentaje de inhibición del crecimiento de *Pythium sp* del 100%; sin embargo, el mismo extracto no mostro inhibición sobre el crecimiento de *Fusarium oxysporum* Lo anterior sugiere que el extracto etanólico de fruto maduro y hoja de podría ser una alternativa ecológica para control de *Pythium.*

PALABRAS CLAVE

Extracto, *Phytolacca icosandra Pythium sp, Fusarium oxysporum*.

INTRODUCCIÓN

La protección de plantas contra los patógenos permanece como una preocupación para la investigación agrícola (Guleria & Kumar, 2006). Los investigadores han tenido éxito en controlar algunas enfermedaes aunque al comienzo de su aparición se usaron fungicidas sintéticos.Por otra parte el uso inadecuado de los fungícidas expresados en términos de tipo, toxicidad, número de aplicaciones y dosis han producido contaminación que afecta los agroecosistemas siendo la acumulación de residuos potencialmente peligroso para la salud de los seres humanos y de los

[67] Universidad Tecnológica de Morelia, Área de Biotecnología. dasahim@hotmail.com

animales (Bolivar *et al*., 2009). El uso de pesticidas de origen vegetal se ha sugerido por algunos investigadores como alternativas naturales al uso de los sintéticos (Montes-Belmont, 2009). Las plantas representan una rica fuente de agentes antimicrobianos. Son utilizadas en diferentes países y son fuentes de potentes drogas. (Srivastava *et al.,* 1996). Diversas partes de las plantas medicinales (raíces, tallos, frutos, etc) se han utilizado para extraer los compuestos activos que poseen una diversidad de propiedades (Uniyal *et al.,* 2006). Una serie de estudios ha confirmado la eficacia de los extractos de plantas en el control de enfermedades fúngicas (Farias Magalhães *et al*., 2003; Zapata *et al*., 2003; Sung Og *et al*., 2007; Bolivar *et al*., 2009; Pineda *et al*., 2010; Pérez *et al*., 2011).

Phytolacca icosandra se conoce como cóngara, cóngaran, congarani, cóngora, cónguera, conguerama, conguerán, conguerani, cónguira, conguirán (lengua purépecha), góngora, mora, ñamole. amole, amolxíhuitl, higuerilla, jabonera, lavarropa, mazorquilla, paluh akw'aal (lengua huasteca), quelite, verbechina.. Es una planta herbácea perenne hasta de 1.5(2) m de alto, a menudo robusta y semejando un arbusto, tallo erecto, algo suculento, estriado y con frecuencia morado a rojizo; peciolo hasta de 4 cm de largo, lámina foliar por lo común elíptica, pero variando a ovada, obovada, lanceolada u oblanceolada, de 4 a 18 cm de largo y 1.5 a 6 cm de ancho, obtusa a acuminada en el ápice, inflorescencias en forma de espigas o racimos espiciformes terminales o con más frecuencia opuestos o subopuestos a las hojas, erectos, hasta de 25 cm de largo y 1 cm (en fruto hasta 2 cm) de ancho, densamente floríferos,fruto joven verde, más ancho que largo, profundamente lobado, en la madurez subgloboso, de 5 a 8 mm de diámetro, negruzco; semillas reniformes a lenticulares, de 2 a 3 mm de diámetro, negras, brillantes.

Existen una serie de estudios sobre el uso de los principios activos de extractos acuosos y etanólicos de hojas y frutos de varias especies del género *Phytolacca* L., con acción analgésica, antiinflamatoría, bactericida, fungícida, mitogénica y molusquícida (Nickell, 1959; Parkhurst *et al*., 1973; Woo & Kang, 1975, 1976; Moreno & Rodríguez, 1981; Kang & Woo, 1987; Yang-Hua, 1989, 1990, 1992; Favel *et al*., 1994; Nielsen *et al*., 1995; Gattuso, 1996; Quiroga *et al*., 2001; Farias Magalhães *et al*., 2003; Delporte *et al*., 2009). También, algunos principios activos han sido encontrados en extractos metanólicos de frutos de *P. tetramera* Hauman, los cuales son una fuente de saponinas con actividad fungícida contra patógenos oportunistas en humanos (Escalante *et al.* 2002; Santecchia *et al.* 2002 y Zacchino, 2004).

El género *Pythium* consta de más de 200 especies (Dick, 2001), que se encuentran ampliamente distribuidas en todo el mundo. Sus especies son consideradas los patógenos más importantes en el suelo. La presencia del patógeno y la severidad de la enfermedad esta asociada a un uso intensivo del suelo; una rotación inadecuado de los cultivos, disminución del periódo de lluvias, lo cual lleva a una disminución de la fertilidad del suelo y un incremento del patógeno en el suelo (Abawi et al., 2006). Las especies de *Pythium* se encuentran en el suelo especialmente en los cultivos aunque podría encontrarse en suelos forestales y praderas con mínima presencia en los desiertos (Elnaghy et al., 2010; Elnaghy et al., 2014a). Puede vivir como saprófito sobre restos de plantas muertas o puede ser patógeno. En sistemas de producción tales como invernaderos, viveros, campos agrícolas y bosques ocasiona pudrición de semillas, ahogamiento de plántulas, pudrición de raíces, frutos y otros órganos vegetales que se encuentran en contacto con el suelo (MacDonald *et al*., 1994; Agrios, 2005). También se asocia con una reducción en el vigor de plantas adultas, ya que daña la raíz; pero generalmente no las mata (Martin, 2009).

Este oomicete puede ser introducido en viveros, establecerse ahí, dispersarse e infectar plantas susceptibles, un número pequeño de plantas infectadas genera una gran cantidad de propágulos (MacDonald *et al*., 1994). Debido a las pérdidas económicas producidas por patógenos en plantas ornamentales en vivero, se han realizado estudios a nivel mundial para detectarlos y se han

identificado varias especies de *Pythium* causando daños, entre las que se encuentran: *P. aphanidermatum*, *P. cylindrosporum*, *P. intermedium*, *P. irregulare*, *P. pachycaule*, *P. paroecandrum*, *P. spinosum*, *P. splendens*, *P. sylvaticum*, *P. ultimum* var. *ultimum* y *P. vexans* (Duff, 1993; Tello *et al*., 1995; Al-Sa'di *et al*., 2007), en agua de riego se ha identificado *P. dissotocum*, *P. porphyrae*, *P. sulcatum* y *P. torulosum*, (Kong *et al*., 2004).

El género *Fusarium* es un patógeno del suelo, necrotrófico, fitopatógeno y que algunas species causan serias enfermedades en plantas alrededor del mundo. F oxysporum es un fitopatógeno cosmopolita que causa pudrición de la raíz damping off y marchitez. (Li *et al*., 1996; Ovadia *et al.*, 2000; Hanson and Jacobsen, 2009). Consiste de más de 120 formas especiales de acuerdo al huesped que infecta.Cada uno de ellos puede subdividirse en razas fisiológicas con patrones de virulencia característicos sobre diferentes variedades de hospederos (Webster et al., 2008).

Fusarium oxysporum es un habitante del suelo que también puede diseminarse por semilla (Abdalla et al. 1998). Los Fusarium causantes de marchitez siguen un patrón similar de infección; penetran por la raíz y colonizan en el tallo de las plantas el sistema vascular (Turlier *et al.* 1994). La eficacia de los fungicidas en el control de la marchitez no está comprobada, aunque a nivel in vitro se han obtenido algunos resultados positivos, así como con control biológico (Jiménez y Sanabria 1997 a y b). La búsqueda de nuevas alternativas de control que complementen la resistencia genética constituye una de las prioridades actuales en el manejo de la enfermedad, el uso de productos naturales es una de las medidas en las que se está haciendo énfasis porque permite un control de la plaga con daños mínimos al ambiente. Entre los productos naturales, los extractos de plantas han demostrado tener efectos positivos en el control de patógenos foliares y del suelo (Awuah 1994, Lawson *et al.* 1998, Bower y Locke 2000, Bravo *et al*. 2000, Guevara *et al.* 2000).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la actividad antifúngica de extractos etanólicos de hojas y frutos maduros de *P. icosandra* sobre el crecimiento de *Pythium sp y Fusarium oxysporum in vitro.*

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El desarrollo de la investigación se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Tecnológica de Morelia.

Obtención de extractos etanólicos de frutos maduros y hojas de *Phytolacca icosandra*.

Para la preparación de los extractos, se molieron 25gr de fruto maduro sin tallo y/ó hojas de *Phytolacca icosandra* con 75ml de etanol durante 30/s a 3000rpm (Molino Retsch Grindomix GM200) se dejó reposar a temperatura ambiente en frascos ambar durante 7 días y se filtró con papel filtro Whatman del # 1 El filtrado se concentró por destilación simple. El concentrado se deposito en un frasco ambar de 100 ml y se guardó en refrigeración a 4° C para su posterior uso

Preparación de inoculos.

Se utilizaron cultivos puros de *Pythium sp y de Fusarium oxysporum.,* cultivados en Agar dextrosa papa (PDA) por 5 días. Dichas cepas fueron donadas por la D.C.Silvia Patricia Fernández-Pavia.

Bioensayos antifúngicos

Método de medio envenenado

La evaluación de la actividad del extracto contra *Pythium sp; y Fusarium oxysporum,* se realizó por medio de la medición del halo de crecimiento de los hongos con respecto al control, de acuerdo a la técnica de medio envenenado descrita por Grover y Moore e *Isidrón et al*. (2003)

Para la evaluación se prepararon medios envenenados con extracto etanólico de hojas y fruto maduro de *Phytolacca icosandra* en medio PDA, en base a las especificaciones del fabricante. Como control negativo, se empleo PDA sin extracto y PDA con etanol. Después de la solidificación del medio, se colocó en el centro de cada placa de Petri un disco con micelio de 9 mm de diámetro de los hongos de estudio (*Pythium sp; y Fusarium oxysporum)*, extraídos con un sacabocado esterilizado para cada tratamiento. Los tratamientos se hicieron por triplicado. Las placas se incubaron a 25 ± 2°C durante 20 días. Después de la incubación, se midio el crecimiento radial en mm.

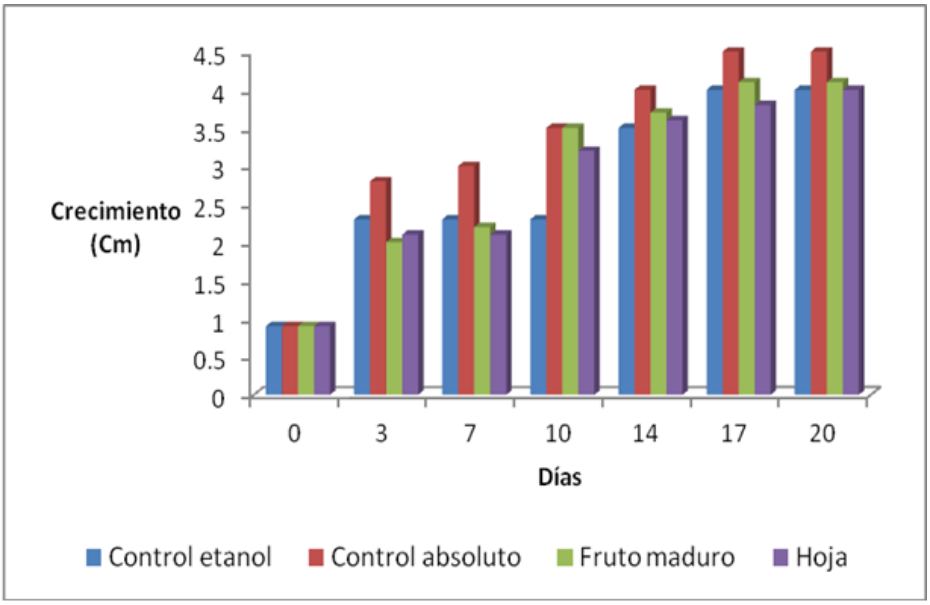
Los resultados de los ensayos de actividad antifúngica se interpretaron como porcentaje de inhibición (% I), el cual se determinó mediante la siguiente fórmula (Pandey *et al.,* 1982):

%I= (crecimiento en el control – crecimiento en el tratamiento)/ crecimiento en el control * 100

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los estudios para evaluar el efecto antifúngico de extracto etanólicos de fruto maduro y hoja de *Phytolacca icosandra*, sobre el crecimiento de *Fusarium oxysporum* se observó que el crecimiento de *Fusarium oxysporum* en medio envenenado por los extractos no se vió afectado por dichos extractos en comparación al crecimiento en el control durante todos los días del tratamiento (Fig 1). Lo anterior indica que el extracto de *P. icosandra* no tiene ningún efecto inhibitorio sobre el crecimiento del hongo.

Fig. 1 Efecto del extracto etanólico de hojas y fruto maduro de *Phytolacca icosandra* sobre el crecimiento de *Fusarium oxysporum* in vitro.



Los resultados mostraron que en el medio de PDA sin extracto (control absoluto) y con etanol se observó un crecimiento micelial abundante de *Pythium*; al día 3 del tratamiento de aproximadamente 5.6 cm y al día 7 todo el diámetro de la caja petri del control (absoluto y con etanol) quedo completamente cubierta por *Pythium* sp (Fig 2). Para el caso del crecimiento de *Pythium sp* en medio envenenado se inhibió completamente tanto en el extracto de fruto maduro como en el de hoja de *Phytolacca icosandra* durante todo en periodo de evaluación (20 días) en comparación al control. Lo anterior nos indica que el extracto de fruto maduro y hoja de *Phytolacca icosandra* podría ser una alternativa amigable con el ambiente para su control.

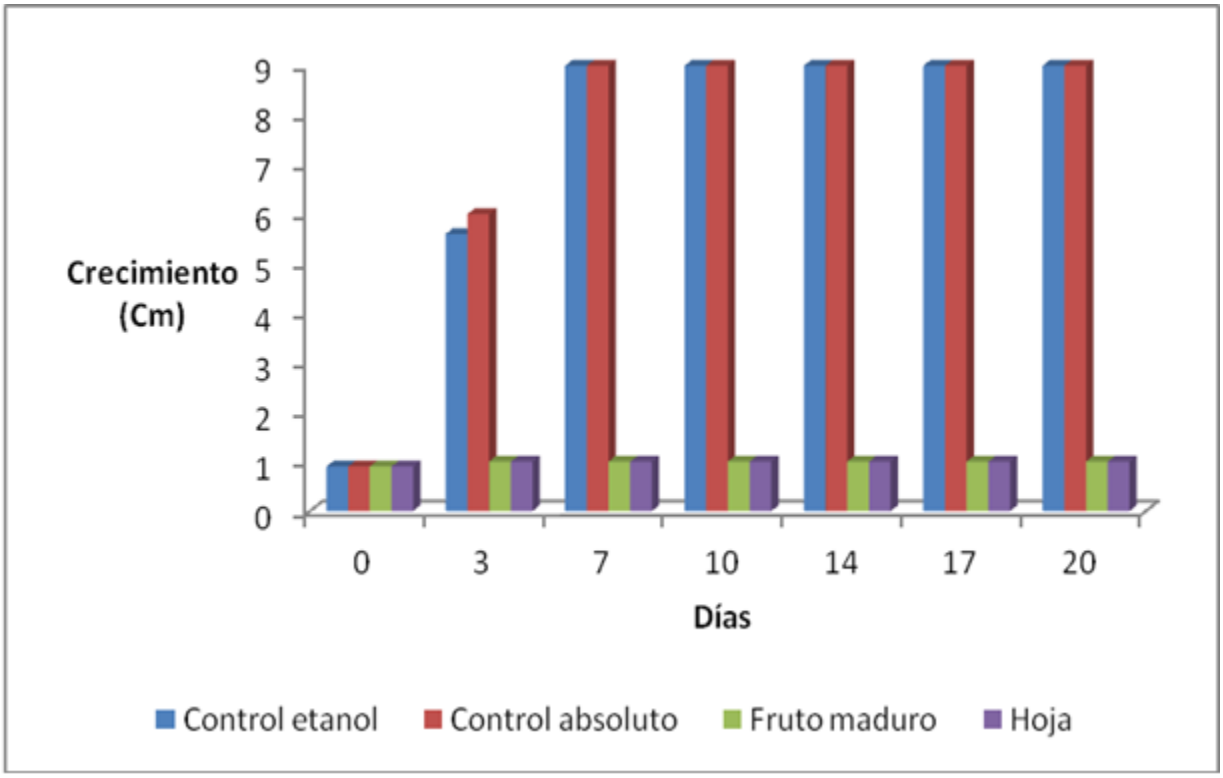


Fig. 2 Efecto del extracto etanólico de hojas y fruto maduro de *Phytolacca icosandra* sobre el crecimiento de *Pythium sp* in vitro.

DISCUSIÓN

Existe un gran interes por desarrollar alternativas amigables con el ambiente para el control de enfermedades fúngicas en plantas. Existe un gran número de investigaciones sobre este tema. En un estudio realizado por Hernández *et al* en el 2013, compararon las actividades antifúngicas de extractos acuosos y etanólicos de extractos de hojas de *P. tetramera*. Los resultados demostraron que los extractos etanólicos proveen el mayor efecto sobre el control del hongo, acorde con referencias previas sobre actividades antifúngicas de diferentes especies y susbstancias probadas tales como aceites esenciales extraídos de diferentes plantas (Sung Og *et al.,* 2007), saponinas de fabaceas (Farias Magalhaes *et al*., 2003). Por lo cual, en este reporte concordamos con los autores anteriormente mencionados y de acuerdo a los resultados obtenidos consideramos los extractos etanólicos de hojas y de fruto maduro de *P. icosandra* como una alternativa viable para el control de *Pythium sp*.

Es del conocimiento que la presencia de saponinas en el género *Phytolacca* fue determinado por primera vez por Dominguez (1928) en *P. dioica* L. más tarde algunas saponinas fueron aisladas de diferentes especies de *Phytolacca* (Woo & Kang, 1975, 1976; Kang & Woo, 1987; Yang-Hua, 1989, 1990, 1992; Nielsen *et al.,* 1995; Santecchia *et al.,* 2002).

En 1996 Gatusso, se refirio a la presencia de saponinas triterpenoides dando una significancia quimiotaxonómica a la subfamilia Phytolaccoideae.

Por otra parte se conoce que las saponinas tienen actividad antifúngica (Moreno & Rodríguez, 1981; Farias Magalhaes *et al*., 2003), debido a su capacidad de formar complejos con los esteroles de la membrana y producir la desintegración de la membrana (Glauert *et al*., 1962; Montes-Belmont, 2009). También se ha reportado el efecto inhibitorio de hongos patogénicos de humanos de saponinas aisladas de frutos de *P. tetramera* por Escalante *et al*. (2002), and Zacchino (2004).

CONCLUSIONES

Los extractos etanólicos de fruto maduro y de hoja de *P Phytolacca icosandra* inhibe completamente el crecimiento de *Pythium sp*, mientras que en el caso de *Fusarium oxysporum no lo inhibió* a los 20 días de tratamiento.
El uso de extracto de fruto maduro y hoja de *Phytolacca americana* podría ser una alternativa amigable con el ambiente para su control, además de ser más económico que los tratamientos químicos tradicionales

AGRADECIMIENTOS
A la D.C.Silvia Patricia Fernández-Pavia por la donación de las cepas de hongos fitopatógenos

LITERATURA CITADA

Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski. Notas sobre el género Phytolacca en México. Acta Bot. Mex. 53: 49-67. 2000.
Abawi G.S., Ludwig J.W. & Gugino B.K., 2006. Bean root rot evaluation protocols currently used in New York. *Annu. Rep. Bean Improv. Cooperative*, **49**, 83-84.
Rusagara Nzungize John, Lyumugabe François, Busogoro Jean-Pierre, Jean- Baudoin, Pierre. (2012). *Pythium* root rot of common bean: biology and control methods. A review *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **16**(3), 405-413
Díaz-Celaya, Marlene, Rodríguez-Alvarado, Gerardo, Silva-Rojas, Hilda Victoria, Pedraza-Santos, Martha Elena, Salgado-Garciglia, Rafael, Fernández-Pavía, Sylvia Patricia, IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE Pythium AISLADAS DE PLANTAS ORNAMENTALESRevista Mexicana de Ciencias Agrícolas [en linea] 2011, (Noviembre-Diciembre) : [Fecha de consulta: 28 de junio de 2017] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263122300003> ISSN 2007-0934
Koji Kageyam. (2014). Molecular taxonomy and its application to ecological studies of Pythium species J Gen Plant Pathol (80:314–326.
Ambikapathy, V., Gomathi, S., and Panneerselvam, A. (2011)Effect of antifungal activity of some medicinal plants against *Pythium debaryanum* (Hesse). Asian Journal of Plant Science and Research. 1 (3): 131-134.
Hashem Al-Sheikh (2015). Eliminating of Pathogenic Soil Borne *Pythium* SpeciesSpreading Across the Marine Port of Duba. Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences) Vol.16 No.1 1436.
Manayay Guevara, Claudia Ana Luz; Cordova Rojas, Lizbeth Maribel; Garcia López, Jhon Wiston; Vásquez Vásquez, José Modesto. (2016).Efecto antagónico de una cepa de *Trichoderma sp* sobre *Fusarium sp*. en planta de tomate Río Grande (*Solanum lycopersicum*) UCV-HACER Rev. Inv. Cult. Volumen 5, Nº 1, Enero – Junio.
Bahraminejad Sohbat, Abbasi Saeed and Amiri Reza (2015). The effect of some medicinal and ornamental plant extracts against Fusarium oxysporum J. Crop Prot. 2015, 4 (2): 189-197.
Booth, C. (1971) The genus Fusarium. Kew, Surrey, UK. Commonwealth Mycological Institute 237pp.
Charline Lecomt, Claude Alabouvette, Véronique Edel-Hermann, FabienRobert, ChristianSteinberg (2016). Biological control of ornamental plant diseases caused by *Fusarium oxysporum*: a review. Elsevier. 101:17-30.
Fravel, D., Olivain, C. & Alabouvette, C. (2003) Fusarium oxysporum and its biocontrol. New Phytologist 157: 493-502.

Gordon, T.R. & Martyn, R.D. (1997) The evolutionary biology of Fusarium oxysporum. Annual Review of Phytopathology 35:11-128.
Hernández Martínez, Rosendo, López Benítez, Alfonso, Borrego Escalante, Fernando, Espinoza Velázquez, José, Sánchez Aspeytia, David, Maldonado Mendoza, Ignacio Eduardo, & López Ochoa, Luis Alejandro. (2014). Razas de Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici en predios tomateros en San Luis Potosí. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *5*(7), 1169-1178.

PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA DE CHAYA BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN QUINTANA ROO, MÉXICO

María De Jesús Méndez-Aguilar[68]
Deb Raj-Aryal[69]
Carlos Valentín Interián-Sandoval[1]
Edward Emmanuel Brito-Estrella[1]
Lidia Esther Serralta-Peraza[1]

RESUMEN

La planta de chaya se adapta a condiciones extremas de baja humedad o fertilidad, sin embargo, en Quintana Roo, México no se produce a gran escala debido a que su consumo se ha reducido principalmente por las nuevas generaciones a causa de la globalización y, por ende, esta planta actualmente está subutilizada. Aunado a esto las condiciones económicas de la población rural es baja y pocos son quienes producen de manera convencional por los altos costos de producción, mientras que otros practican la agricultura tradicional de temporal, sin embargo, se ha reducido su rendimiento y diversidad. Por ello, registrar el rendimiento y producción de cultivos que se adapten a las condiciones de la zona maya de Quintana Roo con un esquema productivo con enfoque agroecológico. La chaya entonces puede ser una planta potencial para ser cultivad en zonas de barbecho debido a sus características y fácil adaptación. El objetivo fue registrar el rendimiento del cultivo de chaya con y sin asociación, bajo condiciones de temporal y manejo agroecológico. En 2014 se estableció un cultivo de chaya dulce con diferentes densidades de siembra en monocultivo y otras asociadas con jamaica. No se encontró diferencia significativa entre tratamientos con respecto a la cosecha, se tuvo una mortalidad del 32 %, principalmente desde la siembra e incrementó después de la segunda cosecha. El peso promedio de chaya fue de 122 gr/pta/año, esto bajo condiciones de temporal y con manejo agroecológico; el rendimiento acumulado fue de 0.03 t/h. obtenido de cinco cosechas. La chaya puede ser un cultivo potencial para la zona porque representa una alternativa alimentaria, sin embargo, requiere buscar otras alternativas productivas, que fortalezcan la fertilidad de los suelos, principalmente por ser una planta de importancia sociocultural y económica.

PALABRAS CLAVE: chaya, agroecológico, agricultura, asociación y rusticidad.

INTRODUCCIÓN

Desde la época prehispánica se consumen las hojas y brotes jóvenes de chaya (*Cnidoscolus chayamansa*) en el sureste del país, sobretodo en la península de Yucatán (Pérez-González *et al.*, 2016). Esta planta es originaria del sur de México y Guatemala (Cifuentes y Porres, 2014), y actualmente se reporta su presencia en todos los huertos familiares del sureste de México, en tabasco se ha reportado con baja frecuencia (menos de cinco plantas) y con rendimiento de 30 kg. por planta, siendo la única planta disponible para consumo durante todo el año (Van der Wal, Huerta y Torres, 2011). En Quintana Roo a pesar de estar presentes en los huertos familiares recibe poco manejo, pero sí riego en época seca. Esta planta también tiene alto contenido de proteínas, minerales, vitaminas, cumarinas, ácidos grasos, triterpenos y flavonas; siendo éstos últimos los probables responsables de la actividad antioxidante, antiinflamatoria y

[68] Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo. maria.mendez@uimqroo.edu.mx
[69] Facultad de Ciencias Agronómicas, UNACH, Villaflores, Chiapas.

hepatoprotectora (Pérez-González *et al.*, 2016), es por ello que la chaya puede ser un cultivo potencial para fortalecer las necesidades alimenticias y de salud de la población rural con escasos recursos.

Por lo anterior, se estableció un sistema productivo de chaya con diferentes distancias de siembra, solo o asociado con jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), con manejo agroecológico y en condiciones de temporal en 2014 a 2016. Teniendo como objetivo registrar el rendimiento del cultivo de chaya con diferentes densidades de siembra con manejo agroecológico en Quintana Roo, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio fue José María Morelos, Quintana Roo, la cual se encuentra en la región centro-occidente, con una superficie total de 6.739 km², limita al este con el municipio de Felipe Carrillo Puerto y al sur con el municipio de Bacalar; el oeste con los municipios de Calakmul y Hopelchen del estado de Campeche; y al noroeste los de Tekax, Tzucacab y Peto en el estado de Yucatán (INEGI (2010).

La parcela en donde se estableció el cultivo de chaya con diferentes densidades de siembra fue un terreno con sucesión secundaria de una superficie de 1,150 m^2, este terreno tenía diferentes características de relieve y suelo ligero, pedregoso; con vegetación natural de selva alrededor de la misma.

El terreno fue preparado haciendo cepas de 30 cm X 20 cm, las cuales eran llenadas con hojas y materia orgánica. La siembra se hizo a inicios de julio de 2014 con esquejes de chaya de 30-40 cm de longitud, el material usado fue chaya dulce extraída de huertos familiares de la misma comunidad.

La parcela fue dividida por 8 surcos con 1.5 de distancia, de cada surco se dividió a la mitad, en donde una primera mitad lo ocupaba un tratamiento y la otra mitad un tratamiento diferente; los tratamientos se distribuyeron de manera que estuvieran representados en toda la parcela (Figura 2).

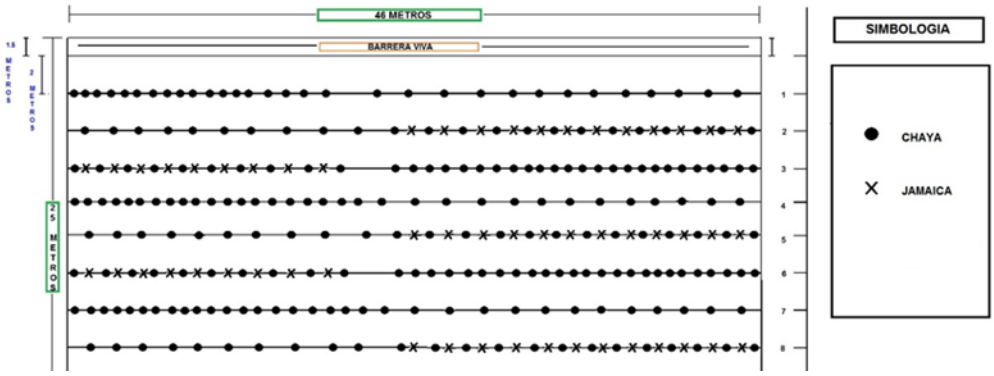


Figura 2.-Distribución de los tratamientos establecidos en la parcela experimental, José María Morelos, Quintana Roo.

Los tratamientos fueron: chaya intensiva (CI) con distancia entre plantas de 1 m, chaya extensiva (CE) con distancia entre plantas de 2 m y chaya asociada (CA) en donde las plantas tanto de jamaica (Criolla Quintana Roo tardío) y chaya se cultivaron de manera intercalada dentro del

mismo surco con distancia de 1 m, primero; se cultivó la chaya y en época de lluvia en 2015 se sembró la jamaica criolla.

En esta superficie se establecieron 257 plantas, teniendo por tratamiento de 11 a 22 plantas de chaya dulce para CE y CI, respectivamente. Para el tratamiento de CA se establecieron además de las 11 plantas de chaya se intercaló el mismo número de plantas de jamaica (Cuadro 1).

Cuadro 1.-Densidades de siembra de chaya por superficie cultivada y en una hectárea.

Tratamiento	En 1,150 m^2	10,000 m^2
CI	110	1000
CE	55	5000
CA	55	5000

Después de los dos a tres meses de siembra se tuvo una mortalidad del 16 % por la precipitación errática y después de la segunda cosecha se registró el 16 % más de pérdida de las plantas debido al ataque de termitas y bacteria *Erwinia* spp.

El manejo de la plantación se realizó bajo condiciones de temporal. Se registró una precipitación promedio para 2014 de 1,318.9 y para los siguientes dos años una precipitación de 1,268 mm con una temperatura promedio de 25.9 °C para los tres años. Las deshierbas se hicieron manuales y en época de seca solo una vez por mes (enero-mayo) y dos deshierbas por mes en época de lluvia (junio-octubre). Posterior a cada deshierba se colocó cobertura a las plantas para evitar la pérdida de humedad en el suelo. Cada dos meses se realizó el deshoje (quitar hojas secas); después de la segunda cosecha se hizo una poda de formación quitando ramas que provocaban competencia en el crecimiento de las hojas. En 2015 y 2016, durante la época de sequía se observó la presencia de *Tetranychus* spp. y *Corithuca* spp. para ello se realizó un preparado de ortiga aplicándolo en intervalos de siete días hasta reducir su presencia. En el caso de *Erwinia* spp. se realizó una poda sanitaria y posteriormente un sellado de cal, debido a que solo se presentó a nivel de ramas. Mientras que las termitas fueron observadas ejerciendo daño al final de las cosechas y no fueron controladas (en corroboración).

La cosecha se inició a los 11 meses después de haber sido sembrada la chaya esta consistió en extraer todas las hojas con todo y peciolo, dejando únicamente los brotes nuevos en toda la planta. Se hicieron cinco cosechas en intervalos de tres o cuatro meses, Cosecha 1= julio 2015; cosecha 2 =noviembre 2015; cosecha 3=febrero 2016; cosecha 4=abril 2016 y cosecha 5= octubre 2016. Se registró el peso total cosechado por planta dentro de cada tratamiento, con esto se hizo un análisis de varianza de medidas repetidas, puesto que los datos reflejan las diferentes cosechas hechas a las mismas plantas.

RESULTADOS

El número de plantas cosechadas para el tratamiento chaya intensiva osciló entre 54 a 67 plantas; de 35 a 45 plantas para el tratamiento chaya extensiva y de 29 a 40 para chaya asociada con jamaica (Cuadro 1). Del total de plantas establecidas solo se cosecharon 174 plantas de chaya al menos tres veces. Al respecto Aguilar-Luna *et al*. (2011) mencionan que la plantación de chaya hasta los 360 días después de la plantación tiene un sistema radical seis veces menor en comparación con el desarrollo de la parte aérea, por ello afirma que el crecimiento radical de la chaya es lento. Quizás la presencia de termitas dentro de la plantación y con daño lento provocó que las plantas empezarán a morir, pero también pudo ocasionar bajo rendimiento de follaje de la plantación. Esto porque aunado a la presencia de *Erwinia* spp. las plantas empezaron a demeritar su vigor y rendimiento.

Con respecto al rendimiento, Van der Wal, Huerta y Torres (2011) reportan para huertos familiares de Tabasco 30 kg. por planta en un año, para este trabajo en promedio las plantas de chaya tuvieron un rendimiento de1.22 kg/pta./año para chaya intensiva, de 0.75 kg/pta/año para chaya extensiva y 0.80 kg para chaya asociada a jamaica. Este bajo rendimiento se registró en época seca, ya que en este trabajo no se aplicó ningún riego de auxilio como lo hacen en los huertos familiares, y al parecer es una actividad determinante como lo mencionan Molina-Cruz y Cifuentes (2003) en donde mencionan que la planta de chaya no necesita muchos cuidados pues es tolerante al calor y la sequía, pero debe regarse una o dos veces por semana durante la temporada seca ya que la disminución en la humedad del suelo reduce la producción de biomasa. Otra actividad que no se hizo en este trabajo y que puede ser importante para el crecimiento de la planta son las podas, ya que en los huertos se hace para “rejuvenecer” a la planta y mejorar su producción y calidad de hojas.

Cuadro 1.-Pesos totales y promedios por plantas, según los tratamientos y cosechas de las plantas de chaya, en condiciones de temporal (2015-2016).

TRATAMIENTOS		NÚMERO DE COSECHAS				
		1	2	3	4	5
CHAYA INTENSIVA	PESO TOTAL (kg.)	6.30	13.30	29.30	8.43	16.07
	PTAS. COSECHADAS	64	64	57	64	59
	PESO (kg.) PROMEDIO/PTA.	0.10	0.21	0.51	0.13	0.27
CHAYA EXTENSIVA	PESO TOTAL (kg.)	4.87	7.43	2.24	5.21	9.63
	PTAS. COSECHADAS	45	38	35	44	36
	PESO (kg.) PROMEDIO/PTA.	0.11	0.20	0.06	0.12	0.27
CHAYA-ASOCIADA CON JAMAICA	PESO TOTAL (kg.)	3.89	9.46	1.95	4.67	8.66
	PTAS. COSECHADAS	33	40	29	38	34
	PESO (kg.) PROMEDIO/PTA.	0.12	0.24	0.07	0.12	0.25

La producción acumulada obtenida durante un año de cosechas en diferentes épocas del año, fue de 0.025 a 0.03 t/ha (Figura 2). Las temporadas de menor cosecha fueron 3 y 4 esto coincide con la sequía ya que en esta temporada las plantas de chaya pierden las hojas y las que se quedan son de menor tamaño. Para el caso de las cosechas 1, 2 y 5 se realizaron en épocas de mayor precipitación pluvial, en estas cosechas el tamaño y abundancia de las hojas por planta fue mayor.

Al respecto existen varias fuentes bibliográficas reportando producción de 30-60 t/ha/año en el Valle de Guatemala con densidades de siembra 2,500 a 4,444 plantas/ha, además de riegos de

auxilio dos veces por semana (Cifuentes y Porres, 2014); para esta misma región Molina-Cruz y Cifuentes (2003) han reportado de 32.8 a 44.8 t/h/año con manejo convencional de fertilización, deshierbe y manejo fitosanitario quimico, así como riegos de auxilio para época seca. En México Aguilar-Luna *et al.* (2011) reporta 30 t/ha/año con densidades de 2,706 a 2,889 con un manejo integrado, es decir aplicación de hormonas de crecimiento a raíces y ápices aéreos de la planta de chaya. Definitivamente el factor manejo y densidad de siembra jugó un papel importante en los experimentos citados anteriormente.

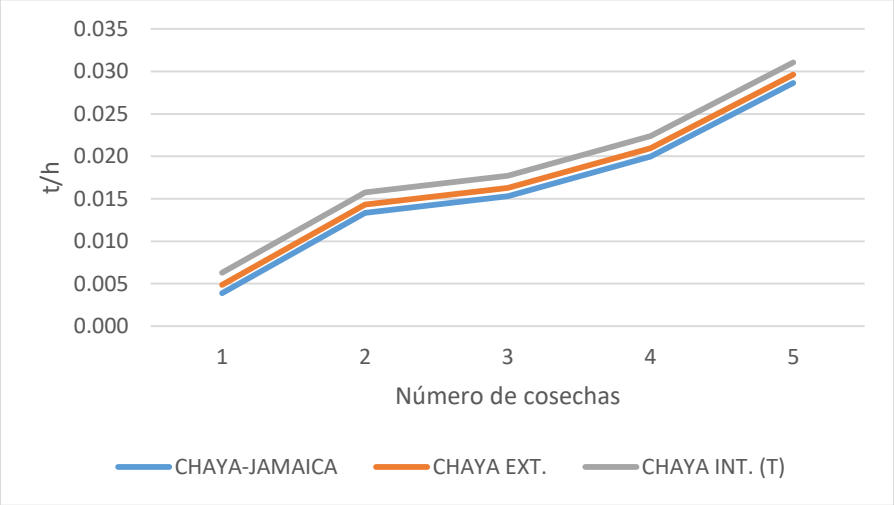


Figura 2.-Rendimiento acumulado de la producción de chaya con diferentes densidades de siembra, en condiciones de temporal (2015-2016).

Por lo anterior, al realizar el análisis no se encontró diferencia significativa entre tratamientos y cosechas (Figura 3). Sin embargo, esta producción reportada puede incrementarse si se hacen mayores esfuerzos por mejorar la fertilidad del suelo previo al establecimiento, además de adaptar estrategias de manejo para los organismos perjudiciales que se hospedan en la planta de chaya.

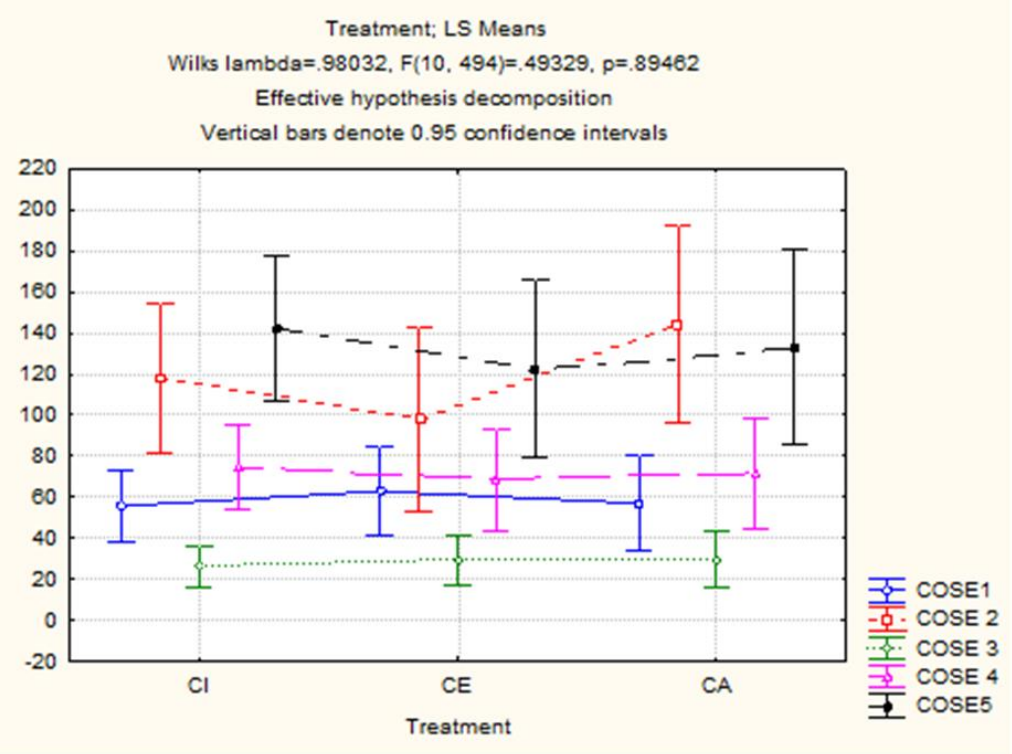


Figura 3.-Analisis de varianza de medidas repetidas, por tratamiento y número de cosecha, de chaya bajo condiciones de temporal (2015-2016).

En cuanto a la producción de Jamaica, el 38 % de las plantas establecidas fueron cosechadas, obteniendo, en promedio, 23 flores por planta, con un peso promedio de 70 gr. de semilla, para el año 2016, en otros trabajos no publicados se ha tenido pérdida total del cultivo de jamaica por precipitaciones erráticas al intentarlo cultivar en condiciones de temporal.

CONCLUCIONES

La chaya puede cultivarse de manera agroecológica en la Zona Maya de Quintana Roo porque representa una alternativa alimentaria y de salud para la población, sin embargo, se requiere continuar experimentando con más estrategias agroecológicas, para mejorar su viabilidad económica que la convierta en una opción agrícola alternativa para la zona.

AGRADECIMIENTOS

A los jóvenes de la V, VI y VIII generación de Ingeniería en Sistemas de Producción Agroecológicos de la Universidad Intercultural Maya de Quintana roo por su aporte en la parcela de chaya y a los productores que siguieron de cerca el experimento.

BIBLIOGRAFICA CITADA

Aguilar Luna, Jesús Mao E.; Macario Mendoza, Pedro A.; Huerta Lwanga, Esperanza; Hernández Daumás, Salvador; Alba Becerra, Ramiro de y García Villanueva, Eduardo (2011). Crecimiento y productividad de chaya (*Cnidoscolus chayamansa* McVaugh, Euphorbiaceae) con densidad de plantación variable. Cultivos Tropicales, vol. 32, no. 1, p. 42-48.

Cifuentes R. y V. Porres (2014). La Chaya una planta muy nutritiva. Proyecto UVG-USDA-FFPr10. Centro de Estudios Agrícolas y Alimentarios, CEAA. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 24 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015). Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo. México. 382 p.

Molina-Cruz A. y Cifuentes-Porres, V. (2003). Informe final proyecto: Evaluación de cuatro selecciones de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*: Euphorbiaceae) y dos niveles de defoliación en cuatro regiones de Guatemala, y aceptabilidad de sus hojas, y cogollos en humanos. CONACyt y SENACYT. Unidad del Valle de Guatemala. 50 p.

Pérez-González, M. Z.; Gutiérrez- Rebolledo, G. A. y M. A. Jiménez –Arellanes. 2016. Importancia nutricional, farmacológica y química de la chaya (*Cnidoscolus chayamansa*). Revisión bibliográfica. Temas de Ciencia y Tecnología vol. 20 número 60. Pp: 46-56.

Van der Wal, H., Huerta L., E. y Torres D., A. 2011. Huertos Familiares en Tabasco. Elementos para una política integral en materia de ambiente, biodiversidad, alimentación, salud producción y economía. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental, Gobierno del Estado de Tabasco y El Colegio de La Frontera Sur, Tabasco, México. 149 p.

PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN EN MAIZ Y FRIJOL DE TEMPORAL EN LA CUENCA DE AUTLÁN, JALISCO

Miguel Ángel Benítez - Muñoz[70]
Everardo Andrade - Martínez
Emma María De Niz - Lara
José Luis Olguín - López

RESUMEN

Para el presente trabajo se empleó una propuesta de priorización para la actividad agrícola de temporal utilizando los cultivos de maíz y frijol, para lo cual se aplicó el análisis multicriterio mediante las herramientas del Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Con los resultados obtenidos mediante la aplicación de la encuesta semiestructurada se obtienen 10 parámetros físico – climáticos que fueron jerarquizados en orden de importancia para encontrar las zonas aptas para implementar el cultivo de frijol como del maíz. Según los actores clave los parámetros más importantes para implementar el cultivo de maíz fueron temperatura y precipitación; para el frijol fue la precipitación y el uso de suelo. Se encontró una superficie de 19.4% de aptitud alta y muy alta con características físico – climáticas para implementar el cultivo de maíz y 25.7% para el cultivo de frijol. En la priorización se obtuvieron 7 clasificaciones donde se sugiere que dentro del territorio se utilice una agricultura para cultivar frijol en 8,852.68 has principalmente, otras para cultivar maíz en 4,755 has y algunas otras superficies que presentan condiciones favorables para los dos cultivos en 1,081.04 has. Existen otras áreas donde al implementar este tipo de agricultura se deben aplicar prácticas de conservación de suelo y agua debida a limitantes como la pendiente y la profundidad del suelo aproximadamente en 5,518.28 has. Sin embargo, también se encuentran zonas donde la agricultura de temporal no debe implementarse debido a que los factores limitantes físicos y climáticos condicionan el desarrollo y producción de los cultivos considerados, dejando a esas superficies para la conservación u otro manejo afín a las condiciones propias del lugar. Finalmente se puede concluir que los resultados obtenidos sirven de base para implementar una planeación adecuada del territorio tomando en cuenta a los habitantes dentro de la cuenca.

Palabras clave: Agricultura, multicriterio, PAJ, SIG, planeación.

INTRODUCCIÓN

Según Casillas (2004), el desarrollo económico y social depende en gran medida de los sistemas productivos; esto hace que la población haga uso de los recursos naturales incluso más allá de limites naturales de las cuencas (Gutiérrez *et al*., 2015). Para CATIE (1987), este uso de los recursos no puede dejarse al azar, no debe ser exhaustivo sino premeditado, donde su aprovechamiento conlleva a un desarrollo resultante de la producción de bienes y servicios para que esta producción sea constante y sostenida. Según Chávez *et al*. (2015) y Gutiérrez *et al*. (2015), para que exista un aprovechamiento adecuado se debe garantizar la accesibilidad para las generaciones venideras, mediante estrategias que involucren alternativas que logren una adecuada mejoría de las áreas de una cuenca, permitiendo que los usos que se emplean

[70] Departamento de Recursos Naturales, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara.

permitan la participación social de las comunidades beneficiarias. Una de estas estrategias es la priorización de cuencas, la cual consiste en definir tipos de utilización para el uso de la tierra que sirven para lograr un determinado objetivo (CATIE, 1987); para Carvajal *et al*. (2005), la priorización a través de criterios de decisión en cuencas es de vital importancia para gestión y planeación – acción de los recursos naturales existentes y se enfoca en las intervenciones más urgentes e importantes para el logro de las metas a nivel cuenca hidrográfica (Keenelyside, 2012). Dentro de la priorización, la aptitud agroecológica como ámbito de la planificación es una de las principales herramientas empleadas para disminuir los riesgos a los que está sometida la agricultura, tiene como objetivo otorgar espacios a cultivos atendiendo a sus exigencias edafoclimáticas para garantizar en gran medida el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los mismos (Pineda y Suarez, 2014). Para Espinosa y Roquera (2007), Lasso *et al*. (2011); es la sectorización de un territorio con diversos criterios, para identificar unidades geográficas relativamente homogéneas con características físicas, biológicas y socioeconómicas, con potencial ecológico para su evaluación. Y su objetivo siempre se relaciona con la clasificación y representación espacial de la aptitud de la tierra con respecto a un determinado uso (Pérez & Geissert, 2006). Por otra parte, en México el maíz (*Zea mays L*.) y el frijol (*Phaseolus vulgaris L*.), son la base de la alimentación de muchas familias donde cada año se cultivan de 7 a 8.5 millones de hectáreas de maíz y de 1.2 a 2.1 millones de hectáreas del frijol (CEFP, 2004; CEFP, 2007); de éstas, Miramontes (2011) menciona que el 85% son sembradas en superficies de temporal. En lo que respecta al rendimiento (Yang *et al.* 2006), menciona que el potencial para el cultivo de maíz en riego corresponde arriba de las 20 ton/ha^{-1} en otras partes del mundo; sin embargo, para Miramontes (2011) en México el promedio nacional solo alcanza las 2 ton/ha^{-1} para cultivos de temporal. Una de las problemáticas existentes para propiciar la agricultura de temporal es la distribución de las lluvias con eventos irregulares durante tres a cuatro meses; en estas condiciones es común que los cultivos presenten estrés hídrico que afecta su tasa fotosintética y con ello su productividad (Chaves *et al.* 2002, Ghannoum, 2009).

Para este trabajo se pretende establecer una propuesta para priorizar y delimitar espacialmente zonas con aptitud físico – climática para la producción del cultivo de maíz y frijol utilizando la metodología multicriterio y los Sistemas de Información Geográfica en la cuenca de Autlán.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

La cuenca Autlán presenta una superficie de 38,570.5 has (*Figura 1*) con rango de altitud de 840 a los 2440 msnm; su clima es semicálido y semihúmedo. En la zona de estudio se observa relieve montañoso con pendientes abruptas también se encuentran zonas planas que no rebasan el 50% de la superficie total de la cuenca (IIEG, 2016). La geología dominante corresponde a toba intermedia con un 43.9% de origen explosivo formado por material volcánico suelto o consolidado, también encontramos granito, toba acida, volcanoclastico y arenisca conglomerado (INEGI, 2004).

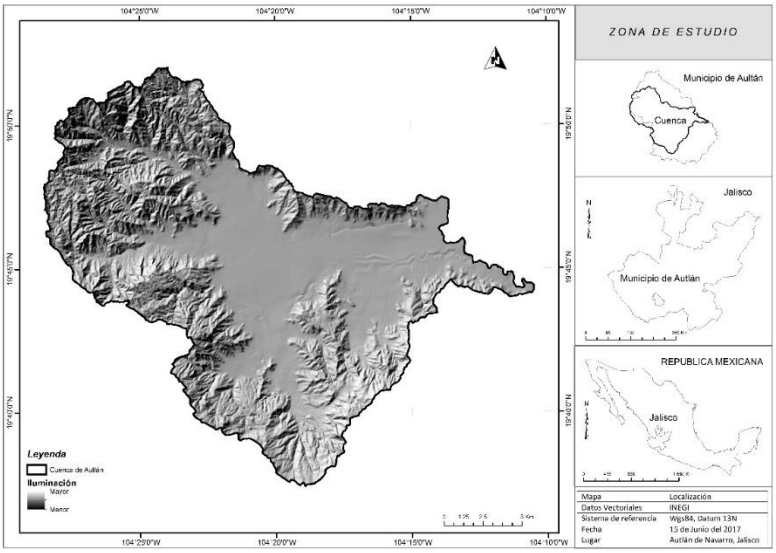


Figura 1. Geolocalización de la cuenca de Aultán.

Metodología

Para la realización de la propuesta de priorización en los cultivos de maíz y frijol en la cuenca de Autlán se presentan los siguientes procesos metodológicos.

Aplicación del análisis Multicriterio utilizando el proceso analítico jerárquico (PAJ)

Se basa en tres principios: descomposición, juicios comparativos y síntesis de prioridades. Mediante estos principios, involucra dos etapas: a) definir la jerarquía y b) realizar comparaciones pareadas de los elementos (Saaty, 1980).

Identificación de parámetros

Se utilizó una encuesta semiestructurada (Geilfus, 2009) dirigida a personas clave que influencian la actividad agrícola de temporal, como delegados municipales para el desarrollo social, así como el departamento de ecología, agricultores y agrónomos. La encuesta sirvió de base para elaborar una lista de parámetros físicos y climáticos útiles en la elaboración de la aptitud del territorio para los cultivos de maíz y frijol.

Elaboración de la matriz de comparaciones pareadas

Con los parámetros obtenidos se obtuvo su Jerarquización y su preferencia por par considerando a cada uno de los actores clave (*Cuadro 1*).

Cuadro 1. Escala para valorar la preferencia de los parámetros (Malczewski, 1999).

Escala	Preferencia	Explicación
1	Igualmente preferida	Los dos criterios contribuyen igual al objetivo.
2	Preferencia igual a moderada	La experiencia y el juicio favorecen un poco a un criterio frente al otro.
3	Moderadamente preferida	La experiencia y el juicio favorecen moderadamente a un criterio frente al otro.
4	Preferencia de moderada a fuerte	La experiencia y el juicio favorecen de manera moderada a fuerte a un criterio frente al otro.
5	Fuerte preferencia	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un criterio frente al otro.
6	Preferencia de fuerte a muy fuerte	La experiencia y el juicio favorecen de manera fuerte a muy fuerte a un criterio frente al otro.
7	Muy fuertemente preferida	La experiencia y el juicio favorecen de manera muy fuerte a un criterio frente al otro.
8	Preferencia de muy fuerte a extrema	La experiencia y el juicio favorecen de manera muy fuerte a extrema a un criterio frente al otro.
9	Extremadamente preferida	La experiencia y el juicio favorecen de manera extrema a un criterio frente al otro.

El llenado de la matriz implica que el actor clave debe de aplicar un valor de preferencia (*Cuadro 2*), como ejemplo, una comparación entre el parámetro A y el parámetro B, luego anotar el valor correspondiente (recíproco) al comparar el parámetro B con el parámetro A. Al comparar cualquier criterio consigo mismo la escala de evaluación debe ser 1.

Cuadro 2. Matriz de comparaciones pareadas

Parámetro	A	B	C
A	1	4	7
B	1/4	1	5
C	1/7	1/5	1

Cálculo de los pesos de los criterios

Con la obtención de la matriz de comparaciones pareadas se determinó el índice y proporción de consistencia utilizando la siguiente ecuación:

$$IC = \frac{\lambda - n}{n - 1} \qquad \text{PC} = \frac{IC}{IA}$$

Dónde: *IC* corresponde al índice de consistencia, Lambda (λ) que es el promedio del vector de consistencia, *n* corresponde al número de parámetros (PAJ). *PC* corresponde a la proporción de consistencia, *IA* es el índice de azar (*Cuadro 3*) que corresponde a 1.49; si se obtiene un valor de PC < 0.10 indica un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas; por el contrario, si el valor de PC ≥ 0.10 indica inconsistencia en los juicios.

Modelos de aptitud física y climática para los cultivos de maíz y frijol

Para la creación de las coberturas digitales representativas de los parámetros físicos y climáticos se utilizó la información climática del extractor rápido ERICIII (IMTA, 2013) e información vectorial

de INEGI a escala 1:50 000; el método de interpolación fue el Kriging (Universal 1) que según Nozica *et al.* (1997) es el método de interpolación espacial más usado y es el más adecuado, éste minimiza la varianza del error en la predicción y se apoya en la geoestadística para modelar datos espaciotemporales con la finalidad de estimar la dependencia geográfica que existe entre los valores a interpolar. En consecuencia, se analizó un análisis de los diferentes atributos o criterios que favorecen en mayor o menor medida a la aptitud para implementar la actividad agrícola utilizando los cultivos del maíz y frijol. La herramienta utilizada fueron los Sistemas de Información Geográfica en la obtención de los modelos espaciales (raster) así como la normalización con valores de 0 a 1.

$$X_{ij} = \frac{(X_{máx} - X_{ij})}{(X_{máx} - X_{mín})}$$

Dónde: $X_{mín}$ es el valor mínimo para el j-ésimo atributo, $X_{máx}$ - $X_{mín}$ es el rango del criterio dado.

Como paso final se multiplica la cobertura digital correspondiente al parámetro considerado por el peso obtenido mediante el PAJ; Luego se realiza la suma total de las multiplicaciones; esta suma total será definida como la aptitud física climática del territorio por cultivo.

Priorización para los cultivos de maíz y frijol en condiciones de temporal

Al cruzar las 2 coberturas digitales de aptitud del territorio se obtiene el mapa final de distribución espacial de priorización, en este, se presentan las características ideales (físicas – climáticas) para desarrollar la actividad agrícola para los cultivos de maíz y frijol de temporal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cuenca presenta un área de 38,570.5 has de las cuales el 9,506.8 has corresponden a superficies de valle y solo 3,790.4 has corresponden a superficies de pie de cerro. El resto de la superficie (25,273.3 has), esta considerada como areas de montaña dominada por vegetación densa con influencia de fuertes pendientes. La diferencia de altitud es de 1,620.7 msnm, con pendiente promedio de 31.8% influenciada por precipitaciones promedio (periodo de lluvias) de 1008.9 mm y temperatura promedio de 22.9°C. Estos factores climáticos impactan sobre suelos Regosoles, Litosoles y Feozem con el 64% de la superficie total; también influencian a superficies cubiertas de bosque con aproximadamente el 58.7% y de actividad agrícola, pastizales y zonas urbanas como áreas descubiertas con el 41.3% de la superficie total de la cuenca. Por otro lado, se obtuvieron 10 parámetros (*Cuadro 4*) para la aptitud físico – climática para los cultivos de maíz y frijol donde se usaron SIG, las herramientas utilizadas según Carver (1991), ayudan a los usuarios a mejorar el proceso en la toma de decisiones; para Malczewski (1996) y Janssen y Rietved (1990) resultan útiles para resolver situaciones de conflicto de individuos y de grupos.

Cuadro 4. Parámetros obtenidos utilizando el análisis multicriterio

Jerarquización maíz	Peso	Jerarquización frijol	Peso
Temperatura	0.2931	Precipitación	0.2880
Precipitación	0.1690	Uso de suelo	0.2224
Textura	0.1587	Altitud	0.1265
Altitud	0.1104	Tipo de suelo	0.1007
Uso de suelo	0.0860	Textura	0.0754
Tipo de suelo	0.0685	Zonas funcionales	0.0614
Erosión	0.0449	Índice de Lang	0.0456

Índice de Lang	0.0318	Erosión	0.0389
Pendiente	0.0216	Temperatura	0.0242
Zonas funcionales	0.0161	Pendiente	0.0168
SUMA	**1.0000**	**SUMA**	**1.0000**

Posteriormente se obtuvo la cartografía digital correspondiente para cada parámetro (*Cuadro 5*) para lo cual se buscó la aptitud de sus atributos o criterios (rangos) para encontrar las zonas ideales para el desarrollo de los cultivos seleccionados.

Cuadro 5. Parámetros considerados y sus criterios de decisión (rangos)

Parámetro*	**Maíz y Frijol (Junio – Octubre)**						
RANGOS	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***
Pendiente	0 - 2	2 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 – 50	>50
Suelo	Feozem	Regosol	Cambisol	Fluvisol	Litosol		
Zonas funcionales	Valles	Ladera	Montaña				
Erosión	0 - 5	5 - 10	10 - 50	50 - 200	>200		
Textura	Media	Gruesa	Fina				
Temperatura	17 - 24	15 – 17, 24 - 27	<15				
Precipitación	500 - 800						
Uso de suelo	Agr. de Riego	Pastizal	Selvas	Bosques			
Altitud	500 - 1000						
Índice de Lang	Semiárido	Húmedo	Hiper-húmedo				
Continuación Maíz (Junio – Octubre)							
Pendiente	0 - 8	8 - 16	16 - 30	>30			
Suelo	Feozem, Cambisol, Fluvisol, Luvisol, Regosol	Litosol					
Temperatura	18 - 21	16 – 18, 21 - 23	< 16, >23				
Precipitación	500 - 800						
Altitud	0 - 1600						

*Pendiente (Heras, 1976), Tipo de suelo (Lépiz - Ildefonso *et al.,* 2015; Bonilla, 2009), Zonas funcionales (Garrido *et al.,* 2010), Erosión (Rodríguez y Gaspari, 2015), Textura (Lépiz - Ildefonso *et al.,* 2015; Deras, 2014), Temperatura (Cabrera y Humberto, 2008; Bonilla, 2009), Precipitación (Deras, 2014), Altitud (Benacchio, 1982; Bonilla, 2009).

Una de estas coberturas es el modelo digital de elevación que utiliza las curvas de nivel, hidrología y cuerpos de agua, sirve de base para obtener la cobertura de pendientes y altitud; para la temperatura; se obtuvo una correlación negativa (regresion lineal) con el gradiente

altitudinal como variable independiente y donde sugiere que la temperatura dismunuye a medida que aumenta la altitud.

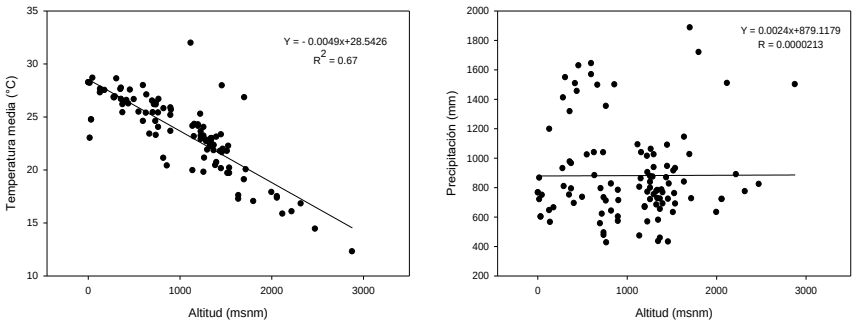


Figura 2. Dispersión de puntos para las variables independientes.

Sin embargo para la variable dependiente como la precipitación y las independientes como gradiente altitudinal, distancia de las estaciones a la costa, latitud y longitud con baj correlación, la mayor respuesta se registró para la variable altitudinal. Entonces se establece que el obtener un modelo espacial de distribución de la precipitación no se justifica.

Con la conformación de las diferentes coberturas espaciales y su multiplicación con su respectivo peso (*Cuadro 5*), se obtienen los mapas de aptitud para los cultivos propuestos (*Figura 3*). Donde la clasificación sugiere cinco categorias (Cuadro 6) de las cuales la aptitud alta y muy alta solo alcanza superficies de 19.4% para el cultivo de maiz y 25.7% para el frijol dentro de la cuenca.

Cuadro 6. Superficie de Aptitud fisico – climática

	Maíz		**Frijol**	
Clasificación	Hectáreas	Porcentaje	Hectáreas	Porcentaje
Muy Baja	2055.4	5.3	4975.8	12.9
Baja	9458.5	24.5	18515.8	48.0
Media	19599.6	50.8	5142.1	13.3
Alta	5188.6	13.5	2983.9	7.7
Muy Alta	2265.4	5.9	6949.8	18.0
TOTAL	**38567.4**	**100.0**	**38567.4**	**100.0**

Para el cultivo de frijol las zonas muy aptas se encuentran principalmente en zonas de valle y algunas zonas de pie de cerro (*Figura 3*), estas superficies presentan pendientes planas con tipo de suelos Feozem que se caracterizan según INEGI (2004) por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes.

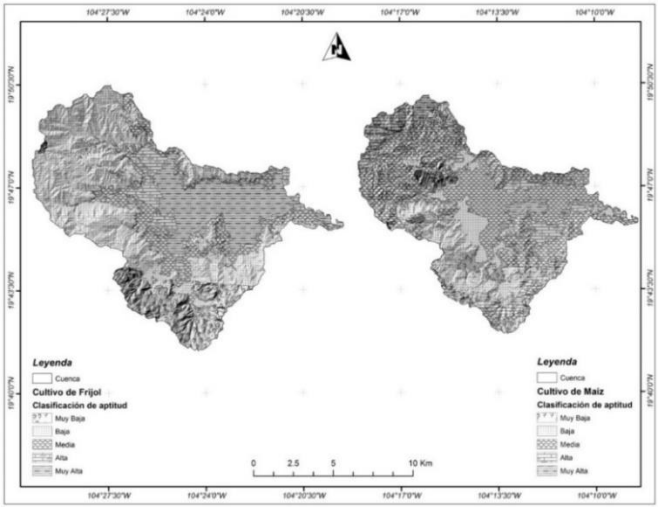


Figura 3. Clasificación de aptitud para los cultivos de temporal.

Presentan una profundidad variable pero cuando se encuentran en terrenos planos por lo general son profundos, presentan rendimientos altos si se utilizan para agricultura de temporal, estos tipos de suelo tambien se localizan en zonas de pie de monte pero se se encuentran influenciados por rocas. Para Hudson (1982), la profundidad del suelo puede proporcionar un medio adecuado para el desarrollo de las raices, retener el agua disponible y suministrar nutrientes existentes. Los suelos Regosoles tambien se distribuyen en superficies aptas para la agricultura de temporal aunque presenta limitantes en pendientes poco pronunciadas y presencia de roca, son someros con fertilidad variable y su productividad esta condicionada a la profundidad y pedregosidad. Por otro lado, las diferentes superficies de temporal que se desarrollan en la cuenca solo 1,384.84 has estan ubicadas en condiciones aptas y muy aptas para el desarrollo del cultivo del frijol esto representa el 23.8%, mientras 4,422.64 has se ubican fuera de las zonas de aptitud fisico – climatica y representa el 76.2% de la superficie total de las areas de agricultura de temporal dentro de la cuenca; ademas existe una área de 7,733.04 has con las condiciones para implementar la agricultura de temporal utilizando en frijol, sin embargo, se encuentra utilizado para la práctica de la agricultura bajo riego, principalmente en caña de azucar. Para el cultivo de maíz las zonas muy aptas se localizan principalmente sobre el valle donde los suelos regularmente son profundos, aunque tambien estas zonas aptas se localizan sobre superficies de montaña cerca del parteaguas. Esta ultima parte resulta contradictoria debido a que las temperaturas ideales (parámetro de mayor peso) se encuentran sólo en estas partes de la cuenca pero que presentan condiciones limitantes como la pendiente del terreno con presencia de suelos poco profundos y presencia de roca; En los suelo Feozem y Regosol presentan la mayor superficie de la zonas altas y muy altas condiciones de aptitud y alcanzan el 19.3% (7,454.04 has) del total del área de estudio. Por otro lado, la agricultura de temporal en la cuenca representa 5,807.48 has solo el 4.9% (285.48 has) es utilizable para el dearrollo apto del cultivo del maíz el resto se encuentra ocupado por agricultura bajo riego con 2357.68 has (40.6%) entre otros usos del suelo.

Priorización

En la cuenca del Autlán los cultivos considerados presentan un periodo de desarrollo de Junio a Octubre por lo cual las condiciones físico – climáticas fueron condicionados a este período de tiempo; al respecto Williams y Balling (1996), mencionan que las estaciones de crecimiento y las superficies potenciales para los cultivos de temporal en regiones tropicales y subtropicales se verán reducidos debido a los cambios climaticos como el aumento de la temperatura, distribución deficiente y disminución de la precipitación provoca una baja en el nivel de humedad del suelo.

Por tal motivo Ruíz (1988) y Alcalá (1994), coinciden en la aplicación de estrategias de investigación para prevenir los efectos de las variaciones climaticas sobre la estacion de crecimiento provocando la disminución en superficie potencial y productividad agrícola; estos autores manifiestan que la caracterización en los periodos de desarrollo induce grandes probabilidades de éxito para la agricultura de temporal. Por lo tanto se obtienen 7 prioridades como propuestas (*Cuadro 7*) que pueden ser aplicados en el área de estudio.

Cuadro 7. Propuesta de priorización en la cuenca de Autlán

Clasificación	Hectáreas	Porcentaje
Conservación	18,389.44	47.68
Frijol	8,852.68	22.95
Frijol con prácticas de conservación	2,138.88	5.55
Maíz	4,755	12.33
Maíz con prácticas de conservación	611.04	1.58
Maíz y/o Frijol	1,081.04	2.80
Maíz y/o Frijol con prácticas de conservación	2,768.36	7.18
TOTAL	38,567.44	100.00

En este sentido se considera que existen superficies útiles para implementar actividades agrícolas de temporal en maíz y frijol donde los factores físicos y climáticos no ejercerán efectos que limiten su desarrollo y producción (*Cuadro 5 y Figura 4*); sin embargo, en algunas zonas, la agricultura se deberá conjuntar con prácticas de conservación de suelo y agua debido al aumento de los riesgos que limitan el desarrollo como la pendiente y la erosión. Las zonas clasificadas como de conservación son aquellas superficies que no debe incluir las prácticas agrícolas de temporal para los cultivos del maíz y frijol debido a que las limitaciones del terreno como del clima ejercerán un impacto en el desarrollo, rendimiento y producción del cultivo.

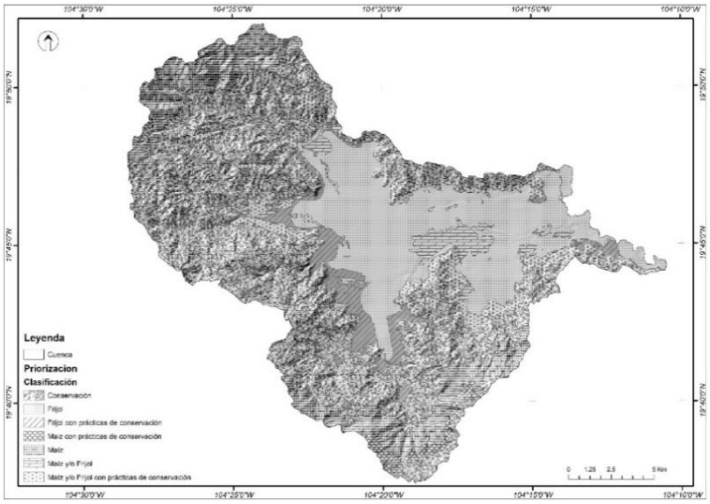


Figura 4. Distribución espacial de las propuestas de priorización en la cuenca Autlán.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos pueden ser tomados en cuenta para una planeación adecuada en el uso de la actividad agrícola de temporal aplicando niveles de aptitud en los cultivos del maíz y

frijol; acompañado de un proceso minucioso de acción participativa del sector social. Las áreas de aptitud espaciales representan las mejores condiciones para el desarrollo del cultivo de temporal tomando en cuenta el periodo de crecimiento y desarrollo. Los resultados de la propuesta de priorización para la aptitud agrícola de temporal generan una delimitación cualitativa y cuantitativa del territorio; esta delimitación fue posible al utilizar 10 parámetros físico – climáticos. Cabe mencionar que el área con distribución de mejor aptitud para la aplicación de la actividad agrícola usando el maíz como cultivo principal se registró en zonas de montaña por lo cual se hace referencia al parámetro de la temperatura que al ser una variable prioritaria para los actores clave registró los valores óptimos para el desarrollo del cultivo en esas zonas de la cuenca.

AGRADECIMINETOS

Se agradece el apoyo y colaboración de M.C. José Luis Olguín López y Dr. Rubén Darío Guevara Gutiérrez, quienes estuvieron constantes y pacientes en la elaboración de este documento, ya que sin ellos esto no seria posible.

LITERATURA CITADA

Alcalá G., J. (1994). Evaluación de un procedimiento para el cálculo de la estación de crecimiento. Tesis. 57 pp.

Bonilla, N. (2009). Manual de recomendaciones técnicas del cultivo de maíz. Instituto Nacional de Innovación y transferencia en tecnología Agropecuaria (INTA). San José-Costa Rica. p, 17.

Benacchio, S. S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 202 p.

Cabrera, C. A. C., & Humberto, C. (2008). Guía Técnica para el manejo de variedades de frijol (No. Bajados de internet/2015). MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería).

Carvajal L. F., Jiménez J. F., Vélez M. V., Rendón G., Caballero H., Zuluaga J. (2005). Priorización de puntos críticos y de microcuencas con análisis multiobjetivo en la red hídrica de la cuenca de la Quebrada Santa Elena. Gestión y Ambiente 8 (2): pp. 103 – 116.

Carver, S. J., 1991. Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems. Int. J. Geogr. Inform. Systems 5: 321-339.

Casillas J. A. (2004). La visión de SAGARPA para el desarrollo integral de microcuencas hidrográfica. En: Cotler, H. (Ed). El Manejo Integral de Cuencas en México: Estudios y reflexiones para oriental la política ambiental. pp. 211-221.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (1987). Seminario Taller, Priorización de cuencas. Informe Técnico/CATIE. 200 pp.

CEFP/054. (2004). Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. H. Cámara de Diputados. LX Legislatura Febrero de 2004. [en línea] http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0542004.pdf.

CEFP/004. (2007). Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. H. Cámara de Diputados. LX Legislatura Febrero de 2007. [en línea] http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0042007.pdf.

Chaves M. M., Pereira JS, Maroco J, Rodriguez M. L., Ricardo C. P., Osorio M. L., Carvalho I. (2002) ¿How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. Ann Botany; (89). pp. 907 - 916.

Chávez - González H., González - Guillén M. J., Hernández de la Rosa P. (2015). Metodologías para identificar áreas prioritarias para conservación de ecosistemas naturales. Revista mexicana de ciencias forestales 6 (25): pp. 8 – 23.

Deras, H. (2014). Guía técnica El cultivo del maíz. *Obtenido de http://www. centa. gob. sv/docs/guias/granos% 20basicos/GuiaTecnica% 20Maiz*, *202014*.
Espinosa, J. y A. Roquera. (2007) Zonificación agroecológica del cultivo de papa (Solanum tuberosum) en las provincias de: Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo y Tungurahua, Revista Rumipamba, Vol. 21(1): pp. 54-56.
Garrido, A., Pérez, J., & Enríquez, C. (2010). Delimitación de las zonas funcionales de las cuencas hidrográficas de México. Las cuencas hidrográficas de México: diagnóstico y priorización. Instituto de Ecología de México Press, México, 14-17.
Geilfus F. (2009). 80 herramientas para el desarrollo participativo, diagnostico, planificación, monitoreo y evaluación. IICA. 218 pp.
Ghannoum O. (2009) C4 photosynthesis and water stress. Ann Botany; 103(4): pp. 635-644.
Gutiérrez – Malaxechebarría Á. M., Zambrano – Rodríguez Y., Ospina – Hoyos L., (2015). Propuesta metodológica de priorización de áreas para conservación de cuencas. Validación en río Caquinal, Fómeque, Cundinamarca, Colombia, Revista de Investigación Agraria y ambiental 6 (1): pp. 199 – 214.
Heras, R. R. (1976). "Hidrología y recursos hidráulicos". Capítulo 1: Estadística aplicada a la hidrología, tema 5: relación entre elementos hidrológicos y elementos físico-geográficos. Pp. 65 a 98.
Hudson N. (1982). Conservación del suelo. Ed. REVERTÉ, S. A. pp. 150 – 179.
IIEG. (2016). Autlán de Navarro; Diagnostico del municipio. Instituto de Información Estadística y Geografía.
Rodríguez, A., y Gaspari, F. (2015). Estimación de la admisibilidad de pérdidas de suelo por erosión hídrica en la cuenca del arroyo Napaleofú, provincia de Buenos Aires-Argentina. Revista Geográfica Venezolana, 56(1). pp. 105-119.
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). (2013). Información climática basado en el extractor rápido ERICIII Versión 3.2
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2004). Información cartográfica escala 1:50000. Disponible en:http://www.inegi.org.mx/geo/temas/topografía/ [Accesado en día 28 de Mayo de 2017.
Janssen, R. and P. Rietved. 1990. Multicriteria analysis and GIS: an application to agriculture land use in The Netherlands. pp. 129-138.
Keenelyside, K., Dudley, N., Cairns, S., Hall, C., & Stolton, S. 2012. Ecological restoration for protected areas: principles, guidelines and best practices IUCN. pp. 18: 119.
Lasso B., Cruz G., Haro P. (2011). Zonificación agroecológica de tres cultivos estratégicos (Maíz, Zea mayz; Arroz, Oryza sativa; Caña de azúcar, Saccharum oficinarun) en catorce cantones de la cuenca baja del rio Guayas, Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN).
Lépiz – Ildelfonso, R., Sánchez – Preciado, R., López – Alcocer, E., López – Alcocer, J de J., Chavarín – Espinoza, I. E., Meza – Vázquez, K. E. (2015). El cultivo de frijol en Jalisco, Tecnología para altos rendimientos. CUCBA. 54 pp.
Malczewski, J. 1996. A GIS-based approach to multiple criteria group decision-making. International J. Geogr. Inform. Syst. 10: 955-971.
Malczewski, J. (1999). Spatial Multicriteria Decision Analysis. En: Thill, J.C. (ed.), Spatial Multicriteria Decision Making and Analysis, a Geogrpaphic Information Sciences Approach. Ashgate Publishing Ltd. Gower House, pp. 11-48.
Miramontes PCU. (2011). Situación actual y perspectivas del maíz en México. 1996 - 2012. Sistema de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). SAGARPA. México, D.F. [en línea]. http://w4.s iap.gob.mx/s ispro/SP_AG/Maiz/PortalesFijos/Situacion/maiz96-12.pdf. Consultado Jun 15, 2017.

Nozica, G., M. Heríque y R. Porcel (1997), Sistemas de Información Geográfica. Una herramienta para el diagnóstico en la planificación familiar. 6 pp. Disponible en: http://cumincades.scix.net/data/works/att/0e19.content.pdf

Pérez, E. y D. Geissert. (2006) Zonificación agroecológica de sistemas agroforestales: el caso café (Coffea arabica L.) Palma Camedor (Chamadorea elegants Mart), Caracas, Venezuela, INCI, Vol. 31(8) 8 pp.

Pineda – Santos L. D. y Suarez – Hernández J. E. (2014). Elaboración de un SIG Orientado a la zonificación agroecológica de los cultivos. Revista Ingeniería Agrícola 4 (3): 28 – 32.

Ruíz C., J. A. (1988). Determinación de la estación de crecimiento y precocidad requerida para el maíz en el Sur de Zacatecas. pp. 133

Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process. Planning, priority setting, resource allocation. Mc Graw Hill. Pittsburgh, PA, USA.

Williams, M. A. y R. C. Balling Jr. (1996). Interaction of Desertification and Climate. WMO-UNEP. Ed. Arnold. London, Great Britain. pp. 270.

Yang H, Dobermann A, Cassman K G, Walters T D. (2006) Features, applications, and limitations of the hybrid-maize simulation mode. Agron J 98:737-748.

SISTEMAS AGRÍCOLAS SOSTENIBLES COMO OPCIÓN REGIONAL EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRICULTURA SOSTENIBLE - UACH

Juan Pulido Secundino
Marcial Fernández Rivera
Gonzalo Chapela y Mendoza,
José Juan Arredondo Arredondo
Carlos Lucio López, Miriam Núñez Vera
David Oseguera Parra
José Alfredo Carrera Valtierra
Rafael Mora Aguilar
Artemio Cruz León
Fausto Inzunza Mascareño

RESUMEN

Es una propuesta colectiva de una Opción Regional (orientación terminal), con sede en el Centro Regional Morelia dentro de la Carrera de Ingeniería en Agricultura Sostenible que se implementará a partir de 2017 en los Centros Regionales de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh). Se presenta la justificación y pertinencia de la propuesta.

PRESENTACIÓN

El planeta presenta una crisis ambiental y sociocultural sin precedentes. El deterioro ambiental amenaza con limitar la capacidad de sobrevivencia en el mediano y largo plazo, a menos que se tomen medidas adecuadas a corto plazo. Aunado a ello, el crecimiento poblacional, también sin precedentes, demandará cada vez mayor producción de alimentos y otros satisfactores que derivan de los recursos naturales, lo cual se manifiesta de manera diferenciada en los diferentes países (Sundström et al., 2014).

En la agricultura mundial, en su mayor parte, se sigue impulsando un enfoque de tipo “revolución verde” donde el objetivo es la obtención de altos rendimientos y máximas ganancias a costa de la degradación de los recursos naturales cuyos efectos son notables a mediano y largo plazo. El indiscriminado uso de agrotóxicos y ahora la tendencia de propagación masiva de cultivos transgénicos, son amenazas contra formas de producción menos degradantes. Eso se suma al derroche energético en la sobre-mecanización, el uso de fertilizantes y el bombeo de agua, que crea la ilusión de productividad, cuando no se incorporan los costos reales de producción desde la perspectiva económica y ambiental.

A la vez, las prácticas productivas no sustentables han demostrado su impacto en el derroche de un recurso hídrico cada vez más escaso, donde una deficiente planeación en el patrón de cultivos, la mala condición de la infraestructura de conducción, las deficientes prácticas de manejo y aplicación del agua contribuyen al déficit hídrico nacional y al desperdicio de más del 60% de este recursos escaso; por su parte, las tierras en México se encuentran degradadas en dos terceras partes del territorio , en un 93% por causa de malas prácticas de manejo y el costo de no procurar el manejo sustentable de tierra cuesta al país un 7.4% del PIB, equivalente a tres veces el presupuesto nacional total para el campo.

A esto hay que agregar que el planeta se encuentra en un dilema ante la evidencia de un cambio climático, entre otros fenómenos globales, y el cual tiene su origen en las actividades antrópicas

no sostenibles, y tiene impactos negativos sobre los ciclos naturales, y por supuesto sobre las actividades agrícolas, pecuarias y forestales (----citas----).

Ante esta situación, una vía alternativa es la aplicación de principios agroecológicos y de manejo sostenible de la tierra, integrando la producción de cultivos básicos, la ganadería, la silvicultura y los huertos familiares, en la perspectiva del desarrollo sostenible. Estos esquemas han probado su pertinencia y utilidad en la agricultura diversificada, familiar y de subsistencia, y van abriendo perspectivas promisorias en la agricultura mercantil de mayor escala (---citas----Altieri, Toledo, Gliessman----).

OBJETIVO DE LA OPCIÓN REGIONAL

El propósito es formar profesionales de la Agronomía con capacidad de análisis de la problemática agrícola, en su sentido amplio, y con conocimientos técnicos suficientes para el diseño y planteamiento de soluciones en el manejo de sistemas agrícolas sostenibles.

Justificación: ¿Por qué sistemas agrícolas sostenibles?

Porque:
La agricultura familiar conserva la mayor agrobiodiversidad en el planeta
La tendencia de la agricultura moderna es a la simplificación de los agroecosistemas poniendo en riesgo su sostenibilidad
Los recursos productivos, particularmente agua y suelo, cada vez escasean más o se están deteriorando
La agricultura multifuncional, incluyendo la milpa, ha mostrado ser más productiva que la convencional y se está reconociendo como la opción sostenible para alimentar al mundo.
Más del 70% de la superficie de Michoacán tiene vocación forestal, es decir para usos diversificados que incluyen árboles y plantas anuales
La diversidad cultural es tan importante como la agrobiodiversidad
Se requiere, no solo seguridad alimentaria, sino soberanía alimentaria que garanticee cantidad y calidad en los alimentos

Enfoque de la Opción Regional en *Sistemas Agrícolas Sostenibles*

La Opción Regional en Sistemas Agrícolas Sostenibles está diseñada para cumplir su propósito bajo un enfoque sistémico basado en los siguientes preceptos:

Se prioriza la seguridad alimentaria a través del fomento de la producción de alimentos básicos y estratégicos, en principio para el consumo familiar, regional y para el mercado, en ese orden.
Se fomenta el uso y manejo agroecológico de los recursos de la tierra y de los agroecosistemas, es decir, producir bienes a la vez que se conservan o mejoran dichos recursos.
Se busca contribuir al mejoramiento del bienestar humano desde la práctica agrícola, y desde una perspectiva integral, lo cual incluye ingresos económicos, salud, respeto a su cultura y la revalorización de los conocimientos locales.
Se concibe a los sistemas agrícolas, o agroecosistemas, como parte integral de paisajes y territorios agrícolas más amplios, que se conjugan en cuencas hidrológicas y regiones ecológicas de mayor nivel.
En concordancia con lo anterior, se promueven los sistemas de producción diversificados, preferentemente incluyendo plantas y animales, los cuales son más parecidos a los ecosistemas naturales que los sistemas convencionales.

Es, además, una orientación incluyente, es decir, que estará abierta para la participación de cualquier profesor de la UACh, o de otra institución, considerando su afinidad en el perfil.

Pertinencia regional

Al nivel de distintas regiones del país, la agricultura campesina ha estado sufriendo cambios drásticos tanto en su práctica como en la trasmisión de los saberes tradicionales. Asimismo, se se observan impactos negativos en los recursos naturales derivados de las actividades antrópicas involucrando factores internos y externos. Sin embargo, varios sistemas tradicionales de diversas partes del mundo han mostrado ser sostenibles (Altieri y Nicholls, 2009). El estudio y revalorización de las formas de producción campesina, incluyendo las percepciones y aspiraciones actuales de las nuevas generaciones en el medio rural, son prioritarios para poder establecer estrategias de mejoramiento de esos sistemas, utilizando los principios agroecológicos.

El estado de Michoacán tiene condiciones propicias para una producción agrícola, pecuaria y forestal diversificada de alto rendimiento económico. Sin embargo, para que esta sea sostenible, debe estar basada en tecnologías que promuevan la conservación y mejoramiento de los recursos naturales, así como en el respeto a las necesidades, prioridades y cultura de los productores rurales.

Además, no existe en la región la carrera de **Ingeniero Agrónomo Integral** a nivel licenciatura, ni la Opción Regional en **Sistemas Agrícolas Sostenibles**, aunque sí se ofertan diversas carreras afines, pero que en general no integran de manera plena los aspectos productivos con los ambientales y socioculturales. La mayoría son, o muy generales, o muy especializadas, o de corte empresarial.

Carreras afines en la región

Las carreras afines que se ofertan en la región (Michoacán) son: Agronomía (ITVM-SEP), Ingeniero Agrónomo con orientación en Bosques, Fitomejoramiento, Fruticultura, Parasitología y Zootecnia (UMSNH-Uruapan), Ingeniero Agrónomo Horticultura (UMSNH-Apatzingán), Administración de Empresas Agropecuarias (UMSNH-Apatzingán), Biología (UMSNH), Ciencias Ambientales (UNAM), Desarrollo Sustentable con terminal en Agroecología (UIIM), Veterinaria y Zootecnia (UMSNH), Biotecnología (UTM), Energías Renovables (UTM), Ingeniería en Desarrollo Comunitario (ITESP e ITSPA), Ingeniería en Industrias Alimentarias (ITESP, ITSU e ITESZ), Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable (ITSA, ITSP-Cherán e ITSLR), Ingeniero Agrónomo (ITESM-Morelia), Ingeniero en Industrias Alimentarias (ITESM-Morelia), etc. No obstante la amplia gama de oferta académica, no existe una carrera con la orientación que aquí se propone, por lo que creemos que esta es altamente pertinente.

Síntesis de la problemática regional

De acuerdo al INEGI, el estado de Michoacán tiene una superficie territorial de 58,599 km^2, y representa el 2.98 % de la superficie territorial nacional. De acuerdo a COFOM (2014) “el 70 % de la superficie de Michoacán presenta pendientes mayores al 15 por ciento, lo que significa que aproximadamente 4.2 millones de hectáreas son de vocación forestal, vegetación constituida fundamentalmente por tres ecosistemas: bosques de clima templado-frio, selvas bajas caducifolias y áreas de semi-desierto”.

La pérdida de cobertura vegetal en las últimas dos décadas ha sido drástica. En este sentido y de acuerdo a COFOM (2014) “entre 1990 y 2010, la entidad perdió el 40.1% de superficie de bosques y el 38.9% de selvas. Además, durante el periodo ya referido la extensión de bosques en Michoacán se redujo en 754 mil 657 hectáreas, mientras que las selvas perdieron 706 mil 510 hectáreas de su superficie”.

La misma fuente indica que “la vegetación degradada y la erosión de los suelos son dos factores que inciden en la preservación de la superficie boscosa, el primer factor ha provocado la pérdida de un millón 382 mil 732 hectáreas a causa del desmonte de bosques para tener terrenos cubiertos por pastizales inducidos y por vegetación secundaria”.

En Michoacán el cambio de cobertura forestal a uso frutícola, así como la extracción no sostenible de madera y leña, son ejemplos prominentes de la fragmentación del paisaje (Guerrero et al. 2008, Barsimantov y Navia 2012, INIFAP 2012). De acuerdo con Morales y Cuevas (2011) la superficie estatal de cultivo de aguacate pasó de 13,045 ha en 1974 a 112,125 ha en 2007 y a la fecha continúa con una tendencia creciente, incluso en regiones que tradicionalmente no se consideraban aguacateras, como el norte centro y oriente del estado.

De acuerdo a análisis preliminares de normales climatológicas (Fernández y Pulido, 2015) se observa un aumento de la temperatura media anual en la mayoría de las estaciones climatológicas para datos correspondientes a las últimas décadas, lo cual se supone es un síntoma del cambio climático. La precipitación media anual y la evaporación potencial, por su parte, no muestran una tendencia de cambio consistente. No obstante, se perciben cambios en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones pluviales siendo cada vez más irregulares…lo cual afecta negativamente a las actividades agrícolas.

Por otra parte, es pertinente mencionar que las actividades agrícolas y ganaderas no son las principales emisoras de gases de efecto invernadero (GEI), ya que de acuerdo al Inventario de GEI del Estado de Michoacán (García-Oliva et al, 2013), de un total de 42,176 Gg CO^2 eq estimados para el año 2005, la agricultura y la ganadería contribuyen con 10.7%, en tanto que el Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSyS) aportó un 47.0%. Otras fuentes estimadas fueron: Energía (36.2%), Industria (6.0%) y Desechos (0.3%).

La deforestación y la degradación forestal, así como el sector energía, representan las principales fuentes de GEI. El mismo estudio señala que “llama la atención que la principal categoría que emite GEI en el estado de Michoacán es la de USCUSyS. Esto es debido a que la tasa de deforestación sigue siendo muy alta en el estado…siendo este resultado alarmante, ya que esta categoría es la única que puede secuestrar GEI y los resultados muestran que en el 2005 esta categoría fue el principal emisor de dichos gases, en vez de representar un sumidero de los mismos”.

En cuanto a la problemática social y de seguridad, en los últimos años se observan cambios drásticos en la perspectiva social cuyos síntomas más evidentes son la inseguridad derivada de la presencia de grupos de delincuencia organizada. Hay pocos empleos y la preparación profesional representa poca expectativa para las nuevas generaciones.

El cambio de uso del suelo es creciente y desplaza los cultivos tradicionales de autoconsumo. El cultivo más impactante en este sentido es el aguacate, pero también las frutillas (fresa, zarzamora, frambuesa, arándano) y la papa. Hay inseguridad en el uso y propiedad de la tierra debido a los problemas ya conocidos.

En algunas áreas se han establecido empresas privadas de capital extranjero para producción de frutillas y generan empleos temporales. Sin embargo, hay diversos problemas socio-ambientales que derivan de estos modos “modernos” de producción, como la extracción de agua del subsuelo, la contaminación de suelos y aguas, la proletarización de las comunidades (que ahora son peones en lugar de productores), y otros problemas sociales como el incremento de separaciones de parejas (jornaleros y jornaleras), violaciones, aspectos que en la mayoría de los casos no se denuncian. Aunado a esto, hay poco respeto de los jóvenes hacia las personas mayores, ha incrementado la drogadicción y mayor número de familias disfuncionales. En síntesis, este tipo de sistemas de producción modernos, es decir monocultivos de exportación, depredan los recursos naturales y no garantizan la sostenibilidad.

Ante esta situación los gobiernos parecen no ser sensibles a la problemática social y en algunos casos se han coludido. Esta situación ha impactado negativamente a comunidades y a la sociedad en general. El impacto es amplio en sus recursos forestales, agrícolas, ganaderos, y minerales. Son escasas las comunidades organizadas que han hecho frente de manera organizada.

Pertinencia institucional y recursos humanos y de infraestructura

El Centro Regional Morelia, como instancia de la UACh, tiene una trayectoria importante en la región, con liderazgo en temas especiales de Agronomía y Desarrollo Rural Regional. Asimismo, existe una fuerte demanda por carreras de nivel superior, la cual deriva de la creciente población estudiantil del nivel medio superior, asentada principalmente en la ciudad de Morelia capital del estado y en menor grado en las ciudades de Uruapan, Pátzcuaro, Zamora, Apatzingán y Puruándiro.

El Sistema de Centros Regionales Universitarios de la UACh atraviesa por un proceso de reestructuración donde cada uno de sus Centros Regionales definirá el rumbo que considere más adecuado para cumplir con su misión en el contexto regional.

En este sentido, en el Centro Regional Morelia, al igual que en otros centros regionales se iniciará con una carrera de Ingeniería en Agricultura Sostenible, con un tronco común y con orientaciones terminales que están en proceso de definición. Bajo este contexto es que se plantea la Opción Regional en **Sistemas Agrícolas Sostenibles** la cual debe ser complementaria a otras opciones terminales dentro de la carrera arriba señalada.

En cuanto a recursos humanos, tanto en el Centro Regional Morelia como en otros Centros existen profesores con la experiencia suficiente para participar en el programa docente. Además de los recursos mencionados se puede contar con convenios académicos con instituciones locales, nacionales e internacionales como: UMSNH, UNAM, COLPOS, Tolousse y otras.

Para el inicio de esta carrera se cuenta con algunas aulas, laboratorios, invernaderos y parte de un campo experimental que servirán de apoyo a la enseñanza. Las prácticas para el desarrollo de la opción terminal serán preferentemente realizadas en campos de agricultores y eventualmente en el campus Morelia. No obstante, será necesaria la gestión y construcción de un edificio con salones y un auditorio para cubrir las necesidades básicas del programa de ingeniería, y muy probablemente acoplado a un crecimiento en la oferta de especialidades a nivel de posgrado.

Asignatura y Competencias Profesionales

A la fecha se tiene una propuesta de Mapa Curricular (anexo), diseñado con la participación de diversos profesores de la UACh, que tienen la convicción y experiencia en temas de sistemas agrícolas sostenibles.

El egresado de esta orientación tendrá las siguientes competencias:
Comprende los problemas de la agricultura desde un enfoque integral, en la que inciden diversos factores ambientales, tecnológicos, económicos, políticos y culturales.
Prioriza la producción de alimentos básicos para el consumo local y regional bajo una perspectiva de producción sostenible, con atención especial en la salud ambiental y humana y la equidad en los beneficios económicos.
Innova en tecnologías alternativas que contribuyan a la producción sostenible de alimentos y forrajes, en especial aquellas relacionadas con energías renovables, aprovechamiento del agua y mecanización de procesos.
Da respuestas a las necesidades de productores rurales que deseen desarrollar sistemas agropecuarios sostenibles incluso en situaciones para las cuales no hay una respuesta obvia.
Identifica las alternativas de uso de la tierra de corto y largo plazo que mejor convengan a los usuarios desde una perspectiva de manejo sostenible de la tierra.
Integra los conocimientos técnico-científicos con los de los usuarios locales, a fin de contar con un soporte más sólido e incluyente en los proyectos de trabajo.
Diseña, evaluar y proponer las modificaciones en materia de políticas públicas que conduzcan a condiciones que permitan generalizar la perspectiva agroecológica de la producción del campo.
Desarrolla destreza práctica e intelectual en un balance equilibrado donde ambas aptitudes son igual de importantes.

REFERENCIAS

Altieri, M. A. y C. I. Nicholls, 2010. Agroecologia: potenciando la agricultura campesina para revertir El hambre y la inseguridad alimentaria en el mundo. Revista de Economía Crítica, nº10, segundo semestre 2010, ISSN: 2013-5254
Barsimantov, J. y J. Navia. 2012. Forest cover change and land tenure change in Mexico's avocado region: Is community forestry related to reduced deforestation for high value crops? *Applied Geography* 32: 844-853.
COFOM. 2015. Inventario Forestal y de Suelos del Estado de Michoacán (actualización 2014). Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM), Gobierno del estado. Morelia, Michoacán. 372 pp.
Fernández R., M. y J. Pulido S. 2015. Plagas emergentes, una amenaza para la seguridad alimentaria y la biodiversidad en la agricultura campesina: Caso frijol en Michoacán. Ponencia en el Seminario Internacional sobre Soberanía Alimentaria y Territorio. Chapingo, México. 5 y 6 de Nov.
García-Oliva, F. e I. I. Lara de la Cruz (Eds). 2013. Informe del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero del estado de Michoacán, Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Michoacán y Centro de investigaciones en Ecosistemas de la UNAM. Morelia, Michoacán.
Guerrero, G., O. Masera y J. F. Mas. 2008. Land use/land cover change dynamics in the Mexican highlands: Current situation and long-term scenarios. En: *Modelling Environmental Dynamics*. M. Paegelow y M. Camacho (eds.). Springer, pp. 57-76.
INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2012. *Impacto del cambio de uso de suelo forestal a huertos de aguacate.* Instituto Nacional de

Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, Campo Experimental Uruapan. Libro Técnico Núm. 13.
Morales, L. M. Y G. Cuevas. 2012. Inventario 2011 y evaluación del impacto ambiental forestal del cultivo del aguacate en el estado de Michoacán. Informe Ejecutivo. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM. Morelia, MICH. 10pp.
Sundström, J. F., A. Albihn, S. Boqvist, K. Ljungvall, H. Marstorp, C. Martiin, K. Nyberg, I. Vågsholm, J. Yuen y U. Magnusson. 2014. Future threats to agricultural food production posed by environmental degradation, climate change, and animal and plant diseases – a risk analysis in three economic and climate settings. Food Sec. 6:201–215. doi 10.1007/s12571-014-0331-y.

COMPARACIÓN DE RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DOMINANCIA DE (*PHASEOLUS LUNATUS L*) EN LA AGRICULTURA MAYA

Guadalupe Nicte-há Wicab-Cámara[1]
Javier Orlando Mijangos-Cortés[2]
Luis Arias-Reyes[3]
José Salvador Flores Guido[4].

[1]Instituto Tecnológico Superior de Champotón, [2]Centro de Investigación Científica de Yucatán, [3]Centro de Estudios Avanzados Científicos, [4]Departamento de Botánica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán
Correo electrónico: lunicamara@hotmail.com.

RESUMEN

El Ib (*Phaseolus Lunatus L*) representa el cuarto cultivo más importante en la agricultura tradicional Maya, de importancia nutricional y económica. Estudios previos reportan la reducción de la diversidad genética ocasionada por múltiples factores: ambientales, agrícolas, socio-económicos y culturales. Se evaluó el grado de erosión genética de las variedades locales en la península de Yucatán, a nivel regional, en cuatro zonas agrícolas Mayas, y 13 comunidades Mayas. Se realizó entrevistas semiestructuras a informantes de 50-90 años en sus hogares, se caracterizó el germoplasma con datos morfológicos y etnobotánicos y se fotografió. Se cuantificó la riqueza y abundancia del Ib, se usaron los índices de Shannon y Simpson y el software Biodiversity Professional ver. 2.0 (McAleece, 1997). Se reportan 12 variedades locales de Ib a nivel regional de las 25 variedades encontradas en estudios previos, en las cuatro zonas agrícolas; se observó una disminución en su riqueza que varía de acuerdo a la superficie sembrada y a la zona geográfica de la Península de Yucatán.

Palabras clave: Frijol lima, Zonas, Comunidades, Península de Yucatán.

ABSTRACT

The Ib (*Phaseolus Lunatus L*) represents the fourth most important crop in traditional agriculture Maya, nutritional and economic importance. Previous studies reported a reduction in genetic diversity caused by multiple factors: environmental, agricultural, socio-economic and cultural. The degree of genetic erosion of local varieties in the Yucatan peninsula, at regional level, in four Mayan agricultural areas, and 13 Mayan communities was evaluated. Half-structures informants 50-90 years at home interviews was conducted, germplasm with morphological and ethnobotanical data was marked and photographed. Richness and abundance of Ib was quantified indices Shannon and Simpson and Biodiversity Professional software used to see. 2.0 (McAleece, 1997). Ib 12 local varieties are reported at the regional level of the 25 varieties found in previous studies, four agricultural areas; a decrease in wealth that varies according to the plantings and the geographic area of the Yucatan Peninsula was observed.

Key words: Llima beans, Zones, Communities, Yucatan Península.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día uno de las grandes desafíos que enfrenta la humanidad en la conservación de la diversidad biológica de los recursos genéticos de las plantas cultivadas (Jarvis *et al.,* 2000) es el

impacto de la erosión genética de las variedades locales presentes en los agroecosistemas tradicionales.

A nivel mundial destacan numerosos trabajos sobre erosión genética a nivel específico sobre riqueza, diversidad y morfológicos, como los de Harlan quien realizó una exploración en 1948, en Turquía y reportó en 1950, una disminución de diferentes variedades locales de Trigo (*Triticum* ssp.) Teklu y Hammer, (2006), en Albania reportaron un 72.4% de erosión genética de las variedades locales de trigo y en el sur de Italia un 72.8%. Stephen *et al.,* (2002) citados por Teklu y Hammer (2006), reportaron una disminución en la diversidad del arroz desde 1996 hasta 1998.

Gao (2003) reportó el desplazamiento de las variedades locales de arroz y la adopción de nuevas variedades de arroz de alto rendimiento. Ochoa (1975), reportó una disminución en el número de papas en Chile, Perú y Bolivia, indicando que de las 200 variedades nativas encontradas en Chile entre el año 1928 a 1938, hubo una reducción en el número a solo 35-40 variedades en el año 1969. Para Perú, este mismo autor indica que de 25 variedades nativas encontradas en 1955, solo nueve variedades se colectaron en 1970, confirmando que en un periodo de 20 años se perdieron 25 variedades nativas de papas (Brush, 1999). Esta misma erosión genética ha sido reportada para las variedades locales de yuca en la Amazonia peruana (Salick *et al.*, 1997) y en el arroz (*Oriza sativa* L.). Otros trabajos son las comparaciones entre el número de especies y cultivares (Hammer *et al.,* 1996), ó los modelos de evaluación genética (Guarino, 1999) o las listas de factores de riesgo (Oliviera y Martins, 2002) que han sido de gran utilidad para destacar la problemática de la erosión genética de una especie o taxón en particular. Entre las investigaciones intraespecífica (isoenzimas y moleculares) destaca el trabajo de Akimoto *et al.,* (1999) en análisis de aloenzimas.

En México, en el caso particular de la península de Yucatán destacan los trabajos que aportan evidencias de diversidad de *Phaseolus lunatus* L: Debouck (1979), INIA (1984), Hernández y Delgado (1992), Nahal (1993), Cuanalo *et al.,* (1998), Terán *et al.,* (1998), Ballesteros (1999) y entre los pocos estudios que abordan la problemática de la erosión genética destacan los trabajos de Martínez-Castillo *et al.,* (2005), Martínez-Castillo *et al.,* (2008) y Camacho-Pérez (2009). México posee una mega diversidad biológica y cultural, es un centro primario de origen y diversificación de numerosas especies cultivadas autóctonos (Bellón, 2009) y silvestres (Engels *et al.,* 2006; Vavilov, 1926), en especial las leguminosas como *Phaseolus* spp.

En la Península de Yucatán una de las especies que podría estar sufriendo este problemática de erosión genética es el Frijol Lima cuyas formas domesticadas reciben el nombre genérico Maya de Ib (*Phaseolus lunatus* L.), nativa de América tropical, debido a diversos factores como los cambios agroecológicos, socioeconómicos, ambientales y culturales (Martínez-Castillo *et al.,* 2005; Camacho- Pérez, 2009).

El objetivo fue estimar la perdida de la diversidad resultante de la extinción de las variedades locales del Ib en la península de Yucatán, en diferentes niveles: regional, zonas agrícolas Mayas y comunidades agrícolas. Es urgente la búsqueda y recolección de plantas cultivadas que permita su conservación *ex situ* así como también determinar la diversidad existente del recurso Ib.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El estudio se realizó en cuatro zonas de las 13 áreas geográfico-culturales establecidas por Adams y Culbert (1977). En cada zona cada se eligió tres comunidades agrícolas Mayas a

excepción de la zona de Quintana Roo donde se eligió una comunidad más, con lo que se tuvo un total de 13 comunidades (Figura 1).

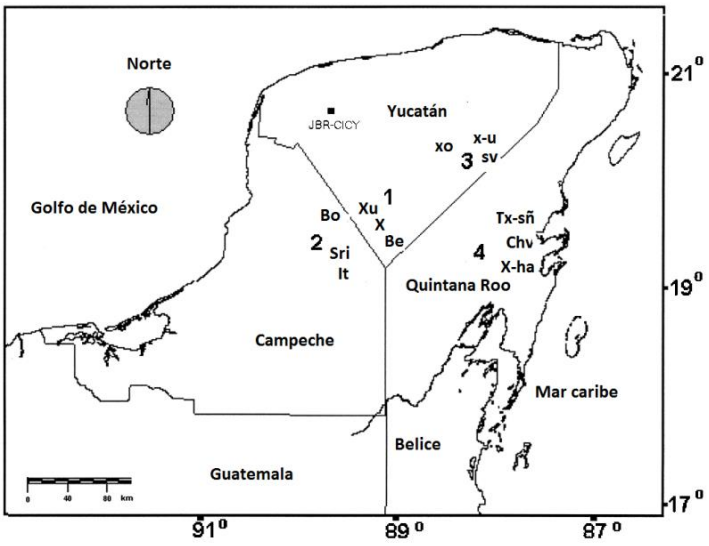


Figura 1. Mapa de las zonas y comunidades Mayas de estudio en la Península de Yucatán, sobre la erosión genética del Ib (*Phaseolus lunatus* L.): Noreste de Campeche en la zona de los Chenes (NECAMP) las comunidades de Bolonchén de Rejón (Bo), Santa Rita Becanchén (Sri), Iturbide (It) Iturbide; para el Sur de Yucatán en la zona Puuc (SYUC), las comunidades de Xul (Xu), Xohuayán (X), Becanchén (Be); para el Sur Oriente de Yucatán en la zona planicies del Norte (OYUC): Xocén (xo), X-Uilub (x-u), San Silverio (sv); y para el Centro Oriente de Quintana Roo en la zona de Río Bec (CEQROO) las comunidades de Tixcacal Guardia (Tx), Señor (Sñ), Chancah-Veracruz (Chv), X- Hazil Sur (X-ha).

Determinar la diversidad y dominancia de Phaseolus lunatus en el área maya peninsular

La investigación se realizo durante los meses de Mayo a Julio del 2009. Se realizó un estudio del patrón de distribución de las variedades nativas en las cuatro zonas de estudio, se colectó germoplasma a partir de los productores de la región de un rango de edad entre 50-90 años, se caracterizó el germoplasma con datos morfológicos y etnobotánica. Se pidió audiencia a los comisarios de cada comunidad, se visitó a los informantes en cada uno de sus hogares, se aplicaron encuestas semiestructuradas, se fotografió muestras de ejemplares de Ib.
Para cuantificar la riqueza y abundancia de las variedades locales de Ib a nivel local, zonas y región se siguió una aproximación etnobotánica. D = Σpi2, donde, pi representa el porcentaje de área cultivada por variedad. Los índices de Shannon y Simpson fueron calculados usando el software Biodiversity Professional ver. 2.0 (McAleece, 1997).

Análisis de la diversidad, riqueza y abundancia de las variedades locales de ib (*Phaseolus lunatus* L.) en la agricultura tradicional maya.

En cada comunidad se aplicaron encuestas dirigidas a una muestra de 15 productores del género masculino pertenecientes a la etnia maya, o en su caso al género femenino con conocimiento de que cultivan o hayan cultivado recientemente el ib. Dando un total de 180 campesinos. Se entrevistaron a aquellos productores que fueron previamente visitados y entrevistados por Martínez-Castillo *et al.,* (2005). El tamaño de la muestra representó entre el 10 y 20% del total de campesinos varones productores de ib en cada comunidad. Las encuestas se realizaron en las casas de los agricultores, en lengua maya o español, según el agricultor, así mismo se contó con un intérprete familiarizado con la lengua maya para la facilitación de la investigación.

Las encuestas contemplaron preguntas cualitativas como los nombres de las variedades cultivadas de ib y preguntas cuantitativas como la Frecuencia del número de variedades locales cultivadas de ib, tipos de variedades sembrada por agricultor, la edad de los productores (rango de 20-29 años, 30-39 años, 40-49 años, 50-50 años, 60-79 años), el área del cultivo sembraba para cada variedad. Se realizó un análisis descriptivo de los datos usando el programa SPSS versión 17.

A partir de la información obtenida de las encuestas, se estimaron los siguientes índices:
A nivel peninsular: 1) Riqueza, el número de variedades, 2) Abundancia relativa, calculada como el número de hectáreas cultivadas con cada variedad en relación al total de hectáreas cultivadas para la especie en una muestra de la península, 3) Diversidad, el índice de Shannon (Shannon 1949, $H' = -\sum p_i \ln p_i$), y 4) Dominancia, usando el índice de Simpson (Simpson 1949, $D = \sum p_i^2$).

A nivel de zona: 1) Riqueza, el número de variedades, 2) Abundancia relativa, calculada como el número de hectáreas cultivadas con cada variedad en relación al total de hectáreas cultivadas para la especie en la muestra de las cuatro regiones estudiadas de acuerdo a lo reportado por los campesinos entrevistados, 3) Diversidad, el índice de Shannon (Shannon 1949, $H' = -\sum p_i \ln p_i$), y 4) Dominancia, usando el índice de Simpson (Simpson 1949, $D = \sum p_i^2$).

A nivel de comunidad: 1) Riqueza, el número de variedades, 2) Abundancia relativa, calculada como el número de hectáreas cultivadas con cada variedad en relación al total de hectáreas cultivadas para la especie en la muestra de estudio, 3) Diversidad, el índice de Shannon (Shannon 1949, $H' = -\sum p_i \ln p_i$), y 4) Dominancia, usando el índice de Simpson (Simpson 1949, $D = \sum p_i^2$).
Donde para calcular los índices de Shannon y Simpson, p_i representa el porcentaje de área cultivada por variedad. Estos índices fueron calculados usando el software Biodiversity Professional ver. 2.0 (McAleece, 1997).

RESULTADOS

Con respecto a la riqueza de las variedades a nivel regional se encontró 12 variedades locales de Ib, todos con una denominación maya para identificarlos. Los productores siembran hasta cuatro variedades en un solo ciclo de cultivo, con variación en la cantidad de superficie cultivable para cada una (Tabla 1).

Para la zona Centro de Quintana Roo se encontró siete variedades, la zona Oriente fue de mayor riqueza, con presencia de las variedades Bacalar, Mejen y Nuk, en la zona Noreste las más representativas son Mulición, Putsica-sutsuy y Mejen. La variedad Mejen que solo se encontraba en la zona Oriente de Yucatán en la sierrita de Ticul, se reporta su presencia para esta zona, así como la presencia de las variedades Chac uolis, Box pech, Pool santo, Chak chí y kan. Para la zona sur de Yucatán se reporta ocho variedades siendo Mulición, Mején y Nuk las más representativa, no encontrando la variedad Madzakitam, pero se reportan las variedades Box pech y Chak saac.

A nivel de comunidades para la zona Centro de Quintana roo la comunidad de mayor riqueza es X-Hazil Sur, la variedad de mayor predominando en las cuatro comunidades es la variedad Bacalar, la variedad Putsica-sutsuy se registró en Señor y Xhazil Sur y Chal uolis en la comunidad de Señor. En el Oriente de Yucatán las variedades Mulición, Sac, Putsica-sutsuy y Chac chí se reportan para las tres comunidades, las variedades Pool santo y Nuk Ib se encontro en la comunidad de San Silverio, las variedades Chak oulis y Kan en las comunidades de San Silverio y X-Uilub; la variedad Bacalar en la comunidad de Xocén y X-Uilub, y las variedades Mején y Chak saac no se encontraron en las comunidades de San Silverio y Xocén. En el Noreste de Campeche se reporta para las tres comunidades Mulición, Sac, y Putsica-sutsuy; las variedades Chak-saak, Chak chí y Box pech se encontraron en la comunidad de Bolonchén de Rejón, la variedad Mején no se encontró en Santa Rita Becanchén. El resto de las variedades como Chak uolis, Pool santo y Kan se encontraron en distintas comunidades.

Tabla 1. Comparación de la abundancia relativa de las variedades locales de Ib (*P. lunatus L)* en la península de Yucatán, México, en dos diferentes años de colecta.

	Colecta 2002		**Colecta 2009**	
Variedades	**Área cultivada (%)**	**Regiones**	**Área cultivada (%)**	**Zonas**
Mulición	29.61	Todas las regiones	44	Todas las regiones
Sac	25.13	Todas las regiones	8.7	Todas las regiones
Putsica-sutsuy	16.5	Todas las regiones	12.7	Todas las regiones
Bacalar	5.8	CEQROO	11.49	OYUC, CEQROO
Nuk	4.12	SYUC	2.05	OYUC, SYUC
Chak saac	4.1	CEQROO, SEYUC	5.5	Todas las regiones
Mején	3	SYUC	5.6	OYUC, SYUC, NECAMP
Chak pech	1.79	CEQROO,SEYUC	0	No encontrado
Balche	0.92	CEQROO	0	No encontrado
Box pech	1.85	CEQROO, NECAMP	1.7	SYUC,CEQROO, NECAMP
Balam-pach	1.1	SEYUC	0	No encontrado
Tsisibal	1.1	SEYUC	0	No encontrado
Kan	1.01	SEYUC	1.2	OYUC, NECAMP
Chak Mején	0.32	NECAMP	0	No encontrado
Mats´akitam	0.31	SEYUC	0	No encontrado
Pool santo	0.26	CEQROO, SEYUC	0.9	OYUC, NECAMP
Tabaco	0.16	CEQROO	0	No encontrado

Boxuolis	0.08	CEQROO	0	No encontrado
Chak uolis	0.06	CEQROO, SEYUC	6	OYUC, NECAMP,CEQROO
Chak chi	0.02	SEYUC	1.8	OYUC, NECAMP
Chocolate	0.02	CEQROO	0	No encontrado

Zonas: (CEQROO): Zona Centro de Quintana Roo, (OYUC) o (SEYUC): Zona Oriente de Yucatán, (NECAMP): Zona Noreste de Campeche, (SYUC): Zona Sur de Yucatán.
*Depositadas en el Centro de Investigación Científica de Yucatán.

En abundancia para la zona CEQROO corresponde la variedad bacalar y menos abundante Chak uolis Para la zona OYUC y NECAMP, la variedad más abundante es Mulición, menos abundante para ambas zonas es la variedad Pool santo. La variedad Chak-uolis solo se registró en la zona OYUC. En la zona NECAMP son cultivadas las ocho variedades restantes registradas, las cuales ninguna superó el 10% de superficie cultivada. En la zona Sur de Yucatán (SYUC)**,** las variedades más abundantes fueron: Mulición, Mején y Nuk; mientras que dos variedades no superan el 1% (Chak-saac y Box pech). Con respecto a la diversidad y Dominancia. A nivel regional se observó una diversidad de H=0.813, con una dominancia de D = 0.236, esto refleja la diversidad observada de las variedades encontradas de *P. lunatus* a nivel peninsular (Tabla 2). A nivel de zonas la más diversa es OYUC (H=0.81); la menos diversa es CEQROO (H=0.53). Estos resultados contrastan con lo reportado por Martínez castillo *et al.* (2004) quienes señalaron a CEQROO como la más diversa (H=0.8).

Tabla 2. Valores de diversidad y dominancia de las colectas 2002 y 2009 de las variantes de *P.lunatus* L. en la península de Yucatán, México.

Regiones	**Colecta 2009**		**Colecta 2002**	
	Diversidad (H)	**Dominancia (D)**	**Diversidad (H)**	**Dominancia (D)**
NECAMP	0.63	0.37	0.71	0.35
SYUC	0.59	0.31	0.71	0.22
OYUC	0.81	0.18	0.76	0.25
CEQROO	0.53	0.37	0.8	0.19

La zona menos diversa presentó mayor dominancia (D=0.37) igual que NECAMP y la zona más diversa (OYUC) presentó la menor dominancia (D = 0.18). A nivel de comunidades San Silverio ubicada en la zona del OYUC es la más diversa y la de menor dominancia; esto indica la presencia relativa de un mayor número de variedades, las cuales son cultivadas en cantidades de superficie de terreno muy similares. Las comunidades (Tabla 4) Santa Rita Becanchén y Bolonchén de Rejón en la zona de NECAMP con valores de mayor dominancia (D = 0.50), indicando la presencia de pocas variedades con una preferencia muy alta para cultivarlas.

DISCUSIÓN

Se reportan 12 variedades locales de Ib, lo cual no coincide con lo reportado por Martínez-Castillo *et al*., (2005) y Ballesteros (1999) quienes indican la existencia de 25 variedades en la península de Yucatán. Esto refleja una eminente pérdida de la riqueza biológica de las variedades locales de Ib, en un lapso de nueve años, que puede deberse a diversos factores biológicos, económicos, sociales y culturales de una región, zona agrícola y comunidad. Por su parte Martínez-Castillo *et al.,* (2004) reportaron la presencia de 12 variedades clasificadas como “raras”. En esta investigación, solo se reportan cinco variedades consideradas como raras: Chak-uolis o Mulición

Rojo, Pool-santo, Kan, Chak-chí y Box- pech. No se encontrándose las otras siete variedades: Balam-pach, Chak-Mején, Tsisibal, Box-uolis, Mats´akitam; Tabaco y Chocolate (Tabla 1).

Estos resultados en la región indican que no solo las variedades consideradas como raras por Martínez-Castillo *et al*., (2005) podrían haberse perdido en un período de nueve años, sino también, otro conjunto de variedades clasificadas como comunes por dichos autores podrían haber desaparecido o disminuido su abundancia, como las variedades Chak petch y Balché que no se encontró en la región.

Con respecto a la riqueza del Ib en las cuatro zonas agrícola; se observó una disminución en su riqueza que varía de acuerdo a la superficie sembrada y a la zona geográfica. Actualmente la zona (CEQROO) es la zona de menor riqueza encontrándose solo siete variedades, comparado con lo reportado por Martínez–Castillo *et al.,* (2004), quienes indican esta zona como la de mayor riqueza con 14 variedades de Ib, para esta zona no se registraron siete variedades: Balché, Pool santo, Chak petch, Chocolate, Balam-pach, Box uolis, Xanamucuy y Tabaco (Martínez–Castillo *et al.,* 2004). Cabe señalar que aún prevalece el Ib tipo Bacalar y se reporta la presencia de la variedad Chak saac para esta región.

En la zona (SYUC) la variedad Madzakitam no se encontró en esta investigación, en la zona (OYUC) no se encontraron las variedades: Chak-petch, Mats´akitam, Balam-pach, Tsisibal, Batún y Chak Mején como reporta Martínez-Castillo *et al*., (2004). La zona donde la riqueza no sufrió modificaciones cuantitativas fue SYUC (8 variedades), sin embargo, se registró un cambio cualitativo, se encontraron variedades como Box pech y Chak saac que no fueron reportadas por Martínez–Castillo *et al.,* (2005).

En términos de abundancia regional se encontró que en los últimos siete años (2002 a 2009) no hubo un cambio en el número de variedades más abundantes en la región, no así en los cambios cualitativos, Martínez-Castillo *et al.,* (2005) reportaron también tres variedades como las más abundantes o de mayor superficie de cultivo: Mulición (29.6%), Sac (25.12%), y Putsica-sutsuy (16.5%), las cuales abarcaron poco más del 70% del área cultivada; para este estudio se observó que la variedad Mulición, Putsica-sutsuy y Bacalar incrementaron su abundancia, aunque en mayor grado Mulición que fue la de mayor superficie de cultivo; sin embargo, es importante señalar que la variedad Sac entre los agricultores locales también es nombrada como Mulición, y debido a esta poca diferenciación existente entre ambas, se considera como un complejo Mulición-Sac (Martínez-Castillo *et al*., 2005), por lo que, no existe mucha diferencia entre lo registrado en este estudio y lo reportado por Martínez-Castillo *et al.,* (2005), cuando las mismas variedades (Mulición-Sac, Putsica-sutsuy, Bacalar) siguen siendo las de mayor abundancia relativa en la península de Yucatán

También existieron diferencias en la distribución geográfica para algunas variedades de Ib por zonas y comunidades de la Región; como la variedad Bacalar que se distribuyó solo en las zonas OYUC y CEQROO. Sin embargo la variedad Mulición es la que se puede considerar como la de mayor distribución geográfica en la región y la más abundante. Los valores más altos de diversidad se obtuvieron en la zona OYUC con valores bajos de dominancia, el valor de diversidad apoyan los de riqueza.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigación Científica de Yucatán, A mi director de tesis, e investigadores que participaron en el desarrollo de la investigación, a las 13 comunidades visitadas, comisarios municipales y poblado por su ayuda en este trabajo.

CONCLUSIONES

Actualmente existe una pérdida de riqueza y diversidad en las variedades locales de ib a nivel peninsular, por zonas de estudio y comunidades. Actualmente, solo 12 de las 25 variedades reportadas por Martínez-Castillo *et al*. (2005) fueron encontradas en este estudio.

En las cuatro zonas de estudio existe una clara erosión genética de las variedades locales de ib, en la zona oriente de Yucatán se registraron 11 de las 17 encontradas en las colectas del 2002 esto representa un 65%.

En la zona de NECAMP se encontró 10 de 13 variedades (77%).

La zona SYUC aún conserva ocho variedades (100%), pero hay que señalar que se integraron variedades que anteriormente no fueron encontradas para esta zona.

La zona de mayor pérdida de variedades corresponde a CEQROO con siete de las 14 variedades (50%) encontradas por Martínez-Castillo *et al*. (2005).

A nivel de comunidades la de menor riqueza corresponde a la comunidad de Tixcacal Guardia con dos variedades locales, seguida de Chanca Veracruz, Iturbide y Xul las tres con cuatro variedades, las comunidades con mayor riqueza de variedades son: San Silverio (10), X-uilub y Bolonchén de Rejón ambas con ocho variedades.

En relación a la abundancia encontradas en la península de Yucatán solo dos de las variedades reportadas por Martínez-Castillo *et al*., (2004) siguen siendo las más cultivadas: Mulición y Putsica-sutsuy. Mientras que otra serie de variedades ya no fueron encontradas y algunas reportadas por estos autores como variedades comunes ya pasaron a la categoría de variedades raras.

A nivel de zonas la abundancia y las variedades encontradas fueron características del área geográfica: en la zona CEQROO la variedad más abundante corresponde a Bacalar (50%), en la zona de OYUC se encontró que una de las tres variedades más abundantes corresponde a Chak saak con 12.83%, en la zona SYUC, se encontró que dos de las tres variedades abundantes corresponden a las variedades Mejen (20%) y Nuk (12.3%), para la zona de NECAMP además de tener a las dos variedades abundantes Mulición y Putsica-sutsuy, también encontramos la variedad mejen (9%) y la variedad chak uolis (5.2%).

Los cambios en diversidad genética de las variedades de ib se observan también a nivel de zonas. Los índices de diversidad indicaron que la zona más diversa es el Oriente de Yucatán OYUC (H=0.81), seguida del centro oriente de Campeche (NECAMP) (H=0.53). Esto indicó un cambio en la zona geográfica de mayor diversidad de ib reportada por Martínez-Castillo *et al*., (2004), hace seis años la zona con mayor diversidad era la zona de Felipe Carrillo Puerto Quintana Roo. Al parecer, factores de tipo ambiental acaecidos en los últimos años podrían haber generado este cambio.

LITERATURA CITADA

Akimoto, M., Y. Shimamoto y H. Morishima (1999). The extinction of genetic resources in Asian wild rice, *Oryza rufipogon* Grif: a case study in Thailand. Genetic Resources Crop Evolution, 46, 419–425.

Ballesteros, G. A. (1999). Contribuciones al conocimiento del frijol Lima (*Phaseolus lunatus* L.) en América Tropical. Tesis Doctorado. Colegio de Posgraduados. Montecillos, Estado de México, México. 386 p.

Bellon, M. R., Barrientos-Priego, A. F., Colunga-GarcíaMarín P., Perales H., Reyes Agüero J. A., Rosales Serna R., Zizumbo-Villarreal, D. (2009). Diversidad y conservación de recursos genéticos en plantas cultivadas, en: Sarukhán J. (Coord gen.). Dirzo R., González, R. y March, I. J. (Comps.). Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. México, D.F. pp. 355-382.

Brush St. (1999). Genetic erosion of crop populations in centers of diversity: a revision. Proc. Techn. Meeting FAO in Prague, 34-44.

Camacho-Pérez L. (2009). Análisis de la erosión genética en variedades del Ib (*Phaseolus lunatus L.)* del noroeste de Campeche, México. Tesis de Licenciatura Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán, México. 86 p.

Cuanalo, H., Arias L., Rodríguez J., Jarvis D., Williams D., Cob V, Burgos L y Ek B (1998). "Conservación *In Situ* de la Biodiversidad de los Cultivos de la Milpa en Yucatán", en: Memorias. XVII Congreso. Nacional de Fitotecnia. SOMEFI. Chapingo, México. p. 330.

Debouck, D. G. (1979). Proyecto de recolección de germoplasma de *Phaseolus* en México. CIAT-INIA, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia.

Engels, J. M. M., A. W. Ebert., I. Thormann y M.C. de Vicente. (2006). Centers of crop diversity and/or origin, genetically modified crops and implications for plant genetic resources conservation. Genetic Resources and Crop Evolution, 53, 1675–1688. DOI.10.1007/s10722-005-1215.

Gao, L. Z. (2003). The conservation of Chinese rice biodiversity: genetic erosion, ethnobotany and prospects. Genetic. Resources. Crop Evol, 50, 17–32.

Guarino, L. (1999) Approaches to measuring genetic erosion, en: Proceedings of the Technical Meeting on the Methodology of the FAO World Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources, Serwinski, J y I. Faberova (eds). Research Institute of Crop Production, Prague, Czech Republic and FAO, Rome, Italy, pp. 26–28.

Hammer, K., H. Knupffer, L. Xhuveli y P. Perrino. (1996). Estimating genetic erosion in landraces – Two case studies. Genetic Resources and Crop Evolution, 43, 329–336.

Hernández, F. C y S. A. Delgado (1992). Recursos genéticos de frijoles en el oriente de Yucatán, en: La modernización de la milpa en Yucatán. Utopía o realidad. Zizumbo-Villarreal. D., Rasmussen C. H., Arias-Reyes, L. M y Terán C, S. (eds). Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán- Danish International Development Agency (CICY-DANIDA). Mérida, Yucatán, México. pp.147-159.

INIA, (1984). La milpa. Sistema tradicional para producir maíz asociado con frijol, Ib y calabaza en la península de Yucatán. Secretaria de Agricultura y recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas de la Península de Yucatán (SARH-CIAPY-INIA). Mérida, Yucatán, México. 67 p.

Jarvis D. I, L. Myer., H. Klemick., L. Guarino., M. Smale., A.H.D. Brown., M. Sadiki, B. Sthapit y T. Hodgkin (2000). A training Guide for in situ Conservation On-farm. Version 1. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, Italy. 162 p. ISB-13:978-92-9043-701-7.

Martínez-Castillo, J., Zizumbo-Villarreal, D., Perales-Rivera, H. y P. Colunga-GarcíaMarín (2005). Diversidad Intraespecifica de *Phaseolus lunatus* L. en intensificación de la agricultura tradicional en la península de Yucatán, México. Tesis Doctorado, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C., Mérida, México.141p.

Martínez-Castillo, J., P Colunga-GarcíaMarín, y D. Zizumbo-Villarreal (2008). Genetic erosion and *in situ* conservation of Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) landraces in its Mesoamerican diversity center**.** Genetic Resources and Crop Evolution. Springer Netherlands, 55 (7): 1065-1077. DOI: 10.1007/s10722-008-9314-1

Nahal, J. L**. (**1993). Reproducción y caracterización de 30 genotipos de frijoles ibes (*P. lunatus* L.) y botiles (*P. coccineus* L. y *P. polyanthus* Green) de Yucatán y Chiapas. Instituto Tecnológico Agropecuario. No. 19, Tizimin, Yucatán, México.

Ochoa, C. (1975). Potato collecting expeditions in Chile, Bolivia and Peru, and the genetic erosion of indigenous cultivars*,* en: Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow. International Biological Programme 2. Frankel, O. H. and J. G. Hawkes. (eds). Cambridge: Cambridge University Press. pp: 167-173.

Oliveira, L. O. de y E. R. Martins (2002). A quantitative assessment of genetic erosion in ipecac (Psychotria ipecacuanha). Genetic. Resource. Crop Evol, 49, 607–617.

Salick, J., N. Celinese y S. Knapp. (1997). Indigenous diversity of cassava: generation, maintenance, use and loss among the Amuesha, Peruvian Upper Amazon. Economic. Botany, 51, 6-19.

Teklu Y y Hammer K (2006). Farmer´s perception and genetic erosion of tetraploid wheats landraces in Ethiopía. Genetic Resources and Crop Evolution, 53, 1099–1113.

Terán, S., C. H. Rasmussen and O. May-Cauich (1998). *Las plantas de la milpa entre los Mayas Yucatán, México*. Fundación Tun Ben Kin, A. C. 287 p.

Vavilov, 1926, Vavilov, N. I. (1926). Centers of origin of cultivated plants. Trends Pract. Botany Genetic. Sel. (in Russian), 16(2), 3-248.

POSCOSECHA Y ESTUDIO DE COMPUESTOS VOLÁTILES EN LA MADURACIÓN DE GUAIJÍ (*Couepia subcordata)*

Jaime Naranjo-Morán[71]
Milton Barcos-Arias
Juan Cevallos-Cevallos1
Patricia Manzano-Santana1
Eduardo Chica-Martínez[2]

RESUMEN

Couepia subcordata (Chrysobalanaceae) es una especie arbórea que produce frutos de drupa pulposa y rica en carotenos, fruta de tipo climatérica asociada con cambios en el desarrollo del sabor y el aroma. El objetivo de esta investigación fue determinar el grado de conservación del fruto y madurez óptima después de la cosecha, además de identificar los volátiles en cinco estados de maduración. El esquema experimental se desarrolla a partir de la cosecha manual de frutos, luego se realizó la limpieza y la separación en función del estado de maduración, para su conservación a 4 ºC y 25 ºC. En los tratamientos de maduración evaluamos peso, ºBx, pH y volátiles. Como resultado de las pruebas se registró un peso con tendencia a disminuir, mientras trascurre el tiempo en todos los niveles de maduración. Los ºBx en la madurez del fruto estuvieron entre 1 y 1.5 para cada uno de los tratamientos. Mientras que el pH evaluado en la madurez de fruto se mantuvo neutro con una leve tendencia a la acidez. El fruto tuvo una vida más prolongada en los tratamientos a 4 °C. En lo que respecta, a las pruebas de volátiles se detectó por HPLC diversos aromas tales como: frutales (Ocimene, β- Ocimene, Cis –Ocimene, β- myrcene, 2-Hexanal), lúpulo (α – Humelene), floral (Isobutil acetato, Linalyl acetato), dulce leñoso (α – Pinene, y – terpinene, 2 – Carene, Santolina triene) y manzana verde (Acetaldehyde, Butanal, Pentanal, 3- Hexanal). Se puede concluir que el Guaijí es un fruto exótico con excelentes propiedades lo que lo hace atractivo para el consumo en fresco y para ser usado en procesos industriales.

PALABRAS CLAVE

Maduración, Chrysobalanaceae, Poscosecha, Volátiles.

INTRODUCCIÓN

El árbol de Guaijí (*Couepia subcordata* Benth) es una especie de la familia Chrysobalanaceae (Prance et al., 2013). Este tiene una evocación antropológica con las culturas precolombinas de la región costa y amazónica ecuatoriana puesto que era parte de la dieta de las culturas de esa época (Estrella et. al.,1991). Existen pocos individuos de esta especie en la costa debido a la expansión agrícola, sin embargo, se puede propagar con facilidad a partir de la semilla (Naranjo et al., 2017), las especies se han desarrollado junto a los cultivos de cacao nacional, café y otros maderables (De la Torre et al., 2008).

El árbol produce un fruto comestible en su estado natural, la pulpa contiene 72.4% de agua y 27.6% de materia seca, cuando alcanza su madurez fisiológica se desprende fácilmente del árbol y en poco tiempo se vuelve perecible (Picasso et al., 1997). Por otra parte, el fruto presenta un

[71] Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador; Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador.
[2] Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica, Av. 12 de Octubre y Diego de Tapia, Cuenca, Ecuador.

potencial aún no explotado, ya que contiene diferentes tipos de aromas. Estos compuestos volátiles pueden atraer o repeler herbívoros (Pichersky et al., 2002). Existe poca información de la variabilidad de *C. subcordata* en la costa ecuatoriana (Rozo et al., 2009).

Así mismo es importante conocer el manejo poscosecha de la fruta para la implementación en planes de desarrollo local (GADPO, 2015). Estudios preliminares han desarrollado yogurt a partir de la pulpa con una aceptación del 49,4% (Castro et al., 2017). Con estos antecedentes el objetivo de esta investigación consistió en analizar la poscosecha y los volátiles involucrados en la maduración del fruto, debido a la aceptación de las personas que los consumen como fruto fresco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) localizado en el Campus Gustavo Galindo, Cantón Guayaquil, Ecuador. Para el estudio se utilizó frutos frescos con madurez fisiológica colectados desde las ramas y lavados con solución diluida al 40% de hipoclorito de sodio.

Luego se procedió a separar en cinco grados de madurez, tal como se observan en la figura 1 con réplicas de dieciocho frutos por nivel de madurez y después separados en dos grupos de temperaturas 25°C y 4 °C. Posteriormente se seleccionó seis frutos de cada nivel para ser pesados durante todo el experimento.

Se midió la acidez y grados Brix de los frutos en las temperaturas antes mencionadas, con una periodicidad semanal durante el desarrollo del experimento. Además, se tomó tres frutos de cada nivel de maduración, estos fueron despulpados y colocados en viales, posteriormente se sumergieron en baño maría durante 30 minutos, para luego analizar en HPLC los volátiles emitidos por cada nivel de maduración, los datos estadísticos fueron evaluados en R.



Figura 1. A, B, C: Frutos de *C. subcordata*, D: Biometría de grados Brix, y E: Equipo de HPLC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Poscosecha

El registro del peso tuvo una tendencia a disminuir mientras se incrementan los días en todos los niveles de madurez. Mientras que los ºBx del fruto estuvieron entre 1 y 1.5 en cada uno de los cinco tratamientos, tal como se lo observa en la figura 2. El pH evaluado en la madurez del fruto se mantuvo neutro con una leve tendencia hacia la acidez representado en la figura 3. El fruto tuvo una vida más prolongada bajo la temperatura de 4 °C. El manejo cuidadoso en poscosecha garantizara una materia prima idónea para la elaboración de subproductos como es la elaboración de yogur (Castro et al., 2017).

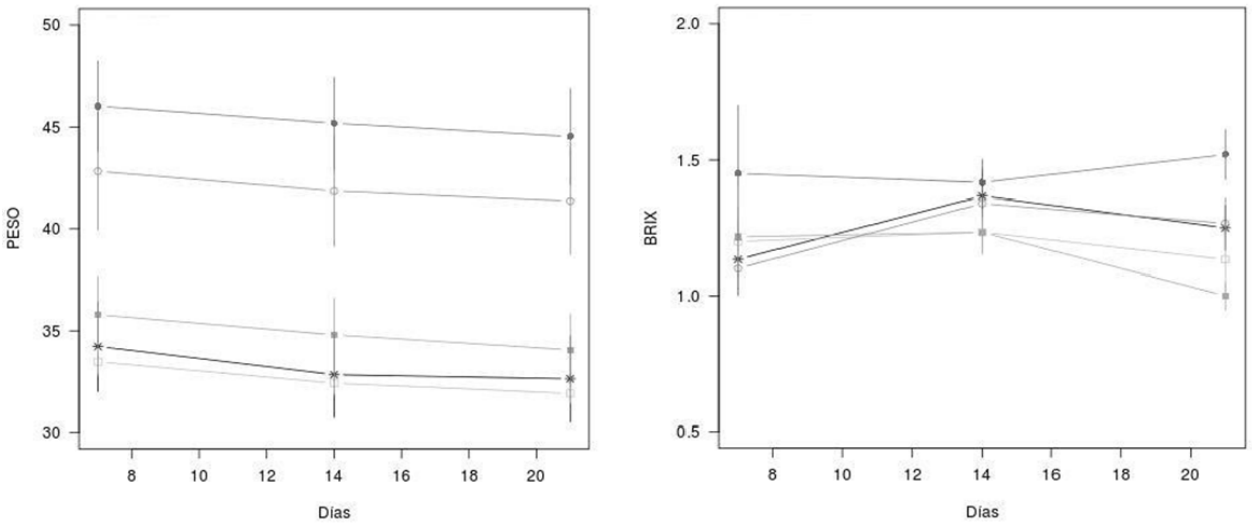


Figura 2. Peso evaluado en gramos para cada nivel de madurez y niveles de ázucar evaluados en los 5 niveles de maduración.

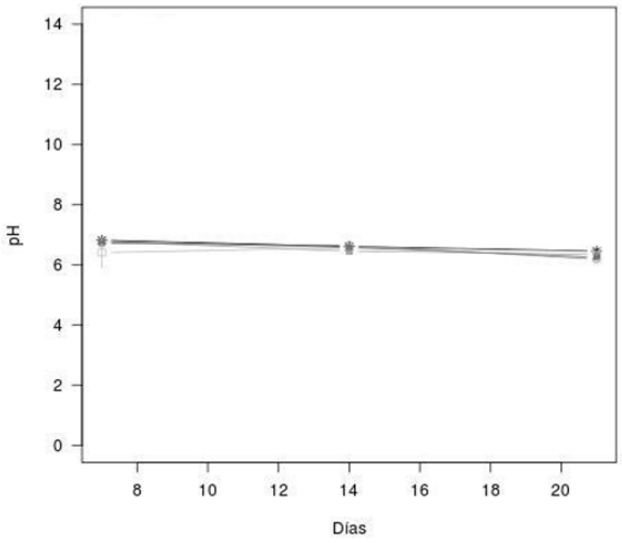


Figura 3. pH de los 5 niveles en el tiempo de maduración.

Compuestos volátiles

Conforme a los volátiles emitidos en cada etapa de maduración, encontramos que los más abundantes son los compuestos que resultan agradables al olfato, por ejemplo el aroma frutal observado como el pico más altos de los cromatogramas (figura 4), los compuestos volátiles presentes en el pico de mayor intensidad son: Ocimene, β- Ocimene, Cis –Ocimene, β- Myrcene, 2- Hexanal, los cuales tienen gran abundancia en todas las etapas de maduración en la fruta de *C. subcordata*, sin embargo, se detectaron otros compuestos en las dos últimas etapas de maduración que son muy particulares tales como: el aroma a lúpulo (α – Humelene), floral (Isobutil acetato, Linalyl acetato), dulce leñoso (α – Pinene, y – terpinene, 2 – Carene, Santolina triene) y por último el aroma a manzana verde (Acetaldehyde, Butanal, Pentanal, 3- Hexanal), los compuestos volátiles observados en los picos cromatográficos son comparables con patrones producidos en una atmosfera rural (Ramón et al., 2013).

Algunos volátiles pueden ser desagradables en grandes concentraciones como es el caso del 2-Hexanal. Asimismo, cabe destacar que otros compuestos producidos en las hojas de *Couepia* sp. pueden combatir enfermedades como la diabetes (Jang et al., 2004). Además, los volátiles pueden atraer insectos para la polinización (Paulino et al., 2007) y también cautivar a los animales herbívoros para que dispersen sus semillas.

El consumo de fruta fresca o procesada casi siempre se muestra llegando al 50% (Castro et al., 2017), pudiendo relacionar a la gran emanación de volátiles a partir del tercer estado de maduración analizados en la figura 4 (Acetaldehyde, Pentanal (CAS), Butanal 3 methyl- (CAS), β- Ocimene, Cis –Ocimene, Beta –Cis- ocimene, Isotreolene, Alloocimene (CAS), α – terpinolene, α – Humelene, Delta -3- carene, 2 – Carene, (+) -4- Carene y Santolina triene), para algunas personas es muy apetecido y para otros radicalmente no les agrada la fruta.

A partir del cuarto estado de maduración se registró volátiles tales como: Butanal (CAS), Ácido acético ethyl ester (CAS), Butanal 3 methyl – (CAS), Pentanal, Isobutil acetato, Ácido acético buthyl ester (CAS), β- Ocimene, Cis –Ocimene, α – pinene, Deta ocimene, Santolina triene, Delta

-3- carene, α – Humelene, Y- terpinene y Alloocimene (CAS), la mezcla de estos compuestos causa que las personas relacionen los volátiles ya conocidos en frutas y productos procesados como pasteles, dulces entre otros. En particular el compuesto de Santolina triene se encuentra desde el segundo al quinto estado de maduración mismo que tiene características antimicrobianas (Lopes et al., 2008).

En el quinto estado de maduración se registró la aparición de compuestos relacionados a hexanos y ocimenes (figura 4,5) como, por ejemplo; el Hexanal (CAS), 2- Hexanal, 3- Hexanal, α – pinene, β- Ocimene, Cis –Ocimene, Deta ocimene, Delta -3- carene y Santolina triene, mientras que se podría analizar con mayor precisión la huella olfativa, a través de las diversas rutas metabólicas (Iguarán et al., 2016).

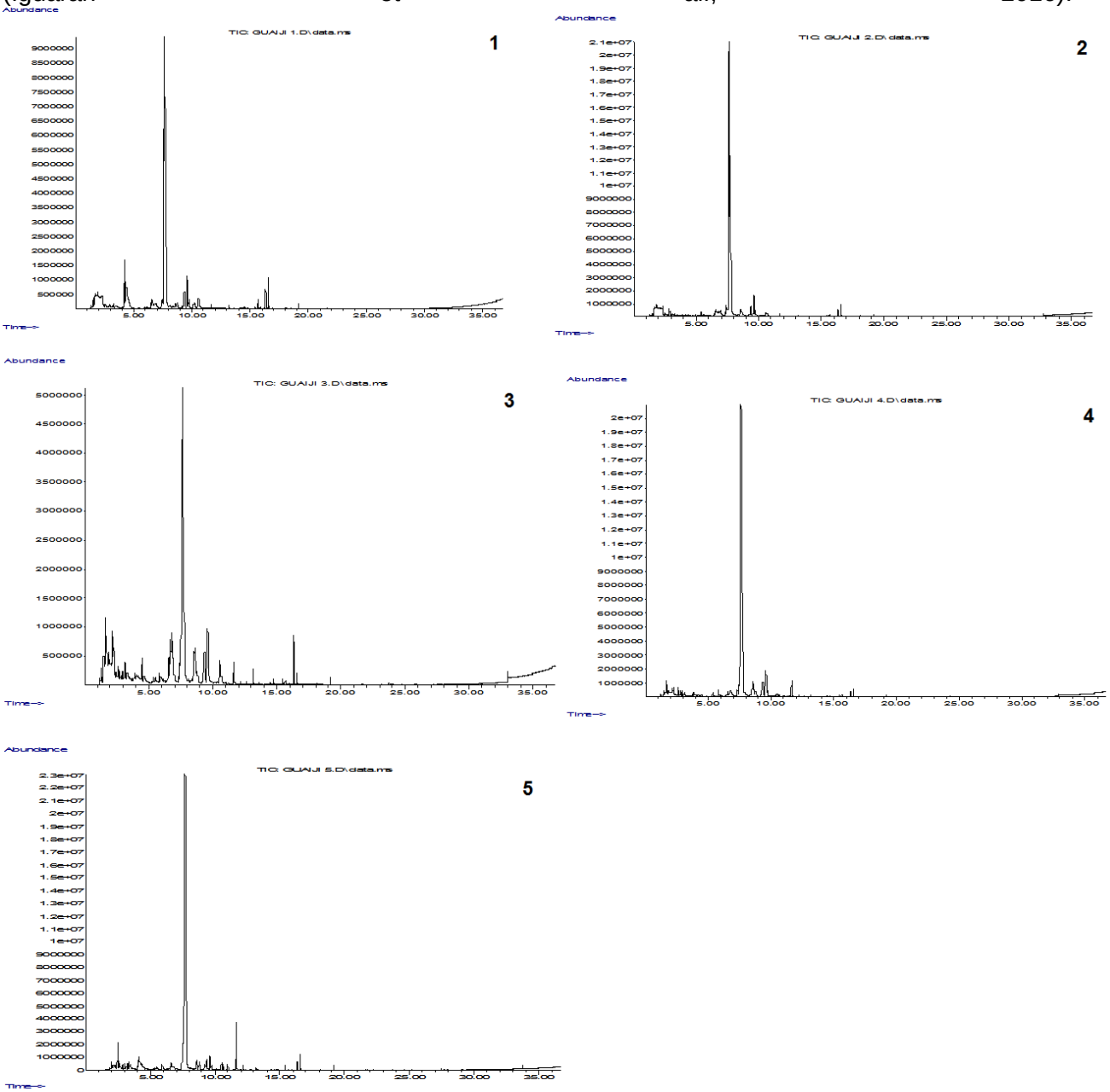


Figura 4. Cromatogramas de los compuestos volátiles producidos por la fruta de *C. subcordata* en los cinco estados de maduración.

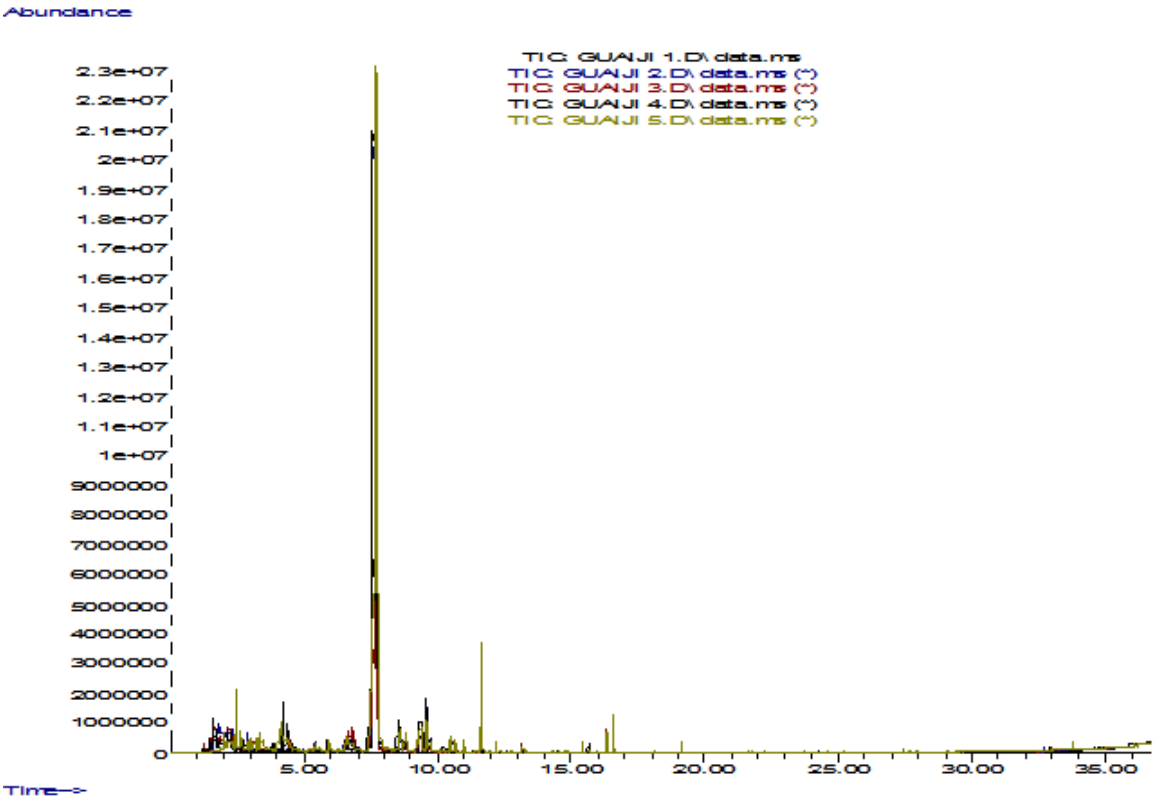


Figura 5. Cromatograma de los volátiles más abundantes analizados en HPLC.

CONCLUSIONES

Se ha demostrado que la madurez óptima se considera desde el estadio cuarto de maduración para su cosecha en fresco. El fruto tiene bajo nivel de azúcar de 1 a 1.5 ^{o}Bx y se conservó mejor a 4 ^{o}C. El Guaijí contiene una gama de compuestos volátiles de gran importancia en la industria de perfumería.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece los trabajadores a la finca del Sr. José Naranjo por la colaboración en la recolección y toma de muestra de la fruta.

LITERATURA CITADA

Cañizares et al., (2006). Manejo poscosecha del cultivo de mango en el oriente de Venezuela, INIA, Maturín – Venezuela.

Castro et al., (2017). Elaboración de un yogurt con pulpa deshidrata de *Couepia subcordata* (Guaijí), enriquecido con sales de zinc y endulzado con stevia (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química).

Estrella et. al., (1991). Flora huayaquilensis: la expedición botánica de Juan Tafalla a la real audiencia de Quito 1799–1808.Abya-Yala, Quito – Ecuador.

De La Torre et al., (2008). Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador. Quito – Ecuador. Pg. (281).

GADPO (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Orellana 2015-2019. Francisco de Orellana – Ecuador

Iguarán et al., (2016). El análisis olfatométrico como herramienta para el estudio de volátiles en frutas. Alimentos Hoy, 24(37), 3-19.

Jang et al., (2004). Phenolic compounds obtained from stems of couepia ulei with the potential to induce quinone reductase. Archives of pharmacal research, 27(2), 169-172, DOI: 10.1007/BF02980101.

Lopes et al., (2008). Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of Artemisia essential oils. Phytochemistry, 69(8), 1732-1738.

Naranjo et al., (2017). Germinación y crecimiento inicial de plántulas de *Couepia subcordata* bajo condiciones de vivero, http://dx.doi.org/10.21931/RB/2017.02.02.4.

Paulino et al., (2007). Pollination and breeding system of *Couepia uiti* (Mart. and Zucc.) Benth (Chrysobalanaceae) in the Pantanal da Nhecolândia, Brazilian Journal of Biology, 67(4), 715-719, http://www.scielo.br/pdf/bjb/v67n4/17.pdf.

Picasso M. et al., (1997). Cultivo de Frutales Nativos Amazónicos. Universidad Amazónica Peruana de Iquitos. Lima. Pág. 247.

Pichersky E. et al., (2002). The formation and function of plant volatiles: perfumes for pollinator attraction and defense. Current opinion in plant biology, 5(3), 237-243.

Prance G. et al., (2013). Volume 11 of the series The Families and Genera of Vascular Plants pp 19-28, Chrysobalanaceae, DOI: 10.1007/978-3-642-39417-1_5.

Rozo et al., (2009). Analysis of genetic variability in Couepia accessions using AFLP markers. Genetic resources and crop evolution, 56(1), 77-83, DOI:10.1007/s10722-008-9346-6.

Ramón, J. D. (2013). Determinación de compuestos orgánicos volátiles biogénicos en una atmosfera rural (parque natural de valderejo). Revista ambiental agua, aire y suelo, 4(1).

EVALUACIÓN DE DIEZ LÍNEAS EXPERIMENTALES DE SORGO AL DAÑO POR AVES MEDIANTE DOS MÉTODOS DE CONTROL

Jesús Bojorquez-Delgado[72]
Gilberto Bojorquez-Delgado[1]
Antonio Flores-Naveda[1]
Andrés Galvez-Rodrigez[1]
Julio Pacheco-Ayala[1]

RESUMEN

El impacto del consumo del grano de sorgo por las aves es un problema común en varias regiones del mundo, principalmente en regiones tropicales. En general, estos cultivos son atacados por un gran número de aves atraídas no sólo por los recursos que éstos ofrecen, sino también por el fácil acceso a sus panículas, y el sabor y contenido nutricional del grano. En el presente estudio, se evaluaron 10 líneas experimentales de sorgo para medir el daño causado por las aves, utilizando 2 métodos de control, por emisiones de sonidos y mediante la utilización de luz. Los tratamientos se estudiaron bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, sembrando bajo condiciones de riego, se evaluó el porcentaje de daño en la panoja ocasionado por las aves, se aplicó la ANOVA para analizar los datos obtenidos tanto en el predio que se utilizó sonido como en el que se utilizó luz. Se observó a LES 3 y LES 4 como las más afectadas por las aves, LES 8 y LES 9 fueron las menos afectadas, en cuanto a los resultados obtenidos sobre los métodos de control, se presentó menor daño mediante la emisión de sonidos que mediante la emisión de luz.

PALABRAS CLAVE

Daño por aves, control por sonido, Sorgo

INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum bicolor*) es el quinto cereal en importancia a nivel mundial después del maíz (*Zea mays L.*), el trigo (*Triticum aestivum L.*), el arroz (*Oryza sativa L.*) y la cebada (*Hordeum vulgare L.*), aportando el 3% de la producción total. La producción mundial de sorgo en el año 2011 fue de 54 millones de toneladas, siendo India el primer productor con una participación del 12,9 % en la producción mundial, seguida por Nigeria (12,7%), México (11,8%), Estados Unidos (10%), y Argentina, (8%) (Dragún et al., 2010).

Las superficies cultivadas atraen a las aves proporcionando recursos diversos como alimentos, nidos y protección (Albornoz y Fernández, 1994). En particular, las aves granívoras tienen una población fuertemente regulada por la disponibilidad de alimentos (Grant et al., 2000), por lo tanto, pueden ser favorecidas por la expansión agrícola (Ortiz y Capllonch, 2007). El impacto del consumo del grano de sorgo por las aves es un problema común en varias regiones del mundo (Price et al., 1979; Bruggers et al., 1998), principalmente en regiones tropicales (Manikovski y Camara, 1979; Bruggers y Jaeger, 1981). En general, estos cultivos son atacados por un gran número de aves atraídas no sólo por los recursos que éstos ofrecen, sino también por el fácil acceso a sus panículas (Manikovski y Camara, 1979; Bullard, 1988), y el sabor y contenido nutricional del grano (Bullard, 1988).

[72] Instituto Tecnológico Superior de Guasave, itsg.jbojorquez@gmail.com, itsg.jbojorquez@gmail.com

Varias estrategias se han utilizado para controlar el ataque de aves en los cultivos de sorgo (Bruggers y Jaeger, 1981), por ejemplo, el uso de variedades ricas en taninos, sustancia que aumenta la resistencia a los ataques de las aves (Price et al., 1979); sin embargo, este compuesto químico le confiere bajo valor nutricional (Coelho, 2006), deterioro del sabor (Bullard,1988; Magalhães et al., 2009) y devaluación en el mercado de cereales (Price et al., 1979). Otras estrategias usadas para el control de las aves son el aislamiento manual de las panículas con papel, o uso de dispositivos que generan sonido o fuegos artificiales (Bruggers y Jaeger, 1981; Albornoz y Fernández, 1994), o técnicas poco selectivas, con resultados a menudo insatisfactorios (Bruggers y Jaeger, 1981). Por lo tanto, es necesario mejorar las técnicas de manejo agronómico para disminuir el daño causado por aves y aumentar la producción del sorgo sin comprometer la calidad nutricional y sabor del grano (Bullard, 1988).

Manikovski y Camara-Smeets (1979) estimaron que el 25 % de las panículas se pierden por el daño causado por aves y que el consumo es más intenso durante la etapa de grano lechoso (Tipton et al., 1970) y más concentrada en la periferia de los cultivos cercanos a cuerpos de agua o zonas arboladas.

Por lo anterior, se planteó el presente trabajo con el objetivo de evaluar diez variedades experimentales de sorgo por el porcentaje de daño en la panoja.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en el periodo comprendido entre enero y abril del 2017, en el campo experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave, ubicado en carretera internacional y entronque a la brecha en el municipio de Guasave del estado de Sinaloa, sus coordenadas geográficas son 25° 31' 33.47" latitud norte del trópico de cáncer y 108° 22' 47.24" longitud oeste del meridiano de Greenwich. Posee una elevación de 50 msnm. y presenta una topografía plana; el suelo tiene profundidad promedio de 1.2 metros y una textura franco arenoso. Las condiciones climáticas que prevalecieron durante la época de estudio fueron precipitaciones máximas de 200 mm, con temperatura promedio de 25 ^{o}C y humedad relativa constante promedio de 80 %.

Se estudiaron 10 tratamientos bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, sembrando bajo condiciones de riego. Las parcelas se establecieron en un surco de 5.48 m de largo por 0.76 m de ancho, la distancia entre planta fue de 5 cm. Se sembraron 3 gramos de semilla de sorgo en cada parcela experimental. Las siembras se realizaron el 23 de enero 2017.

Las líneas seleccionadas para conocer el daño a las aves se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de líneas de sorgo evaluadas

	Líneas Experimentales de Sorgo	Pedigree
1	LES1	L2342
2	LES2	L3424
3	LES3	L4312
4	LES4	L2350
5	LES5	L2051
6	LES6	L3212
7	LES7	L3424
8	LES8	L4533

9	LES9	L3433
10	LES10	L4322

Para la recolección de datos se utilizó el muestreo aleatorio simple, con una población de 30 plantas por genotipo, siendo 200 plantas en total.

La variable evaluada fue el porcentaje de daño de las panojas del sorgo.

Inicialmente se realizó un pre-muestreo donde se eligió arbitrariamente la cantidad de 3 muestras por línea experimental por bloque,

Por cada submuestra, se colectaron 7 panojas. Una vez en el laboratorio, estas fueron analizadas visualmente con lupa de 3x a fin de contabilizar la cantidad de granos sanos y dañados por aves. A su vez, los granos dañados fueron separados en faltantes, chupados y partidos.
Para el cálculo de la estimación del daño, se utilizó el porcentaje de panojas dañadas y en cada panoja dañada, el porcentaje de granos dañados (faltantes, chupados y partidos).

Posteriormente se calculó el número de muestras optimas que nos proporcionara los intervalos de confianza para el error de estimación de la media con confiabilidad de 95%, para ello se utilizó la Ecuación 1, y para estimar la totalidad se utilizó la Ecuación 2.

$$n \geq \frac{Ns^2}{N\left[\frac{d}{z_{1-\frac{\alpha}{2}}}\right] + s^2} \qquad \textit{Ecuación 1}$$

$$n \geq \frac{N^2 s^2}{\left[\frac{d}{z_{1-\frac{\alpha}{2}}}\right]^2 + Ns^2} \qquad \textit{Ecuación 2}$$

Donde:
n = Tamaño de la muestra
N = Total de unidades de muestreo en que está dividida la población
s^2 = Varianza muestreal
$z_{1-a/2}$ = Cuantil de la distribución normal estándar con una probabilidad menor o igual a 1-a/2
d = Máximo error o alejamiento con respecto al verdadero valor.

Para calcular los límites para el error de estimación de la media se utilizó la Ecuación 3 y para la estimación del total se utilizó la Ecuación 4.

$$LI = \overline{y} - \left(z_{1-\frac{\alpha}{2}}\right)\sqrt{\frac{(N-n)s^2}{Nn}} \qquad \textit{Ecuación 3}$$

$$LS = \overline{y} + \left(z_{1-\frac{\alpha}{2}}\right)\sqrt{\frac{(N-n)s^2}{Nn}} \qquad \textit{Ecuación 4}$$

Donde:
LI = límite Inferior

LS = Limite superior
$\bar{y}$ = Media muestreal
$z_{1-a/2}$ = Cuantil de la distribución normal estándar con una probabilidad menor o igual a 1-a/2
n = Tamaño de la muestra
N = Total de unidades de muestreo en que está dividida la población
s^2 = Varianza muestreal

Para calcular la Media muestreal se utilizó la Ecuación 5, y para calcular la varianza muestreal se utilizó la Ecuación 6.

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{n} \qquad \textit{Ecuación 5}$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (y_i{}^2 - n\bar{y}^2)}{n-1} \qquad \textit{Ecuación 6}$$

Donde:
$\bar{y}$ = Media muestreal
n = Tamaño de la muestra
s^2 = Varianza muestreal
y = Muestras

El análisis estadístico se realizó por la prueba de comparación de medias con un análisis de varianza de varios factores para determinar el porcentaje de daño. Se realizaron varias pruebas y gráficas para determinar qué factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el daño de las líneas experimentales de sorgo. También se evaluó la significancia de las interacciones entre los factores. Las pruebas-F en la tabla ANOVA para identificar los factores significativos. Se utilizaron 10 tratamientos para representar las 10 líneas experimentales de sorgo con 2 bloques. Para analizar si existía alguna relación entre los resultados de los 10 tratamientos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un análisis de varianza de varios factores para el porcentaje en el daño de la panoja. y se realizaron varias pruebas y gráficas para determinar qué factores tienen un efecto estadísticamente significativo. También se evaluó la significancia de las interacciones entre los factores, Las pruebas-F en la tabla ANOVA le permitirán identificar los factores significativos. La tabla ANOVA descompone la variabilidad del porcentaje de daño en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III, la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0.05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el porcentaje de daño de la panoja con un 95.0% de nivel de confianza, tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Análisis de Varianza para porcentaje de daño de panoja por aves, por emisión de sonido.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:les	980.025	9	108.892	14.03	0.0000
Residuos	155.282	20	7.76411		
Total (corregido)	1135.31	29			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error *residual*

En la figura 1 se muestran las medias de los tratamientos, se puede observar como la LES3 y LES4 presentaron mayor porcentaje de daño en las panojas por el contrario de LES 8 y LES 9 quien presentaron menos ataque por parte de las aves.

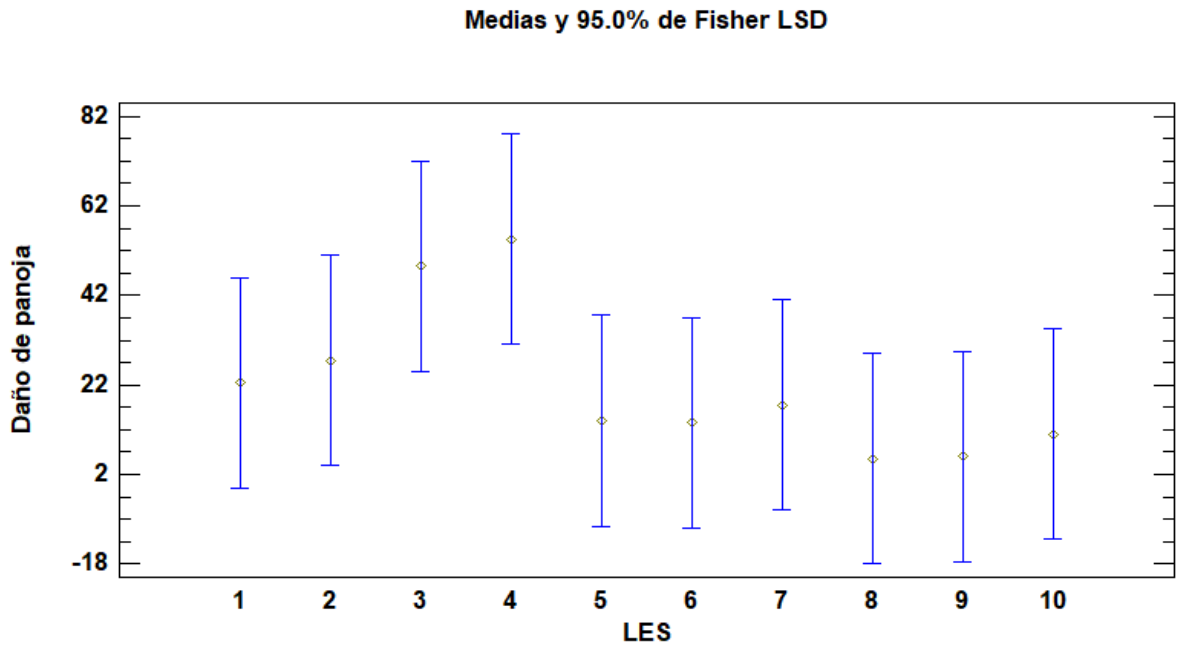


Figura 1. Medias del porcentaje de daño en la panoja sobre las líneas experimentales de sorgo por emisión de sonido.

En la tabla 3. Se muestra la ANOVA la cual descompone la variabilidad del daño mediante el método de control de emisión de luz. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III, la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0.05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el porcentaje de daño con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 3 Análisis de Varianza para porcentaje de daño de panoja por aves, por emisión de luz.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:les	0.8272	9	0.0917467	23.21	0.0000
Residuos	0.0790667	20	0.00396333		
Total (corregido)	0.904787	29			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error *residual*

En la figura 2 se muestran las medias de los tratamientos, se puede observar como la LES3 y LES4 presentaron mayor porcentaje de daño en las panojas por el contrario de LES 8 y LES 9 quien presentaron menos ataque por parte de las aves, respecto al sistema de control basado en reflexión de luz.

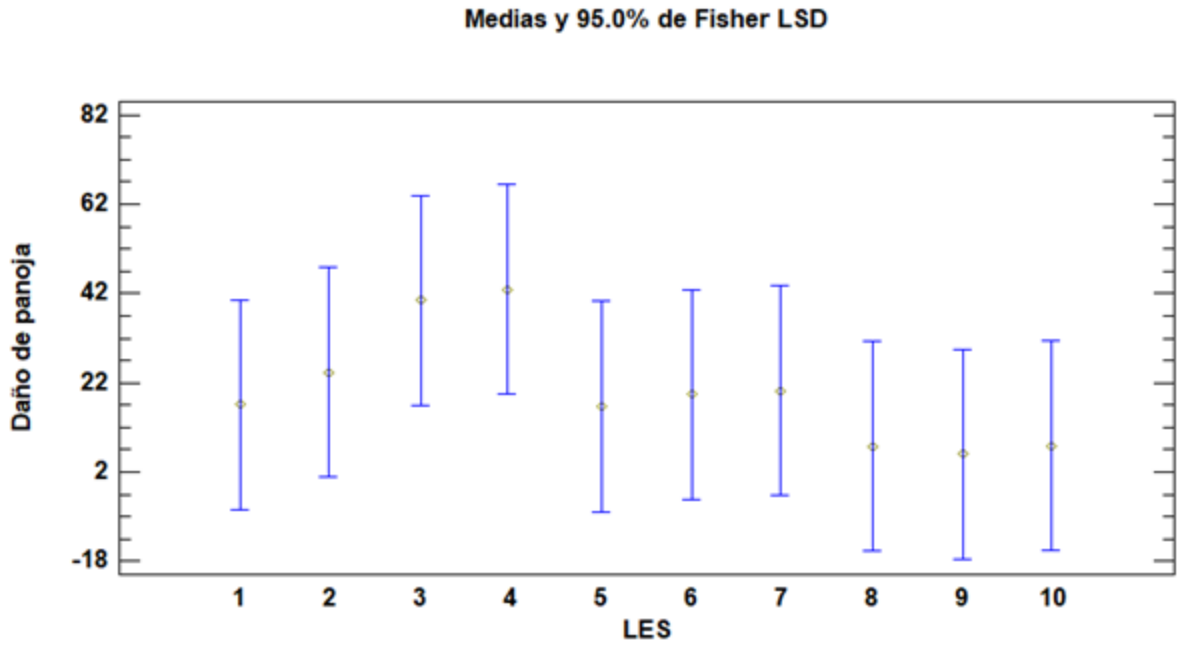


Figura 3. Medias del índice de vegetación de diferencia normalizada sobre las líneas experimentales de sorgo

Al igual que Manikovski y Camara-Smeets (1979). Todas las panículas presentaron al final daños por aves. Anqué por el método de control que se estableció en esta investigación son relativamente más pequeño el daño.

CONCLUSIONES

La investigación realizada se centró en la evaluación de diez líneas experimentales de sorgo por su reacción al ataque de aves, de lo cual se puede concluir los siguientes puntos:
Las LES3 y LES4 presentaron los niveles más altos de daño por las aves.
Las LES8 y LES9 fueron las líneas menos atacadas por las aves.
Se presento un mayor ataque a las LES que estuvieron sometidas al control por luz.

Las LES que estuvieron sometidas al control por sonido tuvieron menos daños por las aves.
A través de la ANOVA se demostró la significancia entre las LES analizadas.
Concluyendo que las LES8 y LES9 son las más recomendadas para el norte del estado de Sinaloa en base al clima y tolerancia a las aves. Y se demostró que el sistema de control por sonido es más eficiente respecto al control por luz.

AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento a través de la convocatoria “Apoyo a la Investigación Científica, Aplicada, Desarrollo Tecnológico e Innovación en los Programas Educativos de los Institutos Tecnológicos Descentralizados 2016”, Al Instituto Tecnológico Superior de por las facilidades y apoyo para la realización de esta investigación.

LITERATURA CITADA

Dragún, P.; Moreno, A.; Picasso, S.; Lardizabal, J.; Gatti, N.; Tellechea, M & Conti, A. 2010. Monitoreo y estudio de cadenas de valor ONCCA. Informe de sorgo. Buenos Aires (AR): ONCCA, 18 p. Disponible en: http://www.oncca.gov.ar/documentos/2_cadena_sorgo_101227.pdf Consultado: mayo 2015.

Albornoz, M. y A. Fernández-Badillo. 1994. Psitácidos (Aves: Psittaciformes) plagas de cultivos en el valle del río Güey, estado Aragua, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (Maracay) 20: 123-132.

Grant, P., B. Grant, L. Keller y K. Petren. 2000. Effects of El Niño events on Darwin’s finch productivity. Ecology8: 2442-2457.

Ortiz, D. y P. Capllonch. 2007. Distribución y migración de Sporophila c. caerulescens en Sudamérica. Rev. Bras. Ornitologia 15(3): 377-385 .

Price, M., A. Stromberg y L. Butles. 1979. Tannin content as a function of grain maturity and drying conditions in several varieties of Sorghum bicolor (L.) Moench. J. Agric. Food Chem. 27(6): 1270-1274.

Bruggers, R. y M. Jaeger. 1981. Birds pest and crop protection strategies for cereals of semi-arid african tropics. Sorghum in the eighties. Proc. Intern. Symp. on Sorghum 1: 303-312.

Manikovski, S. y M. Camara-Smeets. 1979. Estimating bird damage to sorghum and millet in Chad. J. Wildl. Manage 43(2): 540-544.

Bullard, R. 1988. Characteristics of bird- resistance in agricultural crops. Proc. Vertebr. Pest Conf. 13: 304-309.

Coelho, C.M. 2006. Los taninos en la alimentación de las aves comerciales. Ciência Animal Brasileira 1(1): 5-22

Magalhães, P.C., F.O.M Durães y J.A.S. Rodrigues. 2009. Cultivo de sorgo. Sistemas de produção 2. http://www.cnpms. embrapa.br/ publicacoes/sorgo_4_ed/ecofisiologia.htm (consulta del 3/12/2010)

Tipton, K., E. Floyd, J. Marshall y J. McDevitt. 1970. Resistance of certain grain sorghum hybrids of bird damage in Lousiana. Agronomy Journal 62: 211-213.

MANEJO DE CAFÉ ORGÁNICO BAJO SOMBRA EN NAHÁ-METZABOK: FUNDAMENTOS AGROECOLÓGICOS PARA EL MANEJO DEL PAISAJE

Daniela Alejandra Díaz-García[73]
Juan Roberto Báez-Montoya[73]
Guadalupe de la Cruz-Guillén[74]
José Manuel Pérez-Vargas[74]
Rosa Eugenia Sandoval-Perea[73]

RESUMEN

Se presentan las experiencias del manejo de café orgánico bajo sombra desarrolladas por un grupo de productores pertenecientes a la Sociedad de Productores Orgánicos de la Selva (SPOSEL), su zona de distribución se localiza en áreas de amortiguamiento de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) Nahá y Metzabok en el municipio de Ocosingo en el estado de Chiapas. SPOSEL tiene una historia de trabajo desde al año 2002, actualmente cuenta con 376 productores localizados en 23 localidades de una región cafetalera que abarca las zonas de las ANP ya mencionadas, además de localidades en la región conocida como cañada del Río Perlas. La importancia de las prácticas implementadas en este cultivo radica en que el interés en la producción orgánica, asociada a un mercado internacional, permite que a través de un manejo del paisaje, se mantengan condiciones de cobertura forestal y de biodiversidad que sostienen los medios de vida de este grupo de productores, y por tanto se mantiene un paisaje resiliente.

Palabras clave: Experiencias, café, Nahá, Metzabok, SPOSEL.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 27 años, la zona ha registrado una serie de cambios en el uso del suelo, encaminados a obtener los satisfactores necesarios para garantizar la subsistencia de la población. Estos cambios representan transformaciones espaciales permanentes y temporales, como se puede observar a través de los años, según las series de INEGI (Fig. 1), en la vegetación primaria, que corresponde a los bosques mesófilo y selva alta perennifolia, que perdió en los últimos 27 años más de un tercio de su extensión. La vegetación secundaria aumentó de 1,794 ha en 1986 a 17,940 en 2008, disminuyendo 787 ha para el 2013. Los pastizales casi se duplicaron pasando de 4,202 ha -en 1986- a 8,642 ha -en el 2013-. Las áreas agrícolas aumentaron más de 5 veces su extensión pasando de 138 a 786 ha en solo 5 años.

[73] Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). ddiaz@conabio.gob.mx; jbaez@conabio.gob.mx; rsandoval@conabio.gob.mx
[74] Estrategias para la Conservación y Desarrollo Sustentable Asociación Civil (ECODES A.C.). guadalupe.delacruz@ecodes.org.mx, jmvargas@ecodes.org.mx

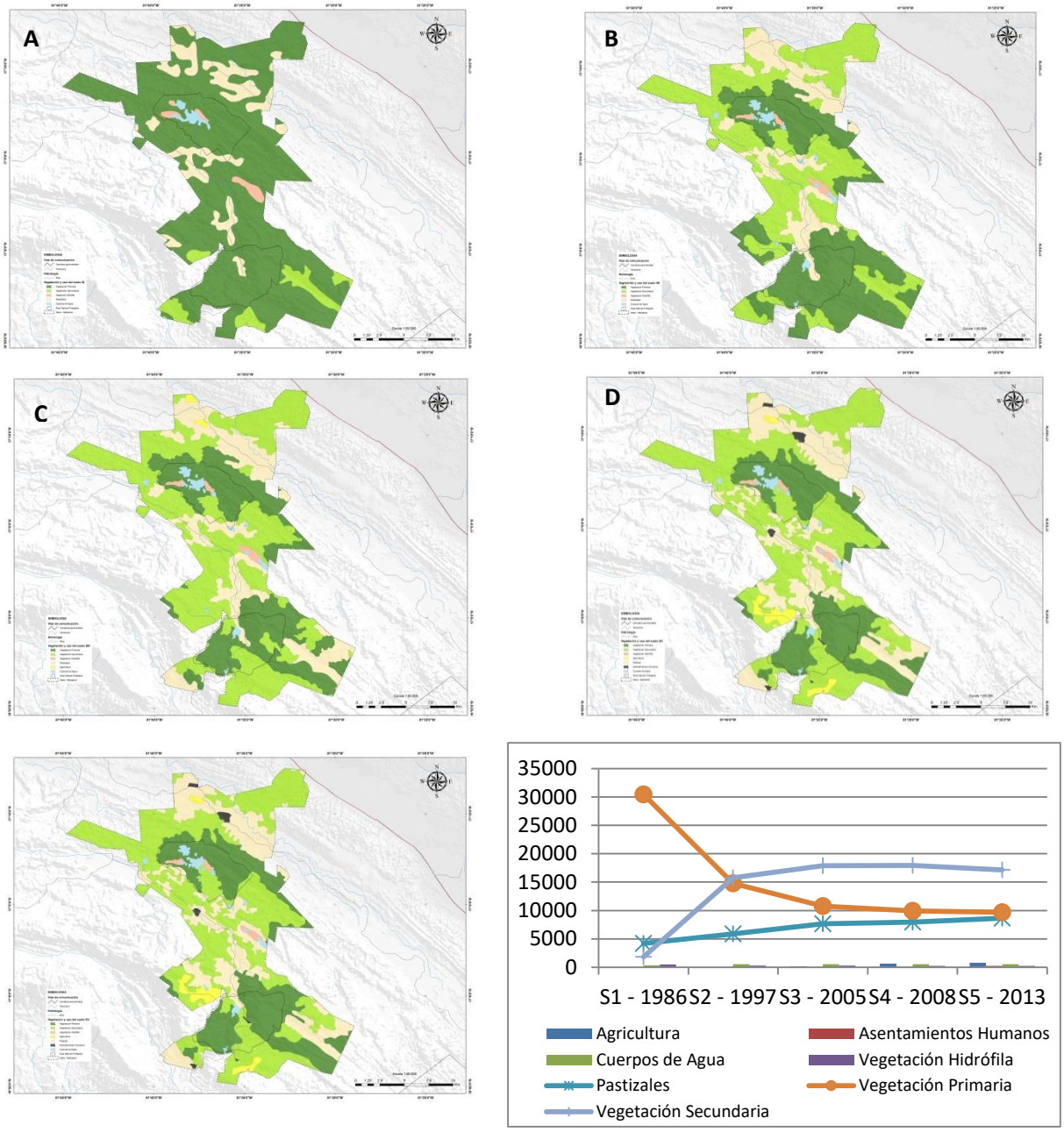


Figura 6. Cobertura y uso del suelo INEGI a) Serie I 1986, b) Seire II 1997, c) Serie III 2005, d) Serie IV 2008 y e) Serie V 2013.

Es primordialmente en las áreas de vegetación secundaria, en donde se encuentra desarrollado el cultivo de café orgánico, en sistemas tipo policultivo tradicional.

En el territorio Chiapaneco se identifican diferentes esquemas de cultivo de café: el sistema rústico o de montaña (desarrollado bajo la estructura nativa del bosque), el policultivo tradicional (cuando algunos árboles del bosque son reemplazos por otros de interés comercial: maderable, frutal, forrajero, medicinal, ornamental, entre otros), el policultivo comercial (implica la sustitución del bosque original y su sustitución por árboles introducidos, generalmente leguminosas y

frutales), monocultivo bajo sombra (cuando el dosel está conformado únicamente o bajo el dominio de Ingas), y café a pleno sol (no emplea cobertura forestal y depende en su mayor parte del uso de agroquímicos)[75].

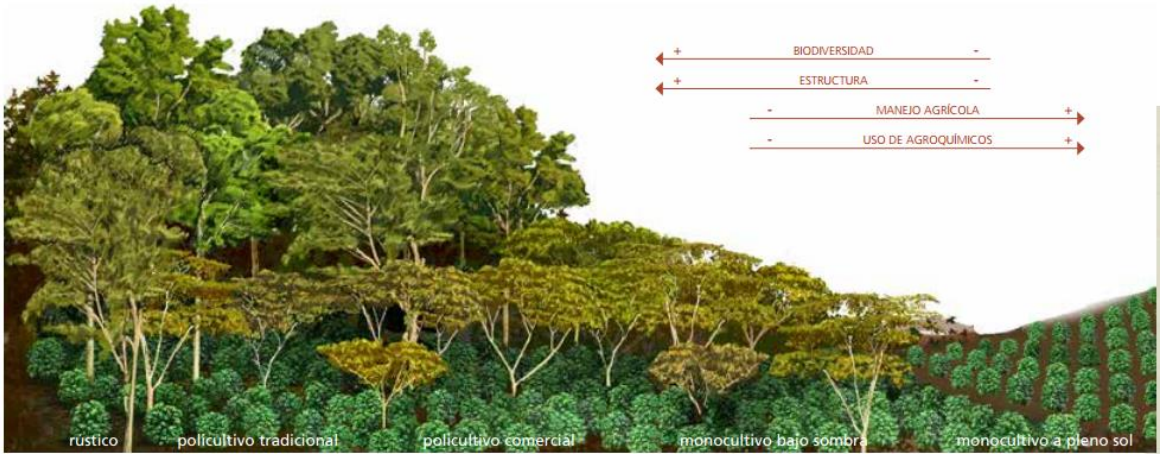


Figura 7. Tipos de cultivo de café y su relación con la biodiversidad, la estructura de la plantación y las prácticas de manejo. Fuente: Conabio, 2015.

Particularmente, las especies de variedad *Coffea arábiga* que son cultivadas por estos productores, corresponden a Caturra, Garnica, Típica, Borbón, Mondo Novo. Con una predominancia de Típica, Borbón, Mondo Novo que son variedades que demandan mayor sombra (alrededor de un 70% hasta 80% de sombra) por ser de condición "estrictamente altura" (900 a 1,400 m.s.n.m) y en menor proporción los tipo Caturra y Garnica manejadas en condiciones de 40% hasta 60% de sombra en la selva76, considerados como de "porte bajo" (de 200 a 700 m.s.n.m.).

A pesar de que el café representa una estrategia económica para los productores y la región, existen diferentes episodios de crisis que han afectado esta relación económica, marcada tanto por el comportamiento de los mercados internacionales, como por los efectos de la roya del café[77] (*Hemileia vastatrix*). En la década más reciente, los rendimientos de café han disminuido de 2.24 ton/ha en 2007 a 1.54 ton/ha en 2016 con un efecto de caída en 2012 asociada a los impactos de la roya en el ciclo 2012-2013. Por otro lado, se han observado tendencias en el incremento del consumo nacional, a razón de 2.0% entre los ciclo 2005 y 2016, cerca del 65% de este consumo en 2016 correspondió a café soluble. Cabe destacar que de acuerdo con la estimación del USDA, por primera ocasión desde que se tiene registro (1961/62) la producción de café en México en 2016/17 sería inferior al consumo nacional, en 50 mil sacos de 60 kg, equivalente en café verde, estas tendencias significó que en 2016 se importaran unos 3 millones de sacos de café (particularmente de Robusta para el consumo nacional de café soluble).

[76] Dependiendo de la altura sobre el nivel del mar.

[77] Enfermedad provocada por el hongo del H. Vastatrix, caracterizada por afectaciones en las hojas del café que producen lesiones de tipo amarillento y anaranjado que eventualmente lleva a la muerte y caída de las hojas.

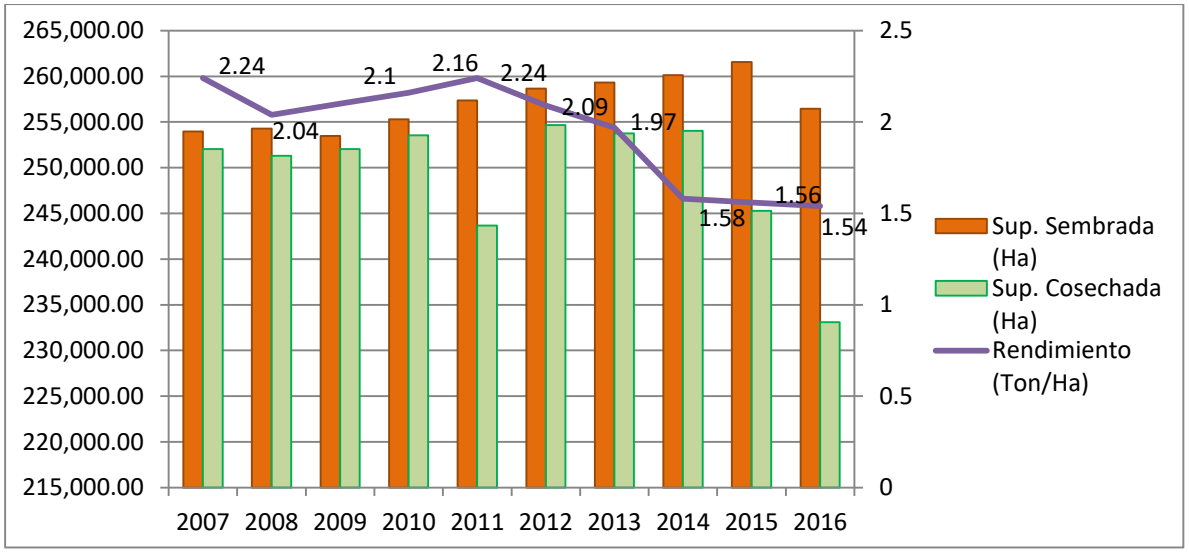


Figura 8. Gráficas de superficie sembrada, cosechada y rendimiento productivo de café cereza en Chiapas en el periodo 2008-2016. Eje Izq. Hectáreas. Eje derecho (Ton/Ha). Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

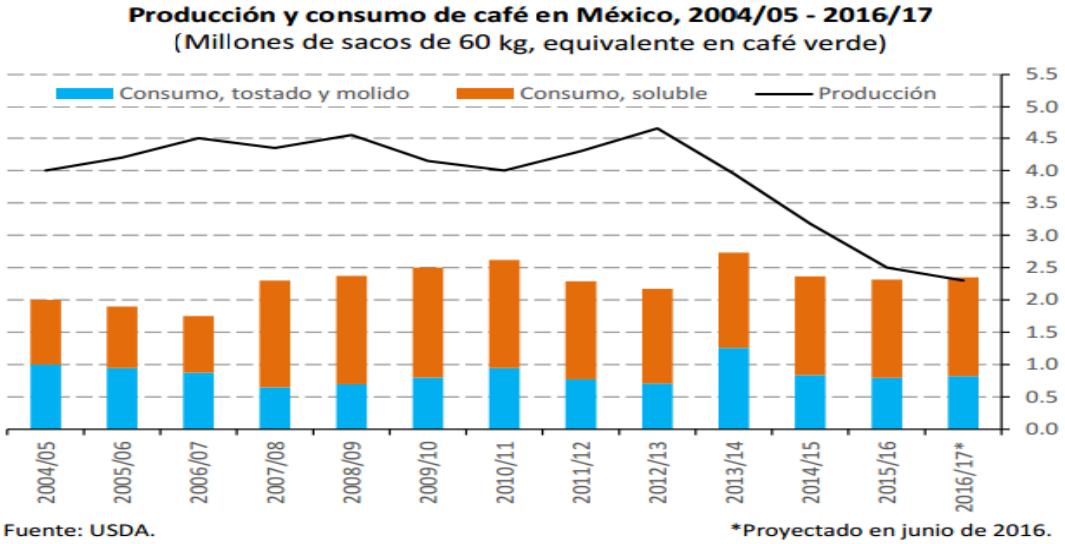


Figura 9. Producción y consumo de café en México. Tomado de FIRA, 2016.

Derivado de este comportamiento: Producción y rendimientos mermados desde 2012 y mayores oportunidades de mercado a nivel nacional, se han lanzado programas públicos aumentar la producción y la competitividad, para llegar a obtener 4.5 millones de sacos de 60 kg en el ciclo 2018/19, para lo cual se han puesto en marcha acciones como el desarrollo de viveros certificados para abastecer a los productores con plantas de calidad y resistentes a las enfermedades, con el fin de renovar las plantaciones. Tomando en consideración que la producción del ciclo 2015/16 fue de 2.5 millones de sacos con tendencia a una disminución del 8% para el siguiente ciclo[¡Error! Marcador no definido.], se considera que este esquema de renovación sería como algunos han catalogado como un *"Plan agresivo de renovación de cafetales"*(Redacción, Sin embargo, 2015), con probables tendencias a la siembra de robustas de porte bajo que requieren de mayor

exposición al sol que las variedades de Coffea Arabica que se han cultivado en la región desde hace años. Estas estrategias, podrían en el mediano plazo estar transformando el paisaje cafetalero del estado de Chiapas, impactando de manera colateral en los esquemas de policultivo tradicional que fueron descritos al inicio de este apartado.

Ante estas condiciones, se identifica a esta región con un potencial para el fortalecimiento del manejo de recursos forestales y agroforestales, bajo esquemas que permitan un sostén económico y garanticen la seguridad alimentaria para las familias ahí presentes, y que favorezcan esquemas de producción diversificadas, a razón de mantener economías locales resilientes, ante embates como los ocurridos en años anteriores por efectos de la roya del café.

Este documento busca compartir la experiencia que un grupo de actores ha generado en torno al manejo del café bajo sombra, como un elemento articulador de la economía de las localidades entorno a las ANP Nahá y Metzabok, bajo las premisas siguientes:

El cultivo del café bajo sombra en Naha-Matzabok considera un esquema de manejo de la selva primaria y secundaria que permite mantener conservados los paisajes de esta selva alta perennifolia.
El cultivo de café bajo sombra en Nahá-Metzabok representa uno de los fuertes sostenes de la economía y medios de vida de los productores asociados a su manejo.
Ante una nueva crisis de café hay riesgos inminentes de quebrantar esa economía regional y ciertos riesgos en que la vegetación secundaria sea transformado a otros usos

MATERIAL Y MÉTODO

Naha y Metzabok conforman dos áreas naturales protegidas (ANP) bajo la categoría de Áreas de Protección de Flora y Fauna que se ubica en el municipio de Ocosingo en el estado de Chiapas. Estas ANP y su zona de amortiguamiento se encuentran en un ecotono entre los bosques templados de los Altos de Chiapas y los bosques tropicales de la Lacandona. Dentro de la región se identifican 24 localidades que suman 10,574 habitantes, de los cuales el 19,83% (2,097) son jóvenes de entre 15 y 24 años de edad.

E

El municipio de Ocosingo registra alrededor de 9,251 productores de café con un superficie de cerca de poco más de 8,400 ha; La organización SPOSEL agrupa actualmente a 375 productores de café de las etnias Tzeltal y Ch'ól, que pertenecen a 23 comunidades del municipio de Ocosingo, con 458 hectáreas de producción de café que representan tan solo el 4% de la superficie total sembrada.

En el presente artículo se presentan algunos elementos que nos acercan a entender la importancia de este sistema de cultivo en el manejo del paisaje, no pretende ser un artículo exhaustivo en datos cuantitativos y su análisis, sino relatar las experiencias que han surgido en estos 15 años de presencia de SPOSEL.

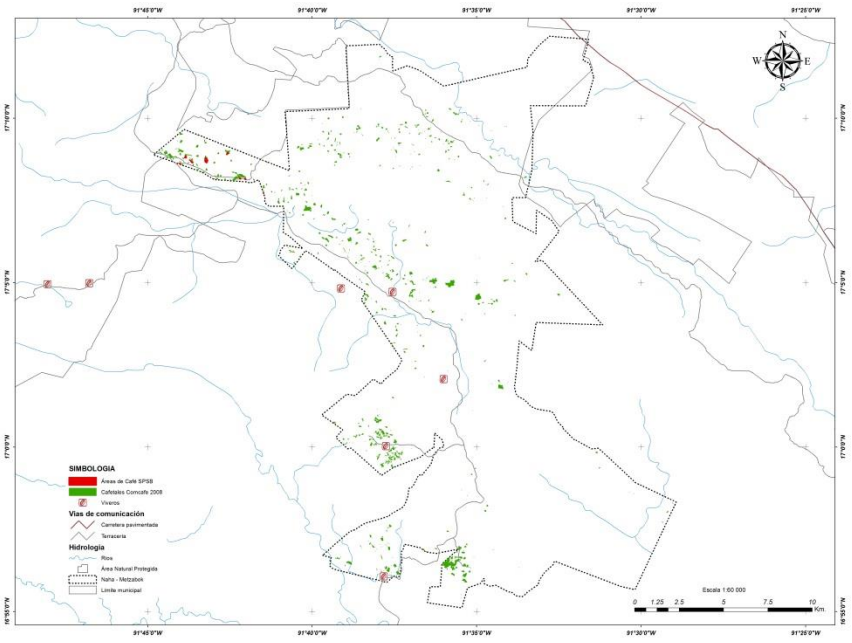


Figura 10. Ubicación de la región y las zonas cafetaleras

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción orgánica se encuentra certificada por CERTIMEX México y FLO Internacional, mecanismo comercial que avala el comercio justo, bajo los cuáles se realizan prácticas diversas:

- Construcción de viveros
- Aplicación de abonos orgánicos
- Conservación de suelos
- Actividades de cosecha y poscosecha
- Establecimiento de nuevas plantaciones
- Realización de podas (de descope, rejuvenecimiento y recepa)
- Control de plagas y enfermedades

Diversas prácticas y la misma conformación de SPOSEL como organización productora, ha estado bajo el seguimiento y acompañamiento técnico y financiero de distintas instituciones gubernamentales y no gubernamentales, como la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ANP), además de otras que han acompañado su desarrollo, entre éstas: la Agencia de Desarrollo Sustentable Estrategias para la Conservación y el Desarrollo Sustentable (ECODES), Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario Rural Forestal y Pesquero., Fideicomisos instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), entre otras.

Existen también procesos implementados que fortalecen la cadena de valor, tales como:

Para la producción de café, SPOSEL se vale de la producción de planta a partir de viveros comunitarios, actualmente ocho, que permiten la renovación de cafetales en las parcelas; así mismo, en 2014 se conformó fuera de la estructura de SPOSEL, un grupo con la participación de jóvenes del ejido Villa las Rosas encargado de producir abonos orgánicos como uno de los insumos requeridos en la producción, generando con este un paso en la economía de escala y valorando la participación de jóvenes sin acceso a tierra y en edad para laborar.

Así mismo, participan dentro del esquema de monitoreo, un grupo de cuatro promotores comunitarios encargado del control interno de las parcelas como parte del proceso de certificación orgánica, recuperando la información de las prácticas realizadas por cada productor y su registro en fichas técnicas, además de la recuperación de datos biológicos y asistencia técnica a los productores.

En un esquema de comercialización directa, un grupo de mujeres denominado Nich Capeel (flor de café), se crea como una sub organización dentro de SPOSEL, para trabajar en el tostado y molido de café, comprando la materia prima (café pergamino orgánico) con la organización SPOSEL. NICH CAPEEL, procesa el grano para comercializarlo en café tostado, molido y empacado. El producto elaborado lo comercializan en las ciudades de San Cristóbal, Ocosingo, Palenque y Tuxtla Gutiérrez. Este grupo de trabajo tiene como proyecto a futuro colocar su producto en sucursales con instalaciones de cafetería en las ciudades de San Cristóbal y Ocosingo.

Recientemente, se generó un listado rápido de las especies de plantas presentes en cafetales bajo sombra, en los cuáles registran 40 especies con usos diversos, sin embargo existen otras más aún sin identificar. Soto (2009) registra al menos 60 especies en cafetales del municipio de Chilón. Entre estas especies pueden identificarse algunas de carácter comercial como la palma xate con las que se identifican oportunidades de manejo sustentable en las que intervienen esquemas de aprovechamiento a través de Unidades de Manejo de Vida Silvestre. Sin embargo, aún existe un gran potencial de uso en otras especies

Actualmente, se encuentra en desarrollo un mecanismo para conocer el valor económico de estas especies como una alternativa paralela que bajo un enfoque diversificado fortalezca los medios de vida de los productores. Se identifican alternativas puntuales relacionadas con la conformación de grupos de innovación territorial que orienten alianzas estratégicas en torno al manejo agroecológico del paisaje, incluso relacionadas con otras redes de valor como el turismo ecológico que observa avances sustanciales.

CONCLUSIONES

Se requieren estructurar más análisis de fondo para determinar que la conducta de los productores antes una futura crisis de café, no repercutirá en cambios de uso de suelo que pongan en riesgo la biodiversidad de la región, sin embargo, por ahora se mantienen implementadas acciones que van desde el fomento a las prácticas sustentables y fortalecimiento organizativo, que permiten pensar que hay una estabilidad en el paisaje.

Cuadro 1. Identificación de especies en cafetales de Nahá-Metzabok (Datos de campo ECODES A.C.)

Nombre común	Nombre Científico	Usos	Nombre común	Nombre Científico	Usos
Café tipica	Coffea arabica var. Typica	1	Manzanilla	Chamaemelum nobile	6
Café Bourbon	Coffea arabica var. Bourbon	1	Ruda	Ruta graveolens	6
Café Mondo Novo	Coffea arabica var. Mondo novo	1	Pimienta	Pimenta dioica	1
Naranja	Citrus sinensis	1	Duraznillo	Solanum glaucophyllum	1
Limón	Citrus latifolia	1, 6	Palma de escoba	Cryosophila warscewiczii	4, 11
Xate	Chameadora elegans	11	Platanillo	Heliconia wagneriana	11
Chalum	Inga vera	1	Mala mujer	Ucera baccifera	6
Cedro	Cedrela odorata		Bromelias	Bromelia acanga	11
Caoba	Swietenia macrophylla		Orquideas	Phragmipedium Sp.	11
Canshan	Terminalia amazonia		Malanga	Xanthosoma sagittifolium	1
Corcho Negro	Quercus suber		Hongos	Amanita muscaria	
Ramon	Brosimum allicastrum	1, 5, 6,	Hongos	Pleporotus ostreatus	
Cacate	Oecopetalum mexicanum	1	Maculis Morado	Tabebuia rosea	11
Icoz	Cannacea Sp	1	Chicle	Manilkara zapota	1, 11
Pacaya	Chamaedora elegans	1	Mulato	Bursera simaruba	6
Chapay	Astrocaryum mexicanum	1	Cuajinicuil	Inga espuria	1, 2, 11
Piña	Ananas comosus	1	Jaboncillo	Sapindus saponaria	
Platano macho	Musa paradisiaca	1	platanillo	Heliconia Sp	
Zacate limon	Cymbpogon citratus	1, 6	Hierva santa	Piper auritum	
Camote	Ipomoea batatas	1	hierva mora	Solanum nigrum	

Clave de usos: 1) comestible, 2) forraje, 3) construcción, 4) fabricación de artesanías, 5) combustible, 6) medicinal, 7) sombra, 8) goma, 9) colorante, 10) condimento, 11) otros usos o servicios

CITAS

Conabio. 2015. Bosques, selvas y cafés de Chiapas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Redacción Sin embargo. 2015. En Chiapas presentan Plan Maestro de Renovación de Cafetales. Sin embargo, enero 13, 2015. Consultado el 5 de junio de 2017. http://www.sinembargo.mx/13-01-2015/1217370

Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. 2016. Panorama agroalimentario. Café 2016. FIRA. [Consultado el 5 de junio de 2017]

Servicio de alimentación agropecuaria y pesquera. Base de datos en línea http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp, consultado el 5 de junio de 2017.

ANÁLISIS DEL AGROECOSISTEMA DE CAFÉ EN COMAPA, VER. UN ENFOQUE DE SUBSISTEMAS.

Carlos Nahin Castro-Jose[1]
Fabiola Hernández-Castillo[1]
Cecilio Méndez-Sandoval[1]
Gabriela Zamora-Chacón[1]
Arturo Pérez-Vázquez[1]

RESUMEN

Las plantaciones cafetaleras, en sus diferentes sistemas de producción, son uno de los agroecosistemas más representativos de la región montañosa central del estado de Veracruz. Sin embargo, la producción actual a diminuido a causa de la roya y otros factores. Lo anterior no se atribuye a un factor en específico sino a situaciones tales como el manejo del cultivo, variación en los precios del producto, aspectos sociales y factores ambientales. Esto ha dado como resultado una problemática compleja que impacta en la productividad y rentabilidad del café y en consecuencia influye en el desarrollo de las comunidades que dependen de este cultivo. Dada la complejidad del problema, este debe ser abordado desde un enfoque que permita identificar los puntos críticos y proponer acciones que fomenten el desarrollo del agroecosistema. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue analizar el agroecosistema cafetalero, a nivel de subsistema, para identificar algunas características de sustentabilidad. A través de entrevistas semiestructuradas se identificaron las principales actividades de manejo agronómico y mediante muestreos de suelo las características físicas, químicas y biológicas del mismo. Los resultados permiten inferir, que algunos parámetros del suelo de importancia para el cultivo de café, se ven influenciados por las actividades de manejo realizadas y por las condiciones propias del terreno. Se concluye que el agroecosistema de café, principalmente en cuanto a las características del suelo se refieren, pueden mejorarse e incluso continuar dentro de los límites aceptables siempre y cuando se empleen prácticas de manejo que fomenten la conservación de las propiedades del suelo, sin que comprometa la productividad de la finca.

Palabras clave: manejo agronómico, suelos, biodiversidad.

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción de café se desarrolla en los países que se encuentran dentro de la franja intertropical y representa un generador de ingresos para países subdesarrollados, encontrándose dentro de las principales fuente de ingresos para pequeños productores. Además tiene un alto valor económico, social, y ambiental esto último debido a la cubierta forestal, la cual contribuye a reducir problemas de erosión (Flores, 2015). A pesar de que en México la producción de café ha disminuido su participación proporcional en cuanto a exportaciones se refiere (Moguel y Toledo, 1996), anualmente los ingresos por ese rubro ascienden a 500 millones de dólares (Figueroa *et al.,* 2016). Durante el ciclo cafetalero 2015/2016 se cosecharon 664,963 hectáreas en donde el 89.7 por ciento provino de cinco entidades: Chiapas (36.0 por ciento), Veracruz (19.7 por ciento), Oaxaca (17.8 por ciento), Puebla (9.3 por ciento) y Guerrero (6.8 por ciento) (FIRA, 2016). El estado de Veracruz aporta una proporción significativa de la producción nacional, distribuyéndose en 11 regiones principales. Particularmente en la región de las Altas Montañas, destacan los municipios de Huatusco, Fortín de las Flores, Córdoba y Comapa, los cuales cuentan con las condiciones agroecológicas necesarias para el óptimo desarrollo de este cultivo.

El sistema de producción de café se establece como uno de los principales generadores de ingresos para las unidades de producción familiar de los municipios de la región, junto a otras

actividades agropecuarias que les permiten tener una diversificación en las fuentes de ingreso. El estado de Veracruz aporta el 21.25% de la producción total de café cereza en México y presenta un rendimiento promedio de 2.2 t ha^{-1} (López *et al.,* 2016). El municipio de Huatusco se destaca por la producción de café, pues en la mayoría las comunidades que lo integran se cultiva en mayor o menor escala, exceptuando tan sólo á Calcahualco y Alpatlahuac, en donde no se limita la producción, debido a las condiciones altitudinales de los municipios, los cuales están sujetos a fuertes heladas, por su parte, el municipio de Comapa, tiene como característica principal la producción de café de las variedades Costa Rica, Colombia y Criollo.

El sistema de producción de café es considerado y conceptuado en esta investigación como un agroecosistema. Sin embargo, dada la complejidad que presenta, así como los múltiples factores que están inmersos en el sistema de producción, se sugiere que el análisis se lleve a cabo a través de diferentes niveles jerárquicos que permita delimitar y definir cuáles son los aspectos más importantes para el análisis. Por lo anterior el objetivo del presente estudio fue analizar el agroecosistema de café desde un enfoque de subsistemas, de tal forma que se puedan identificar el estado actual del cultivo y con ello generar información que contribuya al establecimiento de estrategias que permitan mejorar las condiciones del cultivo de café.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y descripción del área de estudio

La presente investigación se realizó en cafetales del municipio de Comapa, Veracruz, el cual se localiza en la zona centro del estado. Colinda al norte con los municipios de Totutla, Tlacotepec de Mejía, Puente Nacional y Paso de Ovejas; al este con los municipios de Paso de Ovejas y Soledad de Doblado; al sur con los municipios de Soledad de Doblado, Zentla y Huatusco; al oeste con los municipios de Huatusco, Sochiapa, Totutla y Tlacotepec de Mejía.

El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (75%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (13%), semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (10%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (2%). Tiene una superficie de 311.78 Km^2, cifra que representa un 0.44% del total del estado, siendo su topografía de contrastes y con algunos conjuntos montañosos de poca importancia, lomeríos y sabanas.

Cabe mencionar que el tipo de suelo es luvisol y vertisol. El primero se caracteriza por tener arcilla en el subsuelo, tiene alta susceptibilidad a la erosión y el segundo por la acumulación de arcilla y enrojecimiento debido a la acumulación de óxido de hierro. El 47.5% del territorio municipal se destina a la agricultura, el 20% a la ganadería y el 29.5% es dotación ejidal y finalmente el 3% del suelo municipal está ocupado por zonas urbanas como son viviendas, comercio, oficinas y espacios públicos.

Nivel de análisis

El nivel de estudio del agroecosistema fue a subsistema de cultivo de café. Se realizó bajo una metodología desarrollada en tres etapas: 1) recolección de información en campo, 2) análisis de laboratorio y 3) análisis de gabinete. En el Cuadro 1 donde se indican las variables consideradas, acciones realizadas y posteriormente se explica cada una de las etapas.

Cuadro 1. Principales variables analizadas y metodología empleada

	Indicadores	Técnica	Tipo de metodologías
Suelo	NPK	Análisis de laboratorio	Técnico
	Materia orgánica	Análisis de laboratorio	Técnico
	Textura	Análisis de laboratorio	Técnico
	pH	Análisis de laboratorio	Técnico
	Conductividad eléctrica	Análisis de laboratorio	Técnico
	Macrofauna	Manualmente	Técnico
Manejo	Fertilización de fondo	Tipo de fertilizantes	Participativo (encuesta semi-estructurada)
	Control de plagas y enfermedades	Productos (orgánicos o químicos)	Participativo (encuesta semi-estructurada)
	Podas	Frecuencia de las podas	Participativo (encuesta semi-estructurada)

Unidades y tratamientos en estudio

Para el desarrollo del presente trabajo se consideraron dos agroecosistemas cafetaleros del municipio de Comapa, Ver., en cada uno de ellos se entrevistó al productor encargado de la finca para obtener la información relacionada a las actividades de manejo y para el análisis de algunas características físicas químicas y biológicas del suelo. En cada parcela se seleccionaron al azar tres puntos de muestreo utilizando un cuadrante de fierro. En cada punto se extrajeron dos muestras de suelo a dos profundidades: la primera de 0 a 10 cm y la segunda de 10 a 20 cm. Para el análisis de suelo se colecto una muestra compuesta de 3 kg aproximadamente.

Análisis de la biodiversidad (macrofauna)

La biodiversidad de la fauna edáfica se estimó a partir de un conteo *in situ* en el que se colectaron todos los organismos encontrados en muestras de suelo obtenidas a través de la técnica de calicatas a diferentes profundidades (0-10 y 10 a 20 cm). Se registró el tipo de organismo y el número de individuos de cada una de las profundidades acorde a su tamaño (meso y macrofauna) y en cuanto a su función ecológica (epigeicos, anesicos, y endogeicos).

Análisis de la calidad del suelo

Las muestras colectadas en dos diferentes agroecosistemas cafetaleros del Municipio de Comapa, Ver., fueron trasladados al Laboratorio de agua-suelo-planta del Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz para su análisis.

Análisis químico: preparación de las muestras

Secado

Las muestras de suelo fueron extendidas sobre charolas metálicas y dejadas durante siete días hasta que alcanzaran el menor nivel de humedad posible.

Tamizado y molienda

Una vez que las muestras de suelo fueron secadas, se inició el proceso de molienda. Se eliminaron todas las partículas indeseables en la muestra como grava, raíces y con ayuda de un mazo de madera se molieron y se les hizo pasar a través de un tamiz con abertura de 2 mm de diámetro. Las muestras molidas y tamizadas fueron colocadas en bolsas plásticas y reservadas para realizar los análisis correspondientes.

Análisis realizados

Los análisis de laboratorio empleados estuvieron apegados a la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, la cual establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio de muestreo y análisis. Los análisis realizados; así como los métodos utilizados fueron los siguientes:

pH del suelo (acidez-alcalinidad)

La determinación se realizó a través del pH del suelo medido en agua con ayuda de un potenciómetro marca Hanna Instruments modelo pH 300.

Contenido de materia orgánica (% de carbono orgánico y % materia orgánica)

El procedimiento para la determinación de materia orgánica del suelo se realizó a través del método de Walkley & Black.

Textura

La determinación de la textura del suelo se realizó por el procedimiento de Bouyoucos.

Conductividad eléctrica

Los parámetros de la conductividad eléctrica se obtuvieron a partir del extracto de saturación de una mezcla de suelo con agua destilada utilizando un conductimetro de mesa marca Hanna modelo H1 2300.

Nitritos, nitratos, fósforo y potasio

Este análisis se realizó a partir del extracto de saturación de la muestra, en el caso de nitratos y nitritos no fue posible determinarlos debido a que las lecturas fueron señaladas como fuera de rango. Para el caso de fósforo y potasio se tomó a partir del extracto la saturación de la muestra y se aplicó los reactivos correspondientes para su determinación por el método colorimétrico con un fotómetro para análisis de nutrientes marca Hanna modelo HI 83225.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de la biodiversidad

Riqueza de insectos (macrofauna)

Se identificaron los principales organismos presentes en el suelo, sobre todo los de mayor tamaño (macrofauna) y que fueron fácilmente reconocibles. Cabe señalar que, aunque fueron las lombrices las que se encontraron en mayor cantidad, estas se presentaron en el cafetal 1 (convencional) en la profundidad de 10-20. La presencia de las lombrices en las dos parcelas puede sugerir que existen cantidades importantes de materia orgánica disponible como alimento

para estas. Es importantes mencionar que las condiciones de humedad en el terreno no fueron muy adecuadas debido a que la temporada de lluvias en la zona aún no estaba totalmente establecida y dicha humedad es esencial para la presencia y desarrollo de este tipo de organismos en el suelo (Cuadro 2).

De manera general, al interior de los dos agroecosistemas cafetaleros se encontraron ocho diferentes organismos en el suelo, correspondientes a las siguientes familias y órdenes.

Lumbricidae (lombrices de tierra)
Formicidae (hormigas)
Gryllidae (grillos)
Cicadidae (cigarras)
Blattidae (cucarachas)
Scarabaeidae (gallinas ciegas)
Chilopoda (orden que incluye a los ciempiés)
Isópoda (orden que incluye a las cochinillas de humedad)
Cuadro 2. Índices de diversidad de fauna edáfica para dos diferentes Agroecosistemas de café a partir muestras colectadas a diferentes profundidades.

Tipo de Agroecosistema cafetalero	Total de especies	LN Riqueza	Índice de Shannon Wienner	Equidad	Dominancia
Convencional (0-10 cm)	5	20	1.051	0.47	0.53
Convencional (10-20 cm)	3	30	0.4571	0.769	0.231
Orgánico (0-10 cm)	4	15	1.02	0.44	0.56
Orgánico (10-20 cm)	3	22	0.8368	0.4669	0.5331

Aunque los valores del índice de Shannon Wiener son cercanos a 1.0, en algunos casos por encima de este valor, sería muy arriesgado sugerir que en uno de los dos agroecosistemas existe una mayor biodiversidad, ya que debido al esfuerzo de muestreo no fue suficiente para identificar y cuantificar el número más exacto de organismos en las muestras de suelo. Es importante considerar al menos otros dos muestreos en otras fechas o temporadas del año para identificar la dinámica más claramente.

Materia orgánica (% de M. O. y % de C O)

Los resultados del contenido de materia orgánica para los dos cultivos de café fueron contrastantes, encontrándose los valores más bajos en el cafetal 1 (manejo convencional), con un 2.40 % de C.O. y 4.15 % de M.O. total. A diferencia del cafetal 2 en donde el valor de C.O, fue de 6.37 5 y para M.O. hasta del 10.99%. De acuerdo a lo establecido por la norma y considerando que los suelos de la zona de estudio corresponden a suelos de origen volcánico, se tiene que el cafetal 1 presenta bajos contenidos de materia orgánica y el cafetal 2 (manejo orgánico) altos contenidos (Cuadro 3).

pH y conductividad eléctrica

Respecto al pH se encontró que el cafetal (manejo convencional) 1 cuenta con suelos fuertemente ácidos con valores de 4.56. De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, se considera a un suelo fuertemente ácido cuando tiene valores de pH inferiores a 5. La diferencia no parece ser fuerte en el cafetal 2 (manejo orgánico) ya que los valores fueron de 5.38, lo que indica que es un suelo ligeramente ácido.

Para el caso de la conductividad eléctrica para ambos cultivos se presentaron valores de alrededor de 0.2004 dS m^2, lo que indica que se tienen efectos despreciables en la salinidad del suelo.

Cuadro 3. Resultados del análisis químico del suelo de dos diferentes Agroecosistemas cafetaleros en Comapa, Ver

Agroecosistema cafetalero	%M.O	pH	Conduc. (dS/ m^2)	P mg/L (PO_4^{3-})	K mg/L (K_2O)
Convencional	4.15	4.56	0.2004	1.5	44
Orgánico	10.99	5.38	0.2004	2.0	12

Cabe señalar que no se presentan los datos referentes a nitratos ya que los valores arrojados por el equipo de medición estaban fuera de rango y no fue posible obtener una lectura adecuada para este.

Textura

El método de Bouyocos para determinarla textura del suelo señalo que los suelos de ambos agroecosistemas son de tipo migajón-limoso, los porcentajes de arcilla, arena y limo para cada uno se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Porcentaje total de partículas para los suelos de los dos diferentes cafetales estudiados.

Agroecosistema cafetalero	% arena	% arcilla	% limo
Convencional	22.38	8.90	68.72
Orgánico	20.6	13.08	66.36

Identificación de las principales plagas y enfermedades

Los principales problemas identificados en la producción de café en las dos fincas analizadas se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Plagas y enfermedades identificadas en los cafetales de estudio

Tipo	Nombre	Finca convencional	Finca orgánica
		Manejo	Manejo
Enfermedades	Roya	No existe un manejo.	No existe manejo
	Mancha de Hierro	Solo se encuentra presente en sitios donde se eliminó la	No se presentó debido a la gran cubierta arbórea

		cubierta arbórea. No realizan manejo	
	Ojo de gallo	Presente en todos los sitios de muestreo, exceso de humedad o exceso de cobertura arbórea. Realizan un manejo esporádico eliminando exceso de cobertura arbórea.	Presente en la mayoría de los sitios de muestreo. Exceso de hierbas y humedad
Plaga	No se presentan problemas de plagas de manera significativa		

Actividades culturales

Las actividades culturales en ambas fincas se reducen a las podas realizadas una o dos veces al año, mientras que no existe algún método orgánico, químico ni cultural para atacar la roya, la cual es la principal enfermedad que ocasiona pérdidas en la producción de este sistema.

No existe una fertilización de fondo como tal, el aporte de nutrientes se limita a la aplicación de abonos orgánicos de animales como borregos y aves.

El productor 2, utiliza técnicas rudimentarias para la retención de suelo, mediante la implementación de barreras vivas en los terrenos con pendientes pronunciadas y la elaboración de medias terrazas para evitar los deslaves por las lluvias

Recomendaciones y acciones a establecer

En cuanto a los resultados encontrados en base a los diferentes análisis de laboratorio, podemos establecer que, debido al manejo realizado en el cafetal 2 (orgánico) este presenta mejores condiciones que el cafetal con manejo convencional

Los principales problemas radican en la falta de manejo agronómico y actividades culturales para el manejo tanto preventivo como correctivo de las principales enfermedades presentadas en ambas zonas de estudio, por lo que algunas de las recomendaciones podrían enfocarse en lo siguiente:

Para el caso del cafetal con manejo convencional en donde se presenta un pH demasiado ácido (4.56), siendo para el cultivo de café óptimo de 5 a 5.5, se propone la incorporación de cal viva a los suelos para corregir el pH.
Para ambos cafetales se propone un mejoramiento en el manejo de sombra como medidas preventivas para la aparición de algunas enfermedades como ojo de gallo y mancha de hierro.
Para el caso de la enfermedades de la roya presente en ambos cafetales, se recomienda el uso de caldos minerales como el sulfocalcio o el caldo bordelés, cuya preparación es económicamente viable, estableciendo aplicaciones semanales de manera foliar a los 20 días de ser trasplantada y hasta antes de la floración.
Buscar asesorías técnicas en el manejo agronómico y cultural antes establecido por parte profesionistas de la región.
Establecer un plan de seguimiento a las acciones propuestas para evaluar si existe un mejoramiento sustancial posterior a la implementación de estas actividades.

Rediseño

Para generar un rediseño de ambos Agroecosistemas es necesario analizar los tres niveles de estudio para establecer un análisis de sustentabilidad completo y poder tomar una decisión más sustentada. En base a este nivel de estudio podemos establecer como un Agroecosistema redituable y con un enfoque más sustentable, al cafetal orgánico, el cual tiene un manejo más amigable con el ambiente con las actividades que se realizan durante todo su ciclo productivo.

Podemos entonces proponer un rediseño en cuanto el manejo agronómico y proponer alternativas y acciones para proponer cultivos cafetaleros orgánicos con la finalidad de mejorar producción y productividad de manera más sustentable.

CONCLUSIONES

Considerando los resultados sobre la biodiversidad del suelo y teniendo en cuenta que los organismos de la familia Lumbricidae fueron los que se presentaron en mayor cantidad, esto permite concluir, de manera preliminar, que los suelos de los agroecosistemas cafetaleros cuentan con materia orgánica suficiente para que estas se desarrollen, a pesar de que el cafetal 1 presenta un porcentaje menor, la presencia de fauna edáfica podría indicar cierto estado positivo de la salud del suelo.

Si bien algunos de los parámetros no presentan los valores ideales para el desarrollo de los cultivos, por ejemplo, la presencia de suelos ácidos y algunos parámetros fuera de rango como el caso de los nitratos, es posible que estos se deban a las actividades de manejo realizadas al interior de los agroecosistemas. Las actividades de manejo de los cafetales son mínimas y se limitan a algunas podas de formación, en cuanto al control de enfermedades como la roya del café, no existe un manejo específico.

AGRADECIEMIENTO

Se agradece el apoyo brindado por parte de los productores cafetaleros del municipio de Comapa, Ver., por su valiosa y amable participación, sin la cual este trabajo no hubiera podido ser realizado.

LITERATURA CITADA

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). 2016. Panorama Agroalimentario. Direccion de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Café 2016. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200636/Panorama_Agroalimentario_Caf__2016.pdf (consultado el 9 de julio de 2017)

Figueroa E., F. Pérez., L. Montoya. 2016. El mercado de café en México *in Producción,* Comercialización y Medio Ambiente. F. Pérez, E. Figueroa, L. Godínez (eds.) ©ECORFAN, Texcoco de Mora-México, 2016.

Flores F. 2015. La producción de café en México: ventana de oportunidad para el sector agrícola de México. Espacio I+D, Innovación más Desarrollo .4(7): 174-194.

López F., E. Escamilla., A. Zamarripa., J. Cruz. 2016. Producción y calidad de variedades de café (*Coffea arábiga* L.) en Veracruz, México. Revista Fitotecnia Mexicana. 39 (3): 297-304.

Moguel P. V. Toledo.1996. El café en México: ecología, cultura indígena y sustentabilidad. Ciencias. 43: 40-51

Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 para el análisis fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.

CARACTERIZACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN SUSTENTABLE DEL TOTOMOXTLE DE MAÍZ EN EL VALLE DE PUEBLA

Rafael Alvarado-Teyssier[78]
Ernesto Aceves-Ruiz[79]
José Sergio Escobedo-Garrido[2]

RESUMEN

La producción de maíz es la actividad agrícola principal de los productores del Valle de Puebla; sin embargo, esta actividad no es rentable, algunos productores extraen, transforman y comercializan las brácteas que cubren la mazorca llamada "totomoxtle" con el propósito de obtener mayores ingresos. El objetivo del trabajo fue caracterizar el sistema de transformación de totomoxtle para usarse como envoltura de tamal e identificar las etapas donde se pueden realizar actividades de mejora. Se aplicaron encuestas a productores, comercializadores, consumidores intermedios y consumidores finales y se complementó con talleres y reuniones informativas. El sistema de transformación de totomoxtle incluye las etapas de: selección de totomoxtle, cosecha de mazorca y totomoxtle de variedades criollas, transporte de mazorca con hoja a la finca, secado de mazorca con hoja, almacenamiento de mazorca con hoja, humectación de mazorca con hoja, separación de la hoja de la mazorca, acomodo de la hoja útil, almacenamiento, envase y comercialización. Todas las etapas se realizan de manera manual y tradicional, no se incluyen ningún proceso que altere sus características y propiedades intrínsecas naturales, obteniendo un producto diferenciado y único sin sustitutos; este procedimiento aún es valorado por el mercado local y demandado por nichos de mercados nacional e internacional; los residuos obtenidos de este proceso son incorporados al suelo o procesados para su posterior uso como fertilizante orgánico. Se han identificado áreas de oportunidad: es necesario incluir procesos como selección detallada, tipificación y envase de la hoja útil para mejorar su comercialización, evitar daño mecánico y conservar la inocuidad del producto. La hoja de maíz le permite al productor obtener mayores ingresos y conservar las variedades criollas; sin embargo, se carece de tecnología apropiada de producción y comercialización para incrementar los volúmenes comercializados, ante esta necesidad el productor incorpora innovaciones tecnológicas poniendo en riesgo su sustentabilidad.

Palabras clave: hoja útil, producto diferenciado.

INTRODUCCIÓN

La producción de grano de maíz y rastrojo en el Valle de Puebla es una actividad que no es rentable (Ramírez, 2008), algunos productores extraen y transforman las brácteas que cubren la mazorca llamada totomoxtle para obtener y comercializar hoja para envoltura de tamales, esta práctica se realiza con el propósito de obtener mayores ingresos, los cuales pueden ser mayores a los del grano y rastrojo juntos y mejorar la rentabilidad del cultivo (King, 2006; Meza, 2014). En esta región este proceso se realiza conservando los métodos ancestrales y tradicionales (Viveros, 2010). Con esta forma de realizar la transformación del totomoxtle se obtiene un producto diferenciado (Caldentey, 2004) con un valor superior al que se obtiene cuando se utiliza como

[78] Servicios Integrales de Capacitación Educación y Consultoría Agropecuaria e Industrial S.C. teyssar@gmail.com
[79] Colegio de Posgraduados Campus Puebla. aceves@colpos.mx , sereco@colpos.mx

forraje (Hernández, 1996), y le dan el carácter sustentable que es demandado por un nicho de mercado (King, 2006).

Como resultado de este tipo de manejo se han mantenido vigentes las variedades criollas de maíz para este propósito, obteniendo una amplia gama de hoja, conservando la biodiversidad de la especie, evitando la siembra y posible contaminación por variedades introducidas originando una erosión genética (Lazos,2015). Así mismo, (Baucher, 2010; King, 2006:34) señalan que existen nichos de mercado que no se han aprovechado que demanda hoja que haya sido manejada de manera tradicional y sustentable, haciendo este producto más competitivo en el mercado nacional e internacional.

El objetivo de la investigación fue caracterizar el sistema de transformación del totomoxtle para obtener hoja usada como envoltura de tamal en el Valle de Puebla e identificar etapas donde se pueden realizar acciones de mejora.

MATERIALES Y METODOS

Localización del área de estudio

El Valle de Puebla se ubica en la parte centro-oeste del estado, comperndiendo 29 municipios divididos en los Centros de Apoyo al Desarrollo Rural (CADER´S) Texmelucan y Tepeaca, particularmente la investigación se realizó en 11 municipios de esta zona: Nealtican, San Nicolás de los Ranchos, Calpan, Huejotzingo, Chiautzingo, Teotlalcingo, San Salvador el Verde, pertenecientes al CADER Texmelucan; Puebla, Acajete, y Tepatlaxco de Hidalgo al CADER Tepeaca (figura 1).

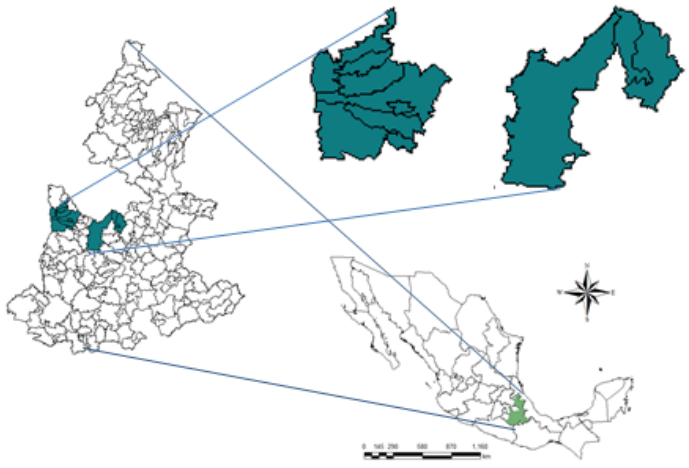


Figura 1. Localización del área de estudio

El trabajo de campo se efectuó en el periodo de enero a diciembre de 2014 y la codificación y el análisis de la información en 2015. Dentro de la investigación se utilizaron diferentes técnicas y métodos de investigación:

El método de muestreo y tamaño de muestra

Se partió de la población de productores de maíz del Valle de Puebla, utilizando la base de datos de PROCAMPO, con una población de 15,442 productores según SAGARPA (2013). Para determinar el tamaño de muestra, se utilizó el sistema de muestreo Cualitativo con Varianza Máxima, cuya expresión se describe a continuación.

$$\mathbf{n} = \frac{NZ^2_{\alpha/2}(0.25)}{Nd^2 + Z^2_{\alpha/2}(0.25)}$$

Donde:
n= tamaño de la muestra = 108
N= tamaño de la población
d = precisión = 0.0942
$Z^2_{\alpha/2}$ = Confiabilidad =0.95 equivalente a 1.96
p_n= Proporción de la población con la característica de interés = 0.5
q_n= Proporción de la población sin la característica = 0.5

Para identificar las 108 unidades de muestreo se realizó por el método de bola de nieve. A esta muestra se les aplico un cuestionario que permitió obtener información sobre las principales variables de estudio y se complementó con entrevistas informales y talleres con el propósito de conocer y describir a fondo la tecnología de selección, extracción, transformación y comercialización de hoja que ellos realizan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Totomoxtle, hoja y hoja útil

Para entender el sistema de transformación de totomoxtle es necesario establecer las diferencias entre totomoxtle, hoja y hoja útil. El totomoxtle son las hojas modificadas llamadas brácteas que cubren la inflorescencia femenina del maíz también llamada mazorca, su función es la protección de la formación de granos; se considera hoja cuando en el campo sufre un proceso de selección por parte del productor y le asigna un valor de uso diferente al de forraje, a partir de este momento adquiere un valor adicional como un valor de uso o de utilidad (Caldentey, 2004); es decir, mediante el proceso de selección el productor observo atributos al totomoxtle que lo hace diferente a otros, que le dan la capacidad de satisfacer una necesidad humana (Sierra, *et al.,* 2002).

Aun cuando la hoja ha sido seleccionada, no toda sirve para envolver tamales, por tener alguna característica indeseable para el consumidor que no se detectó en la selección, una hoja útil es la hoja que posee características físicas mínimas deseables que demanda el consumidor para envolver un tamal.

Sistema de producción totomoxtle-hoja en el Valle de Puebla

La producción de totomoxtle para hoja útil para envolver tamal pasa por un proceso que incluye la producción de totomoxtle en campo, selección, extracción y beneficio de la hoja, empaque y traslado al mercado para su comercialización. De todo este proceso, se pueden diferenciar dos etapas: la producción de totomoxtle y la producción de hoja. La producción de totomoxtle involucra el proceso productivo del cultivo; en tanto que la producción de hoja inicia con el proceso de selección de totomoxtle hasta la entrega de hoja al consumidor (figura 2).

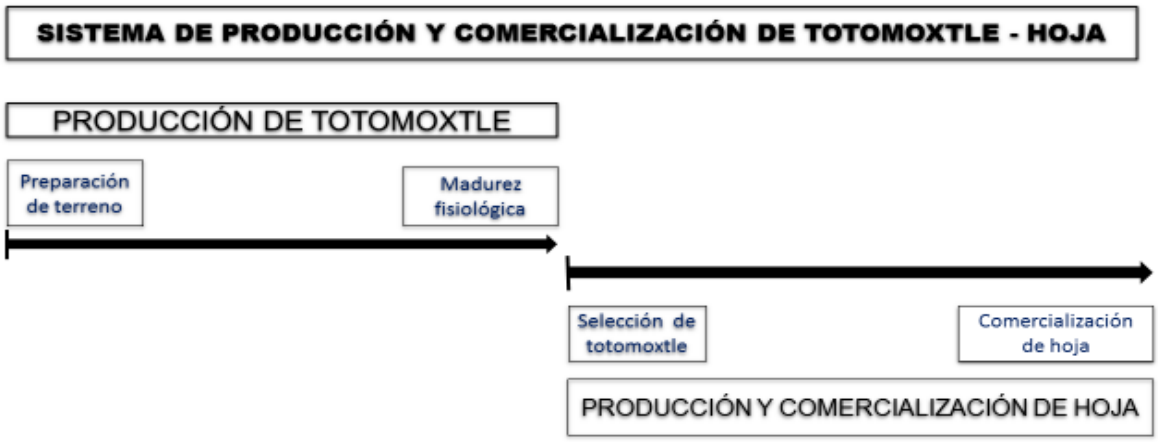


Figura 2 El sistema de producción de totomoxtle y hoja

Producción y comercialización de hoja

Selección de totomoxtle para hoja y cosecha de mazorca

La producción de hoja inicia con el proceso de selección de totomoxtle de variedades nativas, se escoge de manera visual las mazorcas que tienen las brácteas o totomoxtle con características fenotípicas deseables, que demanda el mercado y sin daño mecánico ni fungosis. El desprendimiento y recolección de la mazorca con hoja de la planta se realiza muy temprano antes de la salida del sol para aprovechar la humedad natural producida por el roció y evitar daño mecánico, ambos procesos se efectúa de manera manual y tradicional sin ningún tratamiento adicional.

Esta actividad se realiza de cuatro maneras: a) Cosecha solo de las mazorcas con totomoxtle seleccionado con planta en pie; b) Cosecha de todas las mazorcas con totomoxtle del predio con planta en pie, la selección se realiza en finca; c) Cosecha de mazorcas con totomoxtle seleccionado de plantas en gavilla o mogote, posteriormente se separa la mazorca de la hoja en la finca, el no seleccionado se separa (pizca) y se destina a otro uso, ambas actividades se realizan de manera simultánea; y d) Cosecha de mazorca con totomoxtle seleccionado con plantas en gavilla o mogote, se separan las hojas de la mazorca en la misma parcela, el no seleccionado se separa (pizca) y se destina a otro uso; es decir, todo el proceso se realiza en campo en ese mismo momento.

La modalidad de cosecha de hoja depende de la madurez del cultivo, disponibilidad de mano de obra y la demanda del mercado.

Si para los meses de octubre o noviembre (antes de día de muertos) el cultivo ha llegado a su madurez, algunos productores realizan el desprendimiento parcial o modalidad “a”, para aprovechar que la demanda es alta en esta fecha. Generalmente la practican productores que tienen poca superficie; en esta modalidad la selección no es muy detallada y se puede perder un porcentaje de hoja útil. El rastrojo puede ser cosechado o incorporado al suelo.

La modalidad “b” se practica cuando se desea realizar el máximo aprovechamiento de la hoja, al llevarse a la finca todas las mazorca con totomoxtle se asegura una selección y cosecha más detallada; en este caso al productor no le interesa aprovechar la demanda temporal.

La modalidad “c” es la que practica la mayoría de los productores. Generalmente esta modalidad se efectúa en los meses de diciembre y enero cuando se ha realizado el corte y amogote. Se aprovecha el momento que se realiza la pizca de mazorca y se selecciona el totomoxtle de manera simultánea, se utiliza mano de obra familiar con ayuda de personal externo, por lo que se pierde calidad de selección de totomoxtle para hoja al realizar las dos actividades, además el trabajador considera que el pago es por pizcar la mazorca y no por seleccionar totomoxtle para hoja.

La modalidad “d” es realiza por un pequeño porcentaje de productores, y son aquellos que poseen mayor superficie y no cuentan con personal para realizar la cosecha; para ello contrata brigadas especializadas para pizcar la mazorca y sacar hoja de manera simultánea, la brigada realiza selección del totomoxtle y la separación de la hoja que cumpla con las características. Los honorarios de la brigada son cubiertos con un porcentaje de la hoja obtenida que puede variar pero normalmente es del 50 %; todo el proceso se realiza en el campo. Estos productores solo utilizan a la hoja para cubrir gastos de cosecha y reducir costos de producción, su principal producto es el grano, la comercialización de la hoja es actividad adicional. Esta modalidad se presenta en algunas comunidades del CADER Tepeaca, se considera como un avance en el sistema de producción de hoja.

Para la selección el productor usa los siguientes criterios:

El totomoxtle debe ser de variedades nativas, ya que lo consumidores (tamaleros) aseguran que le proporciona un sabor especial a su producto y facilita la elaboración del mismo, esto coincide con (Álvarez, 2004) quien señala que los productores consideran que el maíz criollo le da mejor sabor a los alimentos.

Las dimensiones de largo, ancho y espesor no se tiene determinado las medidas, el productor solo calcula que cubran y resista la elaboración de un tamal comercial; sin embargo, se tomó las medidas de una hoja que ellos consideran como mínimas para usarse como hoja útil obteniendo los siguientes datos: el largo debe ser de al menos 24.7 cm , el ancho de 16.6 cm y el espesor de 0.7 mm, los productores consideran que sus variedades para este propósito superan a las mejoradas ya que estas últimas no fueron formadas para este fin. Esto lo reafirman (Flores *et al.*, 2015) quienes concluyen que existen razas de variedades criollas que sus hojas superan en dimensiones a la de maíces híbridos, y con un programa de mejoramiento se puede incrementar la producción de hoja.

Transporte de mazorca a la finca

Para las modalidades que requiere de transportar las mazorcas a la finca, se realiza de la siguiente manera: el transporte es una actividad que se realiza con mucho cuidado, las mazorcas con hoja se transportan en costales, tinas y/o cajas de madera, esta última evita al máximo el daño mecánico conservando su calidad comercial y se .obtiene un mayor número de hojas útiles. Para el caso del trabajo en brigada, al productor se le entrega el porcentaje acordado de hoja obtenida acomodada en ruedas, por lo que el transporte se realiza de esta forma para su almacenamiento.

Secado de mazorca con totomoxtle y hoja

Las mazorcas con totomoxtle y con hoja contiene humedad, por lo que antes de almacenarse se secan exponiendo directamente al sol con los recipientes en los que se transportaron a la finca,

en el caso de las hojas extraídas en campo, en las ruedas que fueron formadas; la finalidad del secado es evitar la proliferación de hongos y el manchado de la hoja.

Almacenamiento de mazorca con totomoxtle

Cuando el contenido de humedad es el adecuado y no se va a realizar la extracción de hoja de manera inmediata, las cajas de madera o producto a granel se almacenan en un lugar fresco, seco y ventilado, para evitar proliferación de hongos y posible daño mecánico. Generalmente se almacena debajo de un pequeño tejado, aunque cubre los requerimientos mínimos, están expuestos a daños mecánicos ocasionados por animales de traspatio por no estar protegidos adecuadamente.

Humectación de mazorca con totomoxtle u hoja para el deshoje

Con el propósito de dar flexibilidad a la hoja y evitar daño mecánico durante la manipulación en el proceso de deshoje, las mazorcas con totomoxtle se extrae del lugar almacenado y la hoja se humedece; la humectación se realiza mediante un rociado de agua natural fría y en algunos casos caliente sobre las mazorcas distribuidas en el piso, lona, tina o botes; en los dos primeros casos no se cubren, en tanto que cuando la mazorca con totomoxtle esta en tinas o botes se cubren con plástico o cedazo. El tiempo que se deja en remojo es variable y depende del volumen de mazorca con totomoxtle que se desea procesar, normalmente es de cuatro a cinco horas, en algunos casos se humedece desde un día antes para realizar el deshoje al día siguiente por la mañana.

Extracción o separación de la hoja de la mazorca

El “deshoje” o separación de la hoja de la mazorca puede realizarse en la finca o en el campo, en el primer caso, el productor realiza el deshoje de la mazorca con totomoxtle o con hoja según sea el caso, con ayuda de mano de obra familiar, en el segundo caso se presenta cuando se contrata una brigada que se dedican a pizcar y sacar hoja, como se mencionó anteriormente.

La mayor parte de los productores realizan deshoje de manera manual, evitando causar daño a la hoja, con el propósito de conservar la forma, tamaño y mantener la inocuidad de la misma; un pequeño grupo de productores para la extracción de la hoja utiliza tijeras de podar de una mano o tijeras de sastre (figura 3).

Con las tijeras cortan el raquis en el punto de inserción de la hoja para facilitar el desprendimiento; la falta de destreza en la utilización de las tijeras puede causar daño en la parte basal de la hoja, haciendo más grande el borde basal y perder su calidad comercial y aceptación del consumidor. Generalmente la primera hoja llamada “cartón o tapadera” se elimina por ser muy gruesa y presentar daño; a partir de la segunda se consideran como posibles hojas aprovechables y son desprendidas cuidadosamente con las manos aplicando fuerza necesaria para desprender una a una del raquis sin causar daño, hasta desprender el total de las hojas de la mazorca.



Figura 3 Separación de la hoja de la mazorca

Durante este proceso se realiza la selección detallada de la hoja, tomando en cuenta el tamaño, espesor, color, y que esté exenta de daño físico y sanitario (hoja útil). Si cumplen estas características, continúan el proceso, en caso contrario son separadas y consideradas como desecho y se destinan a otro uso. Este trabajo generalmente se realiza por personas mayores cuya edad promedio es de 55 años y por periodos de una a dos horas al día, generalmente por las tardes cuando han concluido sus labores cotidianas, ya que esta actividad la consideran como complementaria. Otra modalidad es que el productor lleva la mazorca con hoja a la residencia de la brigada y ellos realizan el proceso de deshojado y al final se distribuyen el porcentaje de hoja acordado.

El periodo de extracción se concentra de octubre a febrero, algunos almacenan la mazorca con hoja y realizan el deshoje entre mayo a junio buscando mejor precio de venta que se presenta entre los meses de julio a octubre. Todos los residuos producto de esta actividad son mezclados con el estiércol del ganado para su posterior incorporación al suelo.

Secado

Para eliminar el agua de la hoja húmeda y evitar el ataque de hongos y el manchado de la hoja antes de formar los rollos se deja “orear” por un periodo de 2 a 3 horas, algunos lo hacen después de formar, pero tiene que ser antes de almacenarla.

Acomodo de la hoja formando muñecos, rollos y ruedas

Una vez extraída, seleccionada y secada la hoja, se considera hoja útil, estas se acomodan formando “muñecos o gajos”, la unión de 3 o 4 de muñecos forman un rollo, el cual varia en el número de hojas que depende del criterio del productor, los rollos tienen desde 8 hasta 100 hojas. El rollo se sujeta con rafia y se amarra de tal manera que conserve la forma y facilite el transporte para su comercialización (figura 4).

En algunos municipios unen varios rollos para formar una “rueda”, cuya cantidad de rollos oscila entre 30 a 50, este acomodo es más común en los municipios del CADER Tepeaca, para facilitar el transporte ya que el volumen de producción a comercializar es alto.

Existen casos excepcionales donde el acomodo de la hoja se realiza en cajas de madera, las hojas se van formando y comprimiendo para que el volumen disminuya y completen una cantidad aproximada entre 360 a 450 hojas según sea el tamaño y espesor de estas, una vez completada la caja se amarra y se forma el “rollo de caja” listo para almacenarse o comercializarse.

Como se puede observar son mínimas las actividades agregadoras de valor al producto, esto coincide con lo señalado por Keleman y Hellin (2009) que los productores de maíz venden su producto sin valor agregado.

Sin embargo, por obtener el producto de manera tradicional conservan sus atributos y se considera como producto diferenciado. Por otro lado, se detectó la falta de tipificación y homogenización del producto, consideradas como áreas de oportunidad que pueden solventarse y mejorar la comercialización del mismo.



Figura 4 Acomodo de hoja en rollos y ruedas para su comercialización.

Almacenamiento

Si la comercialización no es inmediata, las ruedas son colgadas en algún lugar fresco y seco; en algunos casos se cubren con costales o mantas, para evitar posibles daños físicos y contacto con productos que dañen la calidad. La infraestructura de almacenamiento no existe o es muy rustica corriendo el riesgo de daño mecánico o contaminación, esto coincide con López *et al*.,(2015) quienes afirman que los pequeños productores carecen de infraestructura para comercialización.

Envase

El envase solo se realiza cuando la hoja va a ser comercializada fuera de la localidad para facilitar el transporte; el envasado puede ser en bolsas limpias o en cajas de madera; cuando los volúmenes a movilizar son mayores a 200 rollos no se envasan, se forman ruedas y de esta manera se comercializan (figura 4). En caso de comercializarse en la comunidad no se envasan ya que el comprador trae sus cajas o bolsas. La falta de envase del producto limita la conservación de sus atributos, posibilita alteraciones y su deterioro; además de que no mejora la presentación para la comercialización y no se adiciona valor (Caldentey, 2004).

Comercialización

La comercialización se efectúa en diferentes lugares, los productores tradicionales lo hacen principalmente en mercados locales y los más especializados en mercados regionales; la venta es dirigida a consumidores ocasionales, intermediarios o directamente a tamaleros. Esto coincide con Keleman y Hellin (2013) quienes encontraron que los pequeños productores destinan su producto a tianguis o mercados locales, donde se vende al menudeo y directamente a pequeños

consumidores. Por otro lado, la falta de información sobre mercados no le permite al productor acceder a mercados más remunerativos, programar el volumen de producción, el comportamiento de los precios en el mercado, conocer la oferta y la demanda para saber la fecha apropiada para el inicio y la conclusión de poner el producto a la venta y diseñar las formas de agregar valor (FAO, 1999; Mendoza, 1987). Caldentey (2004), señala que los productores primarios deben hacer uso de todas las formas de asignar valor e incrementar sus ingresos por sus productos.

Todo este sistema de producción tradicional de hoja no lleva ningún proceso que incluya el tratamiento con productos químicos que contaminen o que vayan en contra del medio ambiente, lo cual permite conservar las características y propiedades de la hoja. La suma de estas actividades hacen un producto diferente y valorado, con respecto al comercializado en el mercado con tratamiento químico para mejorar su presentación (blanqueado) y con uso de maquinaria para transformarlo; así mismo, los residuos se reciclan mediante la incorporación directa o el proceso de composteo a través de la mezcla con el estiércol que poseen, haciéndolo amigable con el medio ambiente, lo que le da el carácter de sustentable; esto coincide con Corrales (2002), quien afirma que estos sistemas de producción basados en el conocimiento tradicional y cultural son conservacionistas y mantienen la sustentabilidad del sistema.

CONCLUSIONES

La transformación sustentable del totomoxtle le permite al productor obtener mayores ingresos y conservar las variedades criollas para este propósito, contribuyendo a mantener la biodiversidad.

Aun es valorada la hoja para envoltura para tamal como producto diferenciado obtenida de manera sustentable, solventando algunas áreas de oportunidad en las etapas de empaque y comercialización puede ingresar a nichos de mercado más remunerativos para el productor donde se practica comercio justo.

No existe tecnología apropiada para producción y comercialización sustentable de hoja para envoltura de tamal en el Valle de Puebla, aunado a que se ha perdido el relevo generacional, la producción es baja; la incorporación de innovaciones tecnológicas disponibles pone en riesgo la sustentabilidad del sistema de producción.

LITERATURA CITADA

Álvarez C. N. M. 2004. Uso y manejo tradicional de los maíces criollos en la región Iztaccíhuatl - Popocatépetl del estado de Puebla. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados Campus Puebla.

Boucher F. y Poméon T. 2010. Reflexiones en torno al enfoque SIAL: Evolución y avances desde la Agroindustria Rural (AIR) hasta los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL). 116th EAAE Seminar “Spatial Dynamics in Agro-food Systems: Implications for sustainability and Consumer Welfare”. Parma Italy.

Caldentey A. P. y De Haro G. T. 2004. Comercialización de Productos Agrarios. Quinta edición. Ediciones Mundi – Prensa. 354 p

Corrales R. E. 2002. Sostenibilidad Agropecuaria y Sistemas de Producción Campesino. Cuadernos Tierra y Justicia No. 5. Instituto de Estudios Rurales. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá Colombia

FAO 1999. Market infraestructura planning – A Guide for desicion-markers Cuaderno Técnico No. 141 etiquetas

Flores R. M del C., Hernández G. J. A., Gil M. A., López P. A., Parra I. F. y Gonzales C. F. V. 2015. Variability in cornhusk traits of landraces from the state of Puebla, Mexico. Agro. J. 107 (3): 1119-1127.

Hernández P.G. 1996. Proyecto para el establecimiento de una planta beneficiadora de hoja de maíz para tamal (totomoxtle) en Bajío de San José, Municipio de Encarnación de Díaz, Jalisco. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Keleman A y Hellin J. 2009. Specialty maize varieties in Mexico; A case study in market-driven agrobiodiversity conservation. Journal of Latin American Geography. 8(2): 147-174.

Keleman A y Hellin J. 2013. Las variedades criollas de maíz, los mercados especializados y las estrategias de vida de los productores. LEISA revista de agroecología. 29(2): 7 p.

King A. 2006. Diez años con el TLCAN. Revisión de la literatura y análisis de las respuestas de los agricultores de Sonora y Veracruz, México. Informe especial del CIMMYT 07-01 51p.

Lazos Ch. E. 2012. Riesgos en la introducción del maíz transgénico: discursos y controversias. Capítulo 3. En. Riesgos Socioambientales en México. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. México. D.F.

López T. B. J., Rendón M. R. y Camacho V. T. C. 2015. La comercialización de los maíces de especialidad en México: condiciones actuales y perspectivas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Pub. Esp. Núm. 15. 3075-3088

Meza P. A., Sierra M. M., Espinoza C. A., Gómez M. N.O., Palafox C. A., Rodríguez M. F.A y Toledo R. M. 2014. Hoja de maíz (*Zea mays* L.) importante actividad en la zona norte del estado de Veracruz México. Agroproductividad. 7(1): 32 – 38 p

Mendoza G. 1987. Compendio de mercadeo de productos agropecuarios. Editorial Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica.

Ramírez J. J. 2008. Ruralidad y estrategias de reproducción campesina en el Valle de Puebla, México. Cuadernos de Desarrollo Rural. 5(60): 37-60.

SAGARPA – PUEBLA. 2013. Base de datos PROCAMPO CADER´S Texmelucan y Tepeaca.

Sierra P. M., Namesny V. A. y Papasseit T. P. 2002. Marketing aplicado a frutas y hortalizas. Amenazas y Oportunidades. Marcas, emoción y valor. Editorial Junta de Andalucía. Barcelona, España.

Viveros F. C. E., Gil M. A., López P. A., Ramírez V. B., Guerrero R. J. de D. y Cruz L. A. 2010. Patrones de utilización del maíz en unidades de producción familiar del Valle de Puebla, México. Tropical and Subtropical Agrosystem.12(3) .http://www.cimmyt.org/es/boletin/63-2007/180-pride-and-pragmatism-sustain-a-giant-mexican-maize. Consultado 01 de octubre de 2014.

PROTOTIPO DE INVERNADERO PARA PRODUCCIÓN DE ROSAS AUTOMATIZADO CON ARDUINO

Pedro Zetina-Córdoba
Benjamín Nagel-Sedas
Isalia Morales-Palacios
Rosalía Tablas-Romero
Elber Reynoso-Guerrero
Rafael Delavequia-Corona
Giovanni Demenegui-Cessa

RESUMEN

La innovación, desarrollo y aplicación de tecnologías de la información (TI), han involucrado de forma significativa al sector agrícola, mediante la implementación de invernaderos automatizados con el objetivo principal de realizar la modificación del microclima, buscando la continuidad de los periodos de cosecha, acercar esta tecnología a los productores involucra realizar inversiones elevadas limitando la implementación a algunos sectores de la población. Por ello se realizó el prototipo de invernadero automatizado, utilizando la plataforma de prototipos electrónica de código abierto (Open-Source) Arduino, basada en el uso de hardware y software; en complemento con la recepción de información a través de sensores (entradas) y actuadores (salidas), activando motores y bombas de agua que son utilizados para realizar funciones de riego, regulación de temperatura y determinación de humedad en el sustrato. Con el que al reducir el costo del equipo eléctrico y electrónico programado por la plataforma Arduino, se obtiene una disminución del costo de elaboración, con lo que se incrementarían los niveles de producción por medio de la vinculación de la tecnología con el sector productivo y social.

PALABRAS CLAVE

Tecnología, invernaderos, prototipo, arduino.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la producción de ornamentales bajo invernadero se ha expandido considerablemente en la zona centro del Estado de Veracruz, haciendo uso de sistemas hidropónicos y fertirriego que reducen las limitaciones por variables climáticas, agua y nutrimentos (Rodríguez *et al.,* 2011). La agricultura protegida se contextualiza como un sistema agrícola especializado en el que se lleva a cabo un cierto control del medio edafoclimático, alterando las condiciones del suelo, temperatura, radiación solar, viento, humedad y composición atmosférica (Castellanos-Ramos, 2004). Mediante estos sistemas de protección se cultivan plantas modificando su entorno natural, con la finalidad de prolongar el periodo de recolección, alteración de ciclos convencionales, aumento del rendimiento, estabilización de producción y calidad en el producto final, variables difíciles de conservar cuando la producción se realiza a cielo abierto (Castila, 2005). Sin embargo las variables de producción son heterogéneas en sus niveles de desempeño, rentabilidad y productividad, considerando indicadores a nivel tecnológico, como: eficiencia, experiencia productiva, dependencia económica y tamaño (Martínez-Gutiérrez *et al.,* 2014). La automatización en invernaderos en México se traduce en la compra de tecnología extranjera cuyo costo es elevado para el productor promedio del país, optando por invertir en la infraestructura propia del mismo pero soslayando el uso de la tecnología para monitorear y controlar el clima dentro del invernadero (Lugo *et al.,* 2014), en los últimos años se han visto las primeras aplicaciones en el campo de la Inteligencia Artificial (IA) aplicadas a la agricultura

(Salazar *et al.,* 2014), incluida la creciente aplicación en la agricultura de dispositivos y tecnologías de comunicaciones móviles (Szilágyi y Tóth, 2015). Los recientes avances en software de programación de libre acceso y tecnologías de hardware son potenciales para el desarrollo de sistemas de registro de bajo costo que se pueden desplegar con alta cobertura espacio-temporal (Hund *et al.,* 2016). Arduino es una plataforma electrónica libre diseñada para la creación de prototipos, basada en software y hardware flexible que permite realizar proyectos en forma rápida, sencilla y a costos accesibles (Arduino, 2017), funciona por medio de sensores que producen señales de respuesta de acción inmediata (Espinosa, 2013) que se han implementado para el monitoreo y sistemas de irrigación (Salazar *et al.,* 2014, Hund *et al.,* 2016), cultivo de microalgas (Wishlerman y Wishlerman, 2017), variables ambientales en invernaderos (Lugo *et al.,* 2014), entre otras aplicaciones. Por lo anterior, el objetivo del proyecto es el diseño y construcción de un invernadero prototipo para la producción de ornamentales automatizado con la plataforma Arduino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El desarrollo del prototipo, se realizó en el Laboratorio de la Universidad Politécnica de Huatusco, ubicada a los 19º 09´ latitud norte, 96º 58´ latitud oeste a una altura de 1,300 msnm en el municipio de Huatusco, Veracruz.

Diseño y construcción del prototipo de invernadero

La construcción del prototipo a escala fue 10:1 (Figura 1), con respecto a la norma NMX-E-225-CNCP-2008. La estructura se cubrió en los laterales con malla antiáfidos (Cruz-Lázaro *et al.,* 2010), para evitar la introducción de insectos, en la parte superior se cubrió con plástico blanco lechoso de calibre 720 (García-Albarado *et al.,* 2010), parte del material se adhirió a la estructura con hilo plástico (partes fijas) y otra parte con velcro con la finalidad de mostrar los mecanismos de funcionamiento del prototipo.



Figura 1. Prototipo de invernadero.

Variables de control

Un invernadero, es conocido como un espacio ajustado con el microclima apropiado para el desarrollo óptimo de una plantación en específico, para el caso de la elaboración del prototipo, se tomaron en cuenta las variables de producción temperatura, humedad, riego y ventilación aplicadas al cultivo de Rosa (Var Freedom).

Temperatura

La Rosa (*Rosa sp*) Var Freedom es una planta exigente con respecto al rango de temperatura en la que se desarrolle y el estado vegetativo en que se encuentre (Erazo, 2000), considerando la primer fase de desarrollo (Trinidad y Aguilar, 1999) rangos de temperatura diurnas que deben mantenerse entre 17ºC y 27ºC (±2 ºC) (Salinger, 1991), (Yamaguchi y Yoshiki, 1998), temperaturas por encima de estas generan flores pequeñas de pocos pétalos, tonalidades pálidas (Erazo, 2000) y en otros casos el retraso de la producción (Erazo, 2014). En cuanto a los márgenes de temperaturas nocturnas oscilan entre 16ºC y 17ºC, menores a estas retrasan el crecimiento de la planta.

Humedad relativa

La humedad relativa (HR) juega un papel importante en el cultivo de la rosa, Bañon *et al.* (1993) y Galbán (1999), coinciden en que los niveles de HR deben conservarse en etapas fenológicas de desarrollo del arbusto entre un 80% y 90%, con lo que favorecerá al brote de yemas y su crecimiento, considerando porcentajes por debajo del 60%, como signo de un desarreglo fisiológico en botones y hojas aparte de que favorece a la proliferación de agentes patógenos.

Ventilación

Como se ha presentado anteriormente, las rosas requieren de altos niveles de humedad ambiental (Caballero, 1997), mantener estos niveles requiere que el invernadero tenga ventilación durante las horas más cálidas del día, es decir, en los periodos donde se presenten temperaturas entre 23ºC a 27ºC. La ventilación llevará a la reducción higrométrica repercutiendo en la presencia de patógenos (Galbán, 1999).

Suelo

Aunque el cultivo de rosa no sea exigente con respecto al tipo de suelo, debe de cubrir características que permitan a la planta realizar el proceso de respiración radicular, siendo compacto, ligero, poroso. Las rosas son tolerantes a suelos ácidos con niveles de pH entre 5.5 a 6.5 (Erazo, 2000). Intolerantes a elevadas concentraciones de calcio y sales solubles, manteniendo una conductividad eléctrica de 1,5mΩ/cm (100-500ppm NO3 y menor a 5 ppm NO2).

Humedad del suelo

El porcentaje de humedad que se mantenga en el suelo es importante para el crecimiento del cultivo de rosa, por lo que debe de mantenerse siempre húmedo oscilando entre 85% y 90% de humedad tomando en cuenta temperaturas altas 23ºC a 27ºC, reduciendo los porcentajes conforme disminuye la temperatura (Calvache, 2001).

Automatización del prototipo de invernadero

El proceso de automatización del prototipo, se realizó por medio del uso de dispositivos electrónicos operados a través de plataformas libres. Funcionando por medio de sensores que producen señales de respuesta de acción inmediata (Espinosa, 2013) en este caso se obtendrán valores conforme la temperatura y humedad. Para ello se utilizó la tarjeta programable Arduino Mega, para tomar lectura de los valores, comunicar y accionar sensores y actuadores conectados a los pines de la tarjeta, previamente configurada con el software libre llamado IDE (Instalación del Entorno de Desarrollo) (https://www.arduino.cc/en/Main/Software) en su última versión en un lenguaje de programación en "C/C++" (Espinosa, 2013). Una vez instalada y programada la tarjeta se probaron los sensores utilizados para la programación, comenzando por el sensor de temperatura y humedad ambiental (DHT22) que dispone de un procesador interno que calcula rangos de temperatura entre -40ºC a 125ºC y humedad entre 20% a 80% en un rango de precisión de 0.5 ºC. con una frecuencia de muestreo de dos muestras por segundo (1hz). Una vez que se obtiene la información sobre la temperatura ambiente se utilizan dos motores a pasos, estos son controlados con su controlador o driver, tomando en cuenta que el motor tiene 64 pasos para dar una vuelta completa con una máxima frecuencia de 100 hz. con 1.5 rpm de velocidad que en conjunto con el sensor DHT22 controlarán la temperatura a través de cortinas cenitales de acuerdo a las necesidades de cultivo de la rosa. El sistema de riego, fue automatizado de acuerdo a la ficha técnica del sensor de humedad en sustrato (FC-28), midiendo valores de 0 a 1023 bajo la siguiente escala de medición. 1. Sustrato ligeramente húmedo 600-700, 2. Sustrato ligeramente seco 800-1023, programado de acuerdo valor reconocido por sensor. Una vez que la información del sensor FC-28, es enviada a la tarjeta Mega, esta decide tomando en cuenta la programación si la bomba de riego es activada o no. Para finalizar con el proceso de programación se integro un Display LCD16x2 (1602a), con el propósito que el personal encargado pueda monitorear las variables en tiempo real de lo que ocurre dentro del prototipo.

CONCLUSIONES

El sistema propuesto a adquisición de datos electrónicos basado en Arduino, ha mostrado ser exacto y fiable, constituyendo una alternativa rentable a los equipos encontrados en el mercado. La disminución en el costo de elaboración de invernaderos programados con esta plataforma podría representar un paso hacia la inclusión de la tecnología en el desarrollo de luna aplicación a precio accesible programada de acuerdo a las necesidades exactas independientemente del cultivo que se decida implementar.

LITERATURA CITADA

ARDUINO "Arduino.cc". 2017. Online. Aviable: http//arduino.cc/en/Main/Software.
Asher Wishkerman E. 2017. Aplication note: A novel low-cost open-source LED system for microalgae cultivation. Computers and Electronics in Agriculture. 132:56-62.
Bañon, A. S., Cifuentes, R. D., Fernando, H, J., González, B., Benavente, A. 1993. Guervera, lilium, tulipán y rosa. Mundi-Prensa. Madrid. España. 250.
Caballero, E. 1997. Cultivo sin suelo de rosas de invernadero para flor cortada. Fundamentos de aplicación al cultivo hidropónico. Hidroponía una esperanza para Latinoamérica. Curso internacional de hidroponía. Lima. Perú. 12(4):219-231.

Castellanos-Ramos. Javier Zaragoza. 2004. Manejo de fertirrigación en suelo. In: Manual de Producción Hortícola en Invernadero. J Z Zastellanos-Ramos. (ed). 2ª. Ed. ITAGRI. México, pp:103-123.
Castilla, Nicolás. 2005. Invernaderos de plástico. Tecnología y Manejo. Ed. Mundi Prensa, Madrid, España. 459 p.
Cruz-Lázaro, E., Osorio-Osorio, R., Martínez-Moreno, E., Lozano del Río, A.J., Gómez-Vázquez, A., Sánchez-Hernández, R. 2010. Uso de compostas y vermicompostas para la producción de tomate orgánico en invernadero. Interciencia. 35(5):363-368.
Erazo, J. 2000. Manual de labores. Cultivo de rosas. Servicio Nacional de Aprendizaje. 2(3):88.
Erazo, J. 2014. Aplicación de microorganismos promotores de la descomposición de los residuos de cosecha y promotores de crecimiento vegetal en caña de azúcar. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 3(1):17-26.
Espinosa, P. 2013. Evaluación del efecto de dos bioestimulantes en el cultivo de la rosa (Rosa sp.) variedades Charlotte y Konffeti. Manual de proceso de producción de rosa, Universidad Central del Ecuador, Instituto de Posgrado. 36-41.
Galban. 1999. Características del invernadero para el cultivo de rosal. Cabildo de Tenerife. Servicio Agrícola. Monografía no 5.
García-Albarado, J.C., Trejo-Téllez L.I., Velásquez-Hernández, M.A., Ruíz-Bello, A., Gómez-Merino, F.C. 2010. Crecimiento de petunia en respuesta a diferentes porciones de composta en sustrato. Revista Chapingo. Serie horticultura. 16(2):107-113.
Gerardo Rodríguez A.G., García L.J., Fernández P.S.P. 2011. Enfermedades del jitomate (Solanum lycopersicum) cultivado en invernadero en la zona centro de Michoacán. Revista Mexicana de Fitopatología. 29 (1):50-60.
Hund, S.V., Johnson, S.M., Keddie, T. 2016. Developing a Hydrologic Monitoring Network in Data-Scarce Regions Using Open-Source Arduino Dataloggers. Agricultural & Environmental Letters. 1:1-5.
Lugo, E.O., Villavicencio, P.G.A., Díaz L.S.A. 2014. Paquete tecnológico para el monitoreo ambiental en invernaderos con uso de hardware y software libre. Tierra Latinoamericana. 32(1):77-84.
Martínez-Gutiérrez, G. A., Díaz-Pichardo, R., Juárez-Luis, G., Ortíz-Hernández, Y. D., López-Cruz, J.Y. 2014. Caracterización de las unidades de producción de tomate en invernaderos de Oaxaca. Agricultura, Sociedad y Desarrollo. 11:156165.
Salazar R., Rangel J. C., Pinzón C., Rodríguez, A. 2014. Irrigation system Through intelligent agents implemented with arduino technology. Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal. 2(3):29-36.
Slinger, J. 1991. Producción comercial de flores. Editorial Acribia S. A., España. 90.
Szilágyi, R., Tóth, M. 2015. Development of an open source agricultural mobile data collector system. Journal of Agricultura Informatics. 6(2):54-61.
Trinidad, A., Aguilar, D. 1999. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. México: Tierra, 17(3):247-255.
Yamaguchi, H y Yoshiki, H. 1998. Influence of night temperatura on flower stem, lenght and phptosyntesis of rose. Acta hortícola. 24(1):391-393.

ESTUDIO DE CASO SOBRE EL MANEJO DEL CULTIVO DE LITCHI *(Litchi chinensis* Sonn.) EN LA REGIÓN CENTRO DE VERACRUZ

Mario Torres-Becerril[1]
Fredy Morales-Trejo[2]
Liliana Armida-Alcudia[2*]
Ezequiel Arvizu Barrón[2]
Luis Alfonso Ojeda Enciso[3]
Juan Manuel Zaldívar Cruz[4]

RESUMEN

El litchi es un fruto originario de Asia que presenta una apariencia atractiva y un sabor placentero, además de un alto valor nutricional por lo que es muy aceptado por los consumidores. Este fruto ha tenido un creciente interés comercial en el estado de Veracruz, México, por lo que su superficie ha ido en aumento. El objetivo del presente trabajo fue conocer la situación actual del cultivo de litchi respecto a la productividad, manejo y aprovechamiento del fruto en los municipios de Martínez de la Torre y Vega de Alatorre. El método para la colecta de la información fue mediante encuestas y se elaboró un cuestionario con 45 preguntas, que fue aplicado a los productores de la región de estudio. El muestreo empleado fue el de bola de nieve, ya que no se tiene un padrón de productores. Se encontró que en promedio cada productor cultiva 2.16 ha de litchi, la edad promedio de las plantaciones es de 13.8 años aproximadamente y que el 83% de la producción es orgánica. Entre las principales limitantes del cultivo se encuentran los bajos rendimientos de producción (afectado por la condiciones climáticas), desconocimiento sobre el cultivo (composición, requerimientos, manejo, conservación y usos), escasez de agua y principalmente la comercialización (poca exportación y bajos precios de venta). Se concluyó que los principales problemas que existen en la región de estudio son la comercialización del fruto, la falta de diversificación de su uso para la elaboración de productos con valor agregado y por consiguiente el precio de éste.

Palabras clave: Producción, rendimiento, cultivo, litchi

INTRODUCCIÓN

Actualmente, las tendencias globales del comercio, tienen en la mira a productos agropecuarios que no han sido considerados en los esquemas alimentarios, lo cual abre nuevas oportunidades de comercialización hacia cultivos novedosos y exóticos, como es el caso del litchi.
El litchi es un fruto originario de Asia, que presenta una apariencia atractiva y un sabor agradable, además de un alto valor nutricional, por lo que es muy aceptado por los consumidores (Hajare *et al.,* 2010; Jiang *et al.,* 2004); estos atributos lo hacen un fruto con alto valor comercial (Cabral *et al*., 2014), con gran contenido de vitaminas (B_1, C) y compuestos bioactivos (antioxidantes), además de buena funcionalidad farmacológica (Bhoopat *et al*., 2011).

De acuerdo a datos reportados por la FAO en el 2013, la producción de litchi fue de 3.11 millones de toneladas a nivel mundial, siendo China el principal productor seguido por la India, Tailandia y Vietnam (Mitra y Phatak, 2010). En México la producción de litchi se ha incrementado, y existe una superficie de 3,738.19 hectáreas plantadas y una producción total de 18,271.88 t (SIAP, 2016). El estado de Veracruz ocupa el primer lugar con 9,223.47 t de producción equivalente al 50% del total nacional, seguido de Puebla con 3,524.25 t, San Luis Potosí con 1,957.65 t y Oaxaca con 1,983.48 t (SIAP, 2016).

En el estado de Veracruz, los municipios que aportan mayor producción de litchi son Chicontepec con 1,800 t, Papantla con 1,300 t, Tihuatlán con 766.70 t y Misantla con 653.20 t, que se ubican en la zona norte del estado. Recientemente se ha incrementado la producción en la zona centro del estado, principalmente en los municipios de Martínez de la Torre (486.98 t) y Vega de Alatorre (24 t), esperando que ésta aumente con el tiempo (SIAP, 2016).
Es importante conocer la situación actual del cultivo en estos lugares, además de las ventajas y desventajas que presenta en esta región. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es conocer la situación actual del cultivo de litchi en cuanto a los aspectos de productividad, manejo y aprovechamiento que los productores realizan en esto municipios.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la región centro del estado de Veracruz, en los municipios de Martínez de la Torre y Vega de Alatorre, que son los municipios donde recientemente se ha incrementado la producción del cultivo. Se llevó a cabo en los meses de marzo y abril del 2017. Se empleó el método de la encuesta para obtener la información de los productores de Litchi para lo cual se diseñó un cuestionario que consideró 45 preguntas, el cual fue dividido en cinco secciones donde se consideraban los aspectos de productividad, organización, costos, consumo y comercialización de litchi en la región centro del estado de Veracruz.

Como método de muestreo se usó el de bola de nieve, ya que no se cuenta con un padrón de productores en el estado y además que el número de estos es reducido. Los datos obtenidos fueron a partir de seis productores que se encuentran en esta región. Para complementar la información que se obtuvo de la encuesta, se realizó una investigación documental sobre la región de estudio y tener conocimiento sobre ella. Posteriormente se aplicaron los cuestionarios en los lugares de trabajo de los productores, con una duración promedio de 60 a 75 minutos cada una, también se registraron datos adicionales mencionados por los productores. Para expresar resultados, se estructuró un estudio de caso donde no se usa una muestra estadísticamente significativa, ya que con este método lo que se pretende es ampliar o generalizar la información obtenida y no enumerar frecuencias o datos (Yin, 2003).

Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra en la región centro del estado de Veracruz, en los municipios de Vega de Alatorre y Martínez de la Torre. El municipio de Vega de Alatorre se encuentra ubicado en las coordenadas 20°02’ latitud Norte y 96°57’ longitud Oeste. Cuenta con una extensión de 384.95 km^2 y una población de 18,507 personas. Entre las principales actividades económicas a la que se dedica la población se encuentran la agricultura (1,540 ha sembradas) y la ganadería (3,533.4 t carne en pie) (SEFIPLAN, 2016).

Por su parte, Martínez de la Torre se encuentra ubicado a 19°58’ latitud Norte y 97°10’ longitud Oeste, cuenta con una extensión de 524 km^2 y una población de 110,415 habitantes. En esta región, la producción agrícola se centra en los cítricos, entre los que encuentran principalmente el limón (245,111 t), naranja (133,647 t) y toronja (113, 175 t). En cuanto a su producción ganadera, es menor (792.8 t carne en pie) en comparación al municipio de Vega de Alatorre (SEFIPLAN, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Perfil de los productores

De acuerdo a los datos recolectados en el presente estudio, se encontró que la edad promedio de los productores fue de 58.5 años, la cual representa una edad media avanzada, cuentan con una escolaridad de 11.6 años (preparatoria no terminada). Con esta escolaridad la mayoría de los productores pueden tomar decisiones y hacer elecciones acertadas sobre el manejo de su cultivo. El cultivo de litchi no es un cultivo familiar, es decir, solo el productor se dedica a él y contrata mano de obra para las labores del cultivo, las cuales en promedio son tres las que ayudan permanentemente en cada uno de los huertos, ya que este tipo de cultivo no requiere de mucha mano de obra para mantenerlo adecuadamente, y que como mencionan los productores, el manejo de este cultivo es “relativamente sencillo”. En cuanto a la distribución de los productores el 33.3% se encuentran en Vega de Alatorre y el restante (66.6%) en Martínez de la Torre, esta información concuerda con los datos mencionados anteriormente, donde se observa que Martínez de la Torre se dedica más a la agricultura y Vega de Alatorre a la ganadería, reafirmando que recientemente se inició la producción de litchi en la región, ya que la región es ganadera.

Productividad de litchi en la región de estudio

Los productores de la región ocupan aproximadamente 2.16 ha en promedio para los árboles de litchi, por lo que en función a la extensión cultivada a estos se les puede catalogar como pequeños productores, ya que solo tienen una extensión de menor a las 10 ha (FAO, 2013). Se encontró que el 84% de la producción en la región es de tipo orgánica y el restante es de tipo convencional, esto quiere decir que la mayoría de la producción está libre de uso de plaguicidas. Las plantaciones tienen una edad promedio de 13.8 años, y se reporta que estas empiezan a producir fruto en un lapso de tiempo de 3-4 años.
El cultivar sembrado en los huertos es Mauritius (Kwai Mi), ya que es el que mejor se adapta a la región de estudio. Existen otros tipos de cultivares entre los que se destacan: Wai Chee, Fay See Siu, Bah Lup, Lanzhu, Haak Yip, Kway May y No Mai Chee (Menzel, 2000), que se cutivan en países asiáticos como China y Tailandia.

El peso promedio de los frutos de este cultivar en la región de estudio es de 24 g aproximadamente, aunque también hay cultivares que presentan un peso menor como el Heong Lai (10 g), Sai Kok Zee (14 g) y Kwai May rosado (17 g). También hay cultivares con mayor peso y tamaño en comparación al litchi cultivado en la región como Sum Yee Hong, Fay Zee Siu y Late Seedles que presentan pesos de 40 , 30 y 25 g respectivamente (Menzel, 2000; Agustí, 2004).
Se encontró que el método de siembra empleado en los huertos es de forma rectangular con una distancia entre árboles de 4 x 4 m hasta 5 x 10 m, encontrándose una densidad de 200-250 árboles por hectárea. En estos huertos el tipo de riego empleado es por micro aspersión, ya que así se reduce el gasto de agua y por el tipo de suelo que presenta la región es el más adecuado. El método de propagación usado es por acodo aéreo, ya que de esta forma la planta empieza a producir fruto en menor tiempo (tres a cuatro años) y también permite que la planta tenga una mejor adaptación y haya menor posibilidad de realizar resiembras. Estos métodos usados en la región de estudio, son similares a los usados en otras partes del mundo; tal es el caso de España, donde este tipo de riego es idóneo para el cultivo, una de las ventajas de mantener el árbol con riego es que disminuye el rajado del fruto, manteniendo la calidad del mismo (Singh y Babita, 2001). Respecto a la densidad de siembra, estos autores mencionan que el arreglo ideal es de 4 x 4 m, ya que el crecimiento del árbol es lento por eso se recomienda hacer plantaciones densas y de forma rectangular, tal como se hace en la región de estudio, ya que de esta forma se aprovecha mejor el espacio y hay mayor producción de fruto (Ministerio de Agricultura Pesca y

Alimentación, 2006).Se encontró que el rendimiento de producción de litchi es de 5.25 t/ha. Sin embargo en otros lugares del mundo se registran mejores rendimientos, por ejemplo en Brasil el cultivar Bengal tiene un rendimiento de 11 ton/ha (García-Pérez, 2006), mientras que en otros países como China y la India se reporta una producción de 9.4 ton/ha y 7.63 ton/ha respectivamente. Aunque también se han reportado rendimientos muy bajos como en el caso de Australia con una producción de 1.66 ton/ha (Mitra, 2002).

Para enriquecer y tratar las plantas, el 50% de los productores utilizaron lombricomposta, el 33% usa fertilizantes orgánicos de una casa comercial de agroquímicos y finalmente el 17% restante usa abono convencional (agroquímicos), aplicándose 30 kg/árbol, 1.75 kg/árbol y 2.6 kg/árbol respectivamente. Sólo se aplica fertilizante una vez al año, y el 33% de los productores lo aplica antes de la floración, el resto no lo hace. Tampoco aplican fertilizantes durante la etapa de fructificación ya que mencionan que en esta etapa no se debe aplicar dado que se provocaría aumento del follaje en el árbol y no aumento de producción de frutos. Todos los productores concluyeron que únicamente se debe aplicar fertilizante durante la etapa de fructificación. En China aplican fertilizante convencional (conformado por N, P y K) antes de la floración, durante la floración y en el desarrollo del fruto, logrando producir hasta 100 kg por árbol, mejorando la producción de fruto (Menzel, 2000). En otros casos, como en la India, se aplica fertilizante tres veces al año, sin considerar las etapas importantes en la producción del fruto (Singh y Babita, 2001).

Existen plagas que atacan al cultivo, entre las que se encuentran: pulgones (*Tessaratoma papillosa*), arañas (*Tetranychus urticae*), ácaros (*Acéria litchi*), gusanos (*Elasmopalpus angustellus*) y el piojo harinoso (*Planococcus citri*). Del total de los productores de la región solo el 33% controlaba las plagas de manera orgánica (extracto de nim al 2% y caldo mineral) y el 17% por medio de un agroquímico (Malathion C50 CE, Dragón al 0.2%), aplicando en ambos casos 3.6 L/árbol. El 50% restante no aplica ningún tipo de control de las plagas.

Los métodos de conservación usados para preservar el fruto son por refrigeración a 4°C y monitoreo, es decir, emplean mecanismos de conservación innovadores, debido al desconocimiento que existe sobre otras formas de conservación y por el costo que ello implica. En Asia y África el fruto se puede conservar mediante la aplicación de dióxido de azufre (Swarts, 1985), empacado del fruto usando atmósferas modificadas (Chen *et al*., 2001), almacenamiento en frío (Khan *et al*., 2012), aplicando ácido ascórbico (Sun *et al*., 2010) y usando antioxidantes (Kumar *et al*., 2013).

Aprovechamiento y comercialización del fruto

Los productores mencionaron que el fruto aparte de ser consumido en fresco, también puede ser transformado en diferentes productos. Entre estos productos se encuentra la mermelada, vino, conserva, jugo y deshidratado. A estos se les puede llamar productos con valor agregado o alimentos comercialmente no tradicionales, ya que a pesar de que no forman parte de la canasta básica. Sin embargo solo el 16.7% de los productores de esta región de Veracruz elabora este tipo de productos con valor agregado.

Para la comercialización del fruto de litchi y de los productos con valor agregado derivados de éste, existen diversos tipos de agentes o intermediarios que se dedican a su venta, entre los que se encuentran los mayoristas, acopiadores y minoristas (Rodríguez-Cardoso, 2000). En promedio 65.8% de producción de cada productor en la región de estudio es comercializado en el mercado local; en otros casos, el 26.7% de la producción es vendida a un intermediario (acopiador) y solo el 7.5% restante es exportada a países como Francia, Canadá, Japón y

Estados Unidos. En otros países, la comercialización se da de manera diferente. Por ejemplo en países asiáticos, la comercialización ocurre por medio de los mercados locales y mercados urbanos, como sucede con Singapur, Hong Kong y Japón. Aunque la demanda del litchi está creciendo de forma importante, se debe considerar que compite con otras frutas para ocupar un espacio en el mercado (Rodríguez-Cardoso, 2000).

El precio del kilogramo de litchi para exportación es mayor en comparación con el que se vende a nivel nacional, encontrándose precios de MX$40/kg y MX$20/kg respectivamente. Estos precios son inferiores en comparación en otras partes del mundo como en Asia, donde el litchi tiene un valor aproximado de US$3.00/kg, pero hay excepciones como en los cultivares No Mai Chee y Kwai May donde el precio es más elevado, rondando los US$10.00/kilo (Menzel, 2002).

A pesar del precio de comercialización que tiene el litchi, la mayoría de los productores (78%) consideran que es redituable y que el pago que reciben por el fruto es justo, esto se puede deber principalmente a que los costos de producción son reducidos y por lo tanto hay mayor margen de ganancia. Sin embargo, se considera que los precios de comercialización del litchi pueden mejorar. Entre las ideas que mencionaron para mejorar el precio se encontraron las siguientes: incentivar el consumo del fruto en el país, aumentar el cultivo del fruto en el país, diversificar el uso del litchi en la elaboración de productos con valor agregado y aumentar la exportación a diferentes países.

CONCLUSIONES

La situación actual del cultivo de litchi en la región de estudio, presenta un panorama alentador en el sentido que el productor está convencido que es un cultivo redituable, ello se afirma con el incremento de la producción del litchi en los últimos años.

Las limitantes que se detectaron en el presente trabajo en ambas regiones son el reducido tiempo de cosecha y que el fruto es altamente perecedero. Aunado a esto, los escasos canales de comercialización del fruto y la falta de diversificación para la elaboración de productos con valor agregado que afectan los márgenes de ganancia en los productores.

AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados Campus Veracruz por el apoyo en la investigación.

LITERATURA CITADA

Agustí, M. 2004. Fruticultura. Editorial Mundi-Prensa. España. 493 p.

Bhoopat, T., Bhoopat, L., Srichairatanakool, S., Kanjanapothi, D., Taesotikul, T, and Thananchai, H. 2011. Hepatoprotective effects of lychee (*Litchi chinensis Sonn.*): A combination of antioxidant and anti-apoptotic activities. Journal of Ethnopharmacology. 136(1): 55–66.

Cabral, T. A., de Morals-Cardoso, L. and Pinheiro-Sant'Ana, H. M. 2014. Chemical composition, vitamins and minerals of a new cultivar of lychee (Litchi chinensis cv. Tailandes) grown in Brazil. Fruits, 69, 425–435.

Chen, W., Wu, Z., Ji, Z. and Su, M. 2001. Postharvest research and handling of litchi in China: A review. Acta Horticulturae. 558: 321–329.

FAO. 2013. Agricultores pequeños y familiares. Vías de la sostenibilidad. 4 p.

García-Pérez, E. 2006. Infencia de tempera, anelamiento e reguladores de ctrescimiento, sobre a floracao y fructificacao de licherias. Tese de Doutorado. FCAN-UNESP. Jaboticabal-SP, Brasil. 91 p.

Hajare, S. N., Saxena, S., Kumar, S., Wadhawan, S., More, V., Mishra, B. B., Narayan, P. M., Gautam, S. and Sharma, A. 2010. Quality profile of litchi (*Litchi chinensis*) cultivars from India and effect of radiation processing. Radiat. Phys. Chem. 79: 994–1004.

Jiang, Y., Duan, X., Joyce, D., Zhang, Z. and Li, J. 2004. Advances in understanding of enzymatic browning in harvested litchi fruit. Food Chemistry. 88: 443–446.

Khan, A. S., Ahmad, N., Malik, A. U. and Amjad, M. 2012. Cold storage influences the postharvest pericarp browning and quality of litchi. International Journal of Agriculture and Biology. 14: 389–394.

Kumar, D., Mishra, D. S., Chakraborty, B. and Kumar, P. 2013. Pericarp browning and quality management of litchi fruit by antioxidants and salicylic acid during ambient storage. Journal of Food Science and Technology. 50: 797–802.

Menzel, C. M. 2000. Información clave del litchi. 1ra edición de la serie de Agrilink. Instituto de Agricultura de Queenslandia. 240 p.

Menzel, C. M. 2002. Lychee production in Australia. In: Expert Consultation on “Lychee Production in te Asia-Pacific Region”, celebrada del 15 al 17 de mayo del 2001. FAO. Bangkok, Tailandia. 1-134.

Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. 2006. Cultivo de litchi en la Costa Mediterránea. Hojas Divulgadoras. 4: 1-24.

Mitra, S. K. 2000. Poscosecha, empacado, transporte de frutas tropicales en el este de Bengal, India: Prácticas presentes y necesidades futuras. Departamento de frutas y manejo de cultivos. Facultad de Horticultura. Oeste de Bengal, India. Acta Hortícola. 768.

Mitra, S.K. and Pathak, P. K. 2010. Litchi production in the Asia-Pacific region. Acta Horticulturae. 863:29-36.

Rodríguez-Cardoso, A.M. 2000. Análisis estratégico de la comercialización de litchi (*Litchi chinensis*) en México. Universidad Autónoma Antonio Narro. División de Ciencias Socioeconómicas. Buenavista, Saltillo Coahuila, México. 57 p.

Secretaria de Finanzas y Planeación del Estado de Veracruz (SEFIPLAN). 2016. Vega de Alatorre. Sistema de Información Municipal. Cuadernillos Municipales. 10 p.

Secretaria de Finanzas y Planeación del Estado de Veracruz (SEFIPLAN). 2016. Martínez de la Torre. Sistema de Información Municipal. Cuadernillos Municipales.10 p.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2016. Producción de litchi a nivel nacional. http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/litchi. (consultado en mayo de 2017).

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2016. Producción de litchi en Veracruz a nivel regional. http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/litchi. (consultado en mayo de 2017).

Singh, H.P. and Babita, S. 2002. Lichee production in India. In: Expert Consultation on: "Lychee Production in the Asia-Pacific Region", celebrada del 15 al 17 de mayo del 2001. FAO. Bangkok, Tailandia, 134 p.

Sun, D., Liang, G., Xie, J., Lei, X. and Mo, Y. 2010. Improved preservation effects of litchi fruit by combining chitosan coating with ascorbic acid treatment during postharvest storage. African Journal of Biotechnology. 9: 3272–3279.

Swarts, D. H. 1985. Sulfur content of fumigated South African litchi fruit. Subtropica. 6: 18–20.

Yin, R. K. 2003. Case study research: Desing and methods 3ª ed. Thousand Oakks, CA: Sag

AGROTECNIA

EFECTO DEL USO DE AGUA ESTRUCTURADA EN LA MULTIPLICACIÓN IN VITRO DE PLANTAS DE BANANO.

Víctor Hernández-Aranda[80]
José Flores-Cedeño[1]
José Garcia-Onofre[1]
Joffre Mendoza-Olvera[1]
Fernando Piña-Tama[1]
Miquel Blasco-Carlos[1]
Carlos Noceda-Alonso[81,82]
Daynet Sosa-Del Castillo[1]

RESUMEN

El agua representa una altísima proporción (80-90%) del peso total de una célula y es fundamental para la realización de todos los procesos metabólicos. En la preparación de medios de cultivo, tradicionalmente se ha usado agua desionizada la cual resulta costosa económicamente y es carente de algunos minerales. Por el contrario, el agua estructurada los conserva todos y tiene la ventaja que, al utilizar una tecnología geométrica que rompe los grandes clústeres de moléculas de agua con moléculas, creando clústeres más pequeños, disminuye la tensión superficial del agua, aumentando, por tanto, su capacidad de hidratación. Además, una vez se cuenta con el dispositivo adecuado, la obtención de esta agua es prácticamente gratuita. El presente estudio tiene como objetivo determinar el efecto de un medio de cultivo, preparado con agua estructurada, sobre la multiplicación y el crecimiento de plantas in vitro de banano. Se utilizó medio de cultivo semisólido MS (Murashige and Skoog, 1962) modificado con reguladores de crecimiento (kinetina 1.25 mg/l, auxinas AIA (0.52 mg/l) y 6 – BAP (4 mg/l) preparado en diferentes concentraciones nutricionales de sales y vitaminas (100, 75 y 50% del total). Las tres concentraciones de sales se prepararon con agua desionizada y con agua desestructurada, obteniendo seis medios en total. El mejor comportamiento se dio en los explantes incubados en el grupo de medios preparados con agua estructurada, obteniéndose valores más altos de ganancia en peso por explante, número de brotes, cantidad de hojas, y variabilidad en la altura, a diferencia de los que fueron cultivados en los medio con preparación convencional (agua desionizada).

PALABRAS CLAVE: Agua Estructurada, Clústeres, Propagación, Banana.

INTRODUCCIÓN

Las células necesitan una variedad de nutrientes orgánicos e inorgánicos, algunos de ellos esenciales aunque sea en pequeñas cantidades. Generalmente, las células que crecen in vitro pueden fabricar sus proteínas a partir de fuentes adecuadas de carbohidratos y nitrógeno presentes en el medio de cultivo; sin embargo, existe además una cantidad de sustancias

[80] Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE). Guayaquil, Ecuador. vhernand@espol.edu.ec
[81] Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE). Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura. Quito, Ecuador.
[82] Universidad Estatal de Milagro (UNEMI). Facultad de Ingeniería. Milagro, Guayas, Ecuador

orgánicas adicionales que se requieren en cantidades mínimas y que son muy activas en el crecimiento. Así, la composición de los medios de cultivo determina el desarrollo de tejidos y órganos in vitro. Las principales diferencias entre los medios de cultivo se fundamentan en los diferentes compuestos utilizados para estimular la división celular. Para ello se emplean sustancias minerales, vitaminas, aminoácidos, azúcares, reguladores del crecimiento y otros elementos (jugo de vegetales, agua de coco, leche de coco), los mismos que han resultado, generalmente adecuados para iniciar y mantener cultivos de la mayoría de los tejidos de plantas. (Edwin *et al*., 2008).

Uno de los impedimentos para la obtención de un medio óptimo es la dificultad para conocer las interacciones entre sus componentes, por lo que se suele legar de manera más bien empírica a las fórmulas que brindan a los tejidos la mejor oportunidad de desplegar su capacidad intrínseca para crecer. Un paso importante en el desarrollo contemporáneo de las técnicas para estimular la división celular de los explantes, fue la que se observó en el agua de coco (AC) a niveles relativamente bajos (5%), podía interactuar con las auxinas y promover el crecimiento de las plantas. Estas observaciones constituyen las bases para el entendimiento de las sinergias en la nutrición de células y tejidos cultivados in vitro. (Krikorian *et al*., 1991).

El agua representa una altísima proporción (80-90%) del peso total de una célula y es fundamental para la realización de todos los procesos metabólicos, funciones enzimáticas, solvatación de materiales orgánicos e inorgánicos, o donación de electrones en organismos fotosintéticos. Los medios de cultivo se preparan con agua desionizada, lo que estandariza su composición y asegura la ausencia de iones que pueden precipitar con fosfatos o generar reacciones indeseables. (Azcon-Bieto *et al*., 2008)

La célula puede concebirse como una matriz acuosa en la que se ubican diferentes tipos de moléculas, entre las que se encuentran macromoléculas como proteínas y ácidos nucleicos. Esto significa que hay una gran cantidad de superficies que interactúan con el agua y afectan a la disposición de sus moléculas (estructura del agua). Las células se componen principalmente de esta agua interfacial, que está ordenada/estructurada de acuerdo a las interacciones moleculares, por lo que es esencial entender el agua con el fin de comprender el funcionamiento de la célula. Así, el agua en realidad es parte de la estructura celular (Mercola *et al.*, 2015).

La Unidad de Agua estructurada hace que el agua sea más blanda evitando la pérdida de minerales saludables. Los sistemas convencionales utilizan filtros, sistemas de ósmosis inversa, destilación o bidestilación, y hacen el agua más blanda al eliminar minerales. La unidad de agua estructurada por el contrario, utiliza tecnología geométrica que rompe los grandes clústers de moléculas de agua con moléculas, creando clústers más pequeños, lo que hace que la tensión superficial del agua disminuya mientras su capacidad de hidratación aumenta (Clayton *et al.*, 2016). Esta cualidad se está aprovechando en sistemas de riego para la producción de diferentes cultivares a nivel de invernadero y de campo, cuyos resultados se evidencian en la obtención de mejores plantas, llegando a acortar periodos de producción establecidos. Sin embargo, a la fecha no hay datos del uso de agua estructurada a nivel de cultivo tejidos vegetales para la propagación de plantas in vitro.

Con los antecedentes expuestos nos planteamos estudiar, durante la propagación in vitro de plantas, el efecto del agua estructurada sobre los explantes a nivel morfológico y de vigorosidad valorando los procesos de multiplicación in vitro y los porcentajes de mortalidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de medios de cultivo.

Se utilizaron medios de cultivo MS (Murashige and Skoog, 1962) modificados (100 ml de agua de coco/l) (BN). Se prepararon medios de cultivo con agua desionizada (medios BN) y con agua estructurada (medios BNe), con distintas concentraciones de sales minerales y vitaminas: BN 100%, BN 75%, BN) 50%, BNe 100%, BNe 75%, BNe 50%. El pH fue ajustado a 5,8 con KOH 1 N y HCl 1 N, (en los medios BNe no fue necesario este ajuste), y se gelificaron con 2 g de Phytagel, se dosificaron 20 mL en envase de vidrio y se procedió a autoclavado durante 20 min a 121 °C y 1 atm.

Material vegetal.

Se utilizaron vitroplantulas de banano (Musa AAA) de 2.5 cm de altura, procedentes de la micropropagación del cultivar, en etapa de establecimiento.

Siembra de explantes.

Se utilizaron en total 30 explantes por tratamiento, que fueron

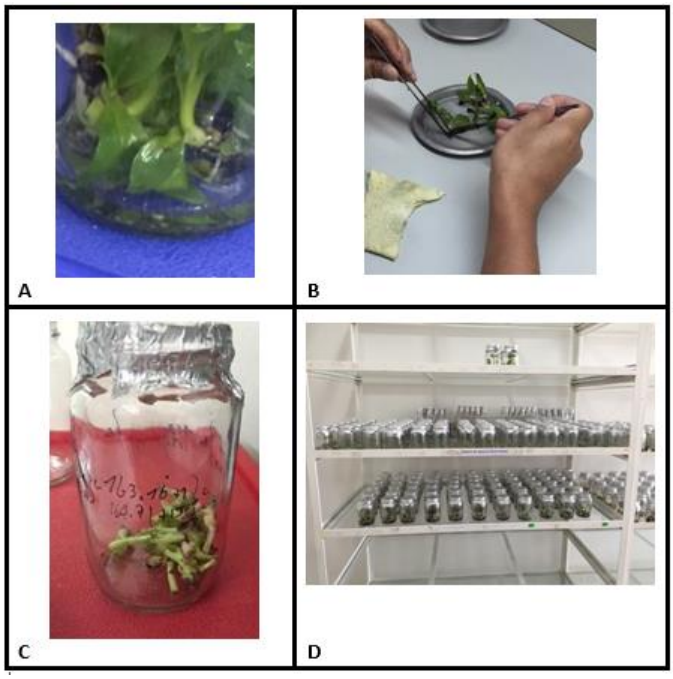


Figura 1. Siembra de explantes. A) Plantas *in vitro* de banano de 12 semanas de proceso. B) Cortes estandarizados de los explantes a 2.5 cm de altura. C) Pesado de los explantes. D) Incubación de los explantes en los medios de cultivo experimentales

Análisis estadístico

La unidad experimental consistió en tres explantes por frasco de vidrio. . Cada tratamiento contó con 10 frascos de 3 explantes cada uno. Se realizaron observaciones semanales y se registraron

parámetros de altura, masa, número de hojas y número de brotes por explante. Se valoraron 2 veces con un periodo de incubación de 40 días por sud cultivo (Fig.2).

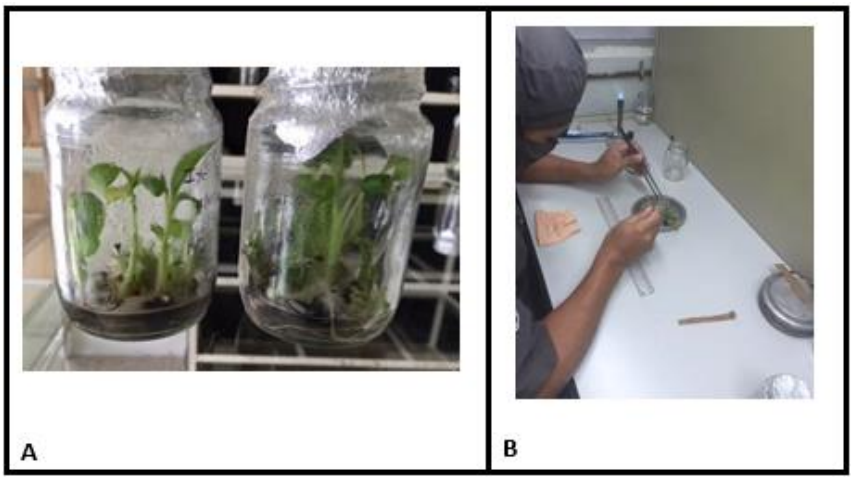


Figura 2. A) Plantas incubadas B) Toma de datos de parámetros indicados en el texto.

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y se probaron las diferencias entre las medias y medianas de los tratamientos (Tukey) Fig.5 – 11) (Kruskal Wallis Fig. 7 - 9). Los resultados se expresan como promedio ± el error estándar Los gráficos fueron realizados con el programa estadístico R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso.

En cuanto a este parámetro, el promedio mayor se obtuvo en el tratamiento con Agua estructurada con el 100% de nutrientes (Fig. 3 y 4)

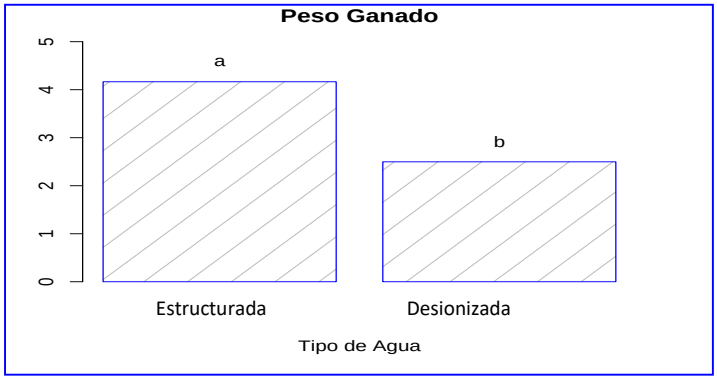


Figura 3.
Efecto de los tratamientos sobre la masa ganada en los explantes de banano (análisis general)

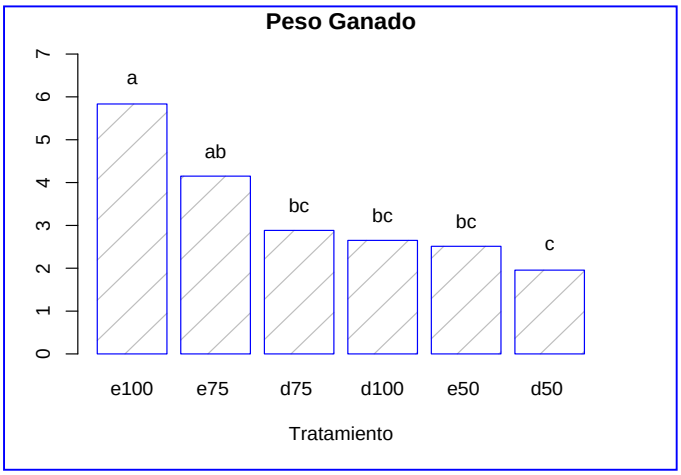


Figura 4. Efecto de la concentración de nutrientes sobre el peso ganado en explantes de banano (*todos los tratamientos*).

EMISIÓN DE HOJAS

En el análisis estadístico del parámetro emisión de hoja no se encontró diferencia significativa al comparar los tratamientos propuestos (Fig. 5 y 6).

.

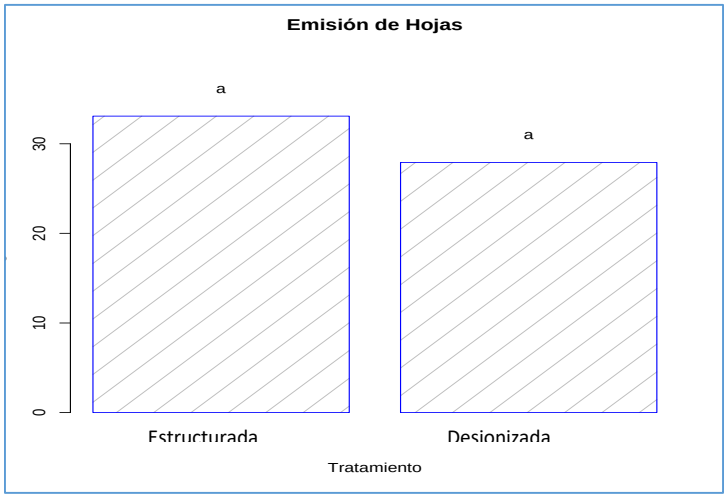


Figura 5. Efecto del uso del agua estructurada y desionizada sobre el número de hojas emitidas de los explantes de banano (*análisis general*).

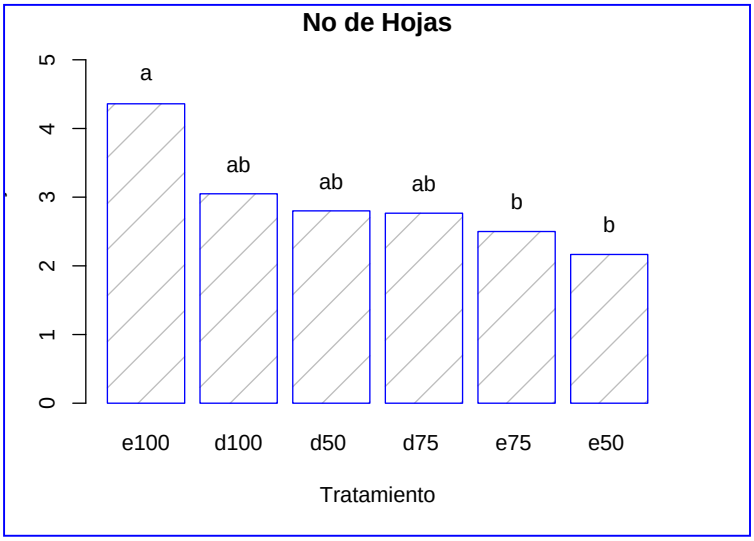


Figura 6. Efecto de la concentración de nutrientes sobre el número de hojas emitidas de explantes de banano (*todos los tratamientos*).

EMISION DE BROTES

Los resultados obtenidos muestran que no hay diferencias estadísticas significativas, respecto de la emisión de hijos comparando los diversos tratamientos. Para esto se utilizó un análisis no paramétrico Kruskal Wallis ($p > 0.05$) (Fig. 7 y 8)

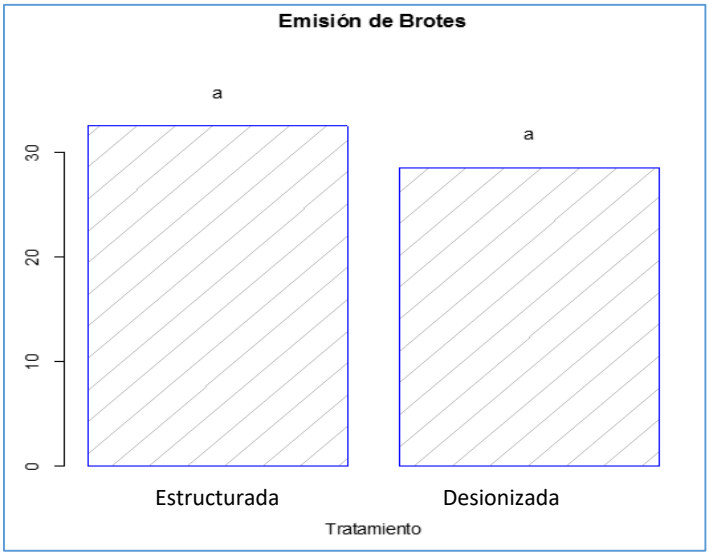


Figura 7. Efecto del uso del agua estructurada y desionizada sobre la emisión de brotes de los explantes de banano (*análisis general*)

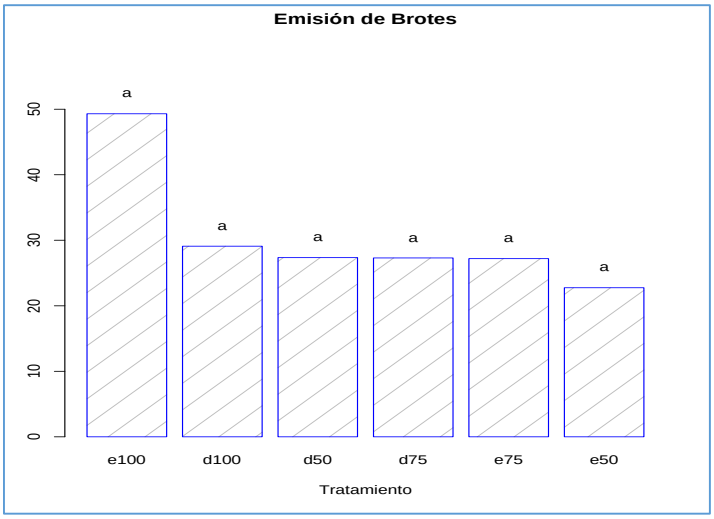


Figura 8. Efecto de la concentración de nutrientes sobre la emisión de brotes de explantes de banano (*todos los tratamientos*)

ALTURA.

Los resultados obtenidos muestran que no hay diferencias estadísticas significativas, respecto de la altura de los explantes comparando los diversos tratamientos propuestos (Fig. 9 y 10)

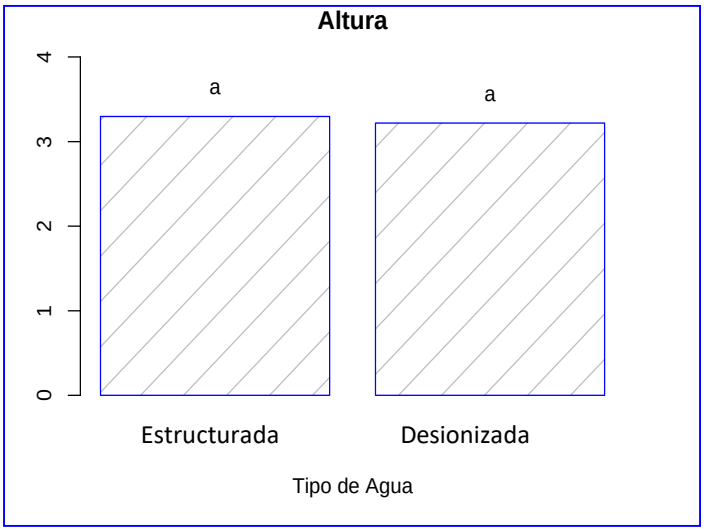


Figura 9. Efecto del uso del agua estructurada y desionizada sobre la altura de los explantes de banano (*análisis general*)

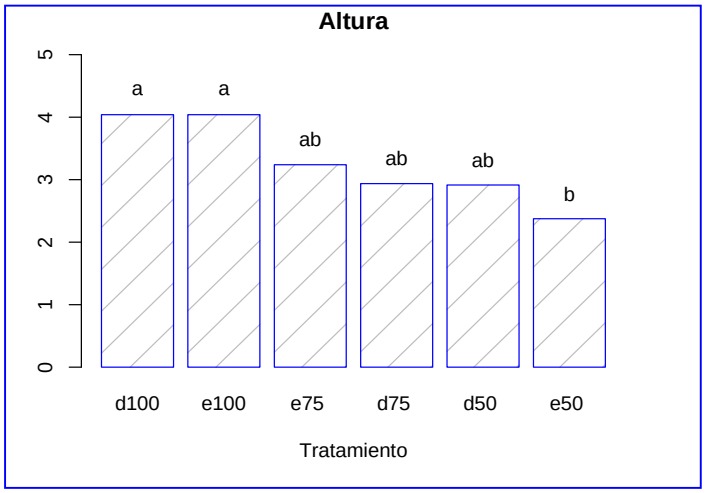


Figura 10. Efecto de la concentración de nutrientes sobre la altura de explantes de banano (*todos los tratamientos*)

CONCLUSIONES

De los resultados expuestos se derivan las siguientes conclusiones:
Los explantes colocados en el medio con agua estructurada mostraron diferencias en las respuestas morfogenética en comparación de los explantes expuestos al medio convencional.
Se evidenció una mejoría respecto de cada parámetro estudiado; siendo más notable en la emisión de brotes y en la ganancia de peso de los explantes, situando a los tratamientos con agua estructurada por encima de los convencionales.
De manera general no se determinaron diferencias estadísticas significativas entre los dos tipos de agua por lo tanto se infiere que es posible utilizar el agua estructurada como sustituto del agua desionizada en los laboratorios de producción in vitro de plantas.
Por lo tanto, se recomienda lo siguiente:
Se recomienda que los brotes obtenidos en este ensayo, continúen su proceso in vitro hasta su liberación en condiciones de vivero para observar parámetros de mortalidad y crecimiento, utilizando como recurso de manejo el agua estructurada para los sistema de riego y fertilización.
Se recomienda realizar ensayos pilotos utilizando este tipo de agua en otras áreas del CIBE como en biología molecular y bioproductos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Sr. Carlos Pino y a la empresa DOS S.A. por facilitarnos los equipos para la producción de agua estructurada que nos permitió realizar esta investigación.

LITERATURA CITADA

Azcon-Bieto, J. T. 1993. Fisiología y bioquímica vegetal (No. 581.1 FIS).

Clayton Nolte. Que es el agua estructurada. (2015). Natural Action Technologies, Inc. Arizona, EU: http://www.aguaestructurada.com/quees.php.

Ewind G., Hall M. and Klerk D. 2008. Plant Propagation by tissue culture Volume 1. Ed. Klerk.

Joseph Mercola. Agua el elemento más importante para su salud. (2015). Artículos Mercola. New York, EU: http://articulos.mercola.com/sitios/articulos/archivo/2015/04/12/agua estructurada.aspx.

Krikorian A. D. 1991. Medios de cultivo: generalidades y preparación Regeneración de plantas en el cultivo de tejidos. Embriogénesis somática y organogénesis. En: Roca, WM y Mroginski LA (eds). Cultivo de Tejidos en la Agricultura: Fundamentos y Aplicaciones. CIAT, Cali pp 41-59.

Leva, A., Rinaldi, L. 2012. Recent Advances In Plant In Vitro Culture. InTech Prepress, Novi Sad. p 219.

Pérez Ponce, J.N. Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología. Instituto de Biotecnología de las Plantas. Volumen 1. 1988

PRODUCCIÓN DE FRIJOL CON FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y MICORRIZA EN CONDICIONES DE TEMPORAL ADVERSAS E IMPREDECIBLES

Arnulfo Pajarito Ravelero[1]

RESUMEN

El frijol es un cultivo que se siembra en todos los climas y tipos de suelo de la República Mexicana, sin embargo, entre los estados de Zacatecas Durango y Chihuahua, se siembra más del 60 % de la superficie total de temporal. El estado de Durango ocupa el segundo lugar nacional como productor de grano con 241,615 ha en promedio, con rendimientos variables sujetos a las condiciones climáticas, en particular la precipitación. El objetivo del presente trabajo fue producir frijol con menos riesgo y costos de inversión en temporales con precipitación adversa e impredecible. En el año 2015, en el CEVAG del INIFAP en Durango, se sembró el 10 y 15 de julio (FS) de 2017, dos experimentos con dos tratamientos de fertilización y un testigo absoluto (TA) bajo un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. Se utilizó la variedad Pinto Saltillo, la parcela experimental fue de 22 surcos separados a 0.81 m y de 27 m de largo (480.6 m^2); se tomaron datos de Plantas/m^2, Vainas llenas/m^2, Vainas vacÍas/m^2, Vainas totales/m^2, Granos/m^2 y rendimiento (kg/ha). También se registró la precipitación y temperatura durante el ciclo del cultivo. La información se analizó utilizando un diseño factorial de dos factores, el factor A fue los tratamientos y el factor B las fechas de siembra. Los resultados indicaron que el tratamiento FQ 50 %+MI mostró mayor producción, que el TA y la FQC (25-35-00). Su rendimiento fue 112 kg/ha y 247 kg/ha más alto que ambos tratamientos, respectivamente, debido a la mayor cantidad de VLL/m^2 y Granos/m^2. En cuanto a FS, en la del 15 de julio, se obtuvo mayor rendimiento, influenciado por el número de Pl/m^2. Desde el punto de vista económico, el tratamiento FQ 50 %+MI fue la mejor alternativa de producción, sustentable y con menos riesgo y costo.

PALABRAS CLAVE: Rendimiento, riesgos, fertilización, micorriza, temporal

INTRODUCCIÓN[83]

El frijol, es un cultivo que se siembra en todos los estados de la República Mexicana y por ende en una gran diversidad climas y suelos, Sin embargo, en la región Norte Centro de México en la cual se encuentran los estados de Zacatecas, Durango y Chihuahua, suman más del 60 % de la superficie total cultivada en el país bajo condiciones de temporal. En ese orden descrito, el estado de Durango ocupa el segundo lugar nacional como productor de grano en esa condición de humedad.

En el estado de Durango, el frijol es el cultivo más importante del área agrícola de temporal. Durante el periodo de 2011-2015 se sembraron 241,615 hectáreas en promedio, periodo en el que la superficie siniestrada, el rendimiento de grano y el volumen de la producción, variaron. (Siap-SAGARPA, 2015). De ese periodo referido, el año 2011 fue el más crítico porque se perdieron 80,584 hectáreas, el rendimiento de grano promedio fue de 150 kg/ha y el volumen de producción total apenas sumó 17,301 toneladas. Tal situación fue debido a la sequía ya que solo se acumularon 180.1 mm de lluvia durante el ciclo del cultivo. En los siguientes años, hasta el 2015, las condiciones cambiaron, de manera tal que la superficie siniestrada disminuyó y el volumen de producción aumentó.

[83] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Programa de Frijol y Garbanzo. Pajarito.arnulfo@inifap.gob.mx

Tomando como base las estadísticas de rendimiento de grano por hectárea (SIAP-SAGARPA, 2015) y la cantidad de precipitación acumulada durante el ciclo del cultivo, considerado los meses de julio a octubre (INIFAP, 2016); durante los últimos seis años (2011-2016) fue interesante observar como la fluctuación del rendimiento de grano de frijol coincidió con la cantidad pero más con la distribución de la precipitación acumulada durante el desarrollo del cultivo.

Lo anterior se fundamenta en que en el año 2012 el rendimiento de grano promedio obtenido en el estado fue de 440 kg/ha con 318.0 mm de lluvia registrados durante el ciclo del cultivo; en el año 2014 se obtuvo 710 kg/ha casi con la misma precipitación que sumó 336.6 mm y en el año 2015 se obtuvo el mismo rendimiento que en el año 2012 (440 kg/ha) pero con tan solo 192.0 mm de precipitación registrados durante el desarrollo del cultivo.

Es importante señalar que, según las estadísticas registradas en las estaciones agroclimáticas del INIFAP, que de la cantidad de lluvia acumulada durante el ciclo de cultivo considerado los meses de julio a octubre durante el período de 2011-2016, el 88.2 % promedio de la precipitación, se acumuló en los meses de julio a septiembre, lo que se deduce que la cantidad y distribución de la lluvia que se registra durante estos meses, es determinante en la producción final. Tomando en cuenta lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue producir frijol bajo condiciones que representarán menos riesgo y costos de inversión en temporales con precipitación adversa e impredecible.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el año 2015 se estableció el presente trabajo con frijol, en el Campo Experimental “Valle del Guadiana” (CEVAG) del IINIFAP en Durango, ubicado en las coordenadas latitud (N) 24° 01´, longitud (W) 104° 24´, altitud 1889 m.s.n.m y suelos clasificados como de textura migajón arcillosos. El experimento se sembró en las fechas 10 y 15 de julio; se utilizó la variedad Pinto Saltillo, liberada por el INIFAP en el año 2001 (Sánchez,2001). Los tratamientos aplicados fueron: 1. Fertilización química completa (FQC) (25-35-00) recomendada para temporal por el INIFAP en el estado de Durango, 2. Fertilización química 50% (12.5-17.5-0)+Micorriza INIFAP (50%FQ+MI) y 3. Testigo absoluto (TA). En los tratamientos con fertilización química, se utilizó la Urea (46%) como fuente de nitrógeno y Superfosfato Triple (SPT) como fuente de fósforo; la MI es un producto INIFAP elaborado a base de hongos del género *Glomus intraradices* y el TA fue el tratamiento al que no se le aplicó ningún producto. La parcela experimental fue de 22 surcos separados a 0.81 m y de 27 m de largo (480.6 m^2) con cuatro repeticiones. Se tomaron datos de densidades de población a través del número de plantas por m lineal y luego por m^2 tomando en cuenta la separación de los surcos (Pl/m^2), número de vainas llenas, es decir con grano, considerando por lo menos un grano que tuviera cada vaina (VLL/m^2), número de vainas vacías, es decir, sin grano (Vv/m^2), número de vainas totales (VT/m^2) determinado por la suma de todas las vainas; número de granos (granos/m^2) calculado con el total de granos obtenidos de la muestra dividido entre el número de vainas de la misma muestra. La parcela útil fue de 4 surcos de 5 m de largo por repetición por tratamiento con la cual se estimó el rendimiento de grano (kg/ha) y que al final fue corroborado cuando se cosechó el total de la parcela. El manejo agronómico del cultivo se aplicó en tiempo y forma de acuerdo a las recomendaciones del INIFAP incluyendo el cuidado fitosanitario para evitar otro tipo de interacciones. El diseño experimental utilizado en campo fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones y el análisis de la información se hizo utilizando un diseño factorial de dos factores, en el que el factor A fue los tratamientos y el factor B las fechas de siembra, así como sus interacciones (AxB). También se consideró importante el registro de la precipitación acumulada durante el ciclo del cultivo y la temperatura a través de una estación agroclimática ubicada en el mismo CEVAG a una distancia de 150 m en promedio de donde estuvieron los trabajos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza no encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para ninguna de las variables consideradas en este estudio; entre fechas de siembra solo se detectaron diferencias altamente significativas para Pl/m^2 y para las interacciones (TxFS) tampoco se observaron diferencias estadísticas significativas para ninguna variable (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para frijol de temporal con diferentes tratamientos de fertilización y fechas de siembra. Durango, Dgo., 2015.

Variable	Tratamiento (T)	Fecha de Siembra (FS)	T x FS	CV(%)
Plantas/m²	2.12	116.6**	0.89	12.1
Vainas llenas/m²	1554.0	2016.67	1205.17	41.0
Vainas vacias/m²	1176.17	10.67	1004.17	51.4
Vainas totales/m²	30005.17	1734.00	123.5	26.9
Granos/m²	27754.17	2667.04	20504.17	50.0
Rendimiento (Kg/ha)	122820.29	146546.88	882.49	46.1

CV= Coeficiente de variación

En el mismo Cuadro 1, también se indican los Coeficientes de Variación (CV) determinados por el mismo modelo estadístico para las diferentes variables. Dichos CV en porcentaje, explican la desviación estándar por unidad experimental (Little y Hill., 1989) para cada característica indicando que dichos valores se debieron a condiciones diversas como las ambientales y del suelo y no a los tratamientos aplicados.

Técnicamente los resultados obtenidos indican que con o sin la aplicación de fertilizante, se obtiene la misma producción de frijol cultivado en cualquiera de las dos fechas de siembra ya que la interacción de ambos factores tampoco fue significativa.

No obstante, la falta de significancia en los resultados como lo marca la estadística, vale la pena hacer algunas consideraciones desde el punto de vista biológico y de interés para el productor aprovechando los promedios de datos de todas las variables estudiadas que se presentan en el Cuadro 2, donde además se indica también la prueba de rango múltiple utilizada que fue la Diferencia Mínima Significativa ($DMS_{0.05}$) para cada uno de las variables determinadas.

Entre los diferentes tratamientos evaluados, de acuerdo con la prueba $DMS_{0.05}$, no hubo diferencias entre los promedios de datos para todas las variables medidas, excepto, para VV/m^2. A pesar de esto, es importante señalar que el tratamiento de FQ 50 %+MI mostró mayor rendimiento de grano, que los tratamientos TA y FQC (25-35-00). Su rendimiento fue 112 kg/ha y 247 kg/ha más alto que ambos tratamientos, respectivamente. Esto fue debido a la mayor cantidad de vainas, sobre todo llenas y mayor número de granos, ambos componentes importantes en la definición del rendimiento., lo cual sugiere que hay una buena combinación entre el fertilizante químico con hongos micorrízicos. Al respecto, García (1997) señala que los biofertilizantes aplicados a los suelos o semillas desempeñan funciones específicas que benefician la roductividad de las plantas, la absorción de agua y nutrientes, fijación de nitrógeno, solubilización de minerales, producción de estimuladores de crecimiento vegetal y biocontrol de patógenos, así desde este punto de vista la micorriza no solo contribuye a la nutrición de la planta sino también la del suelo por cuanto incrementa la actividad microbiana (Blancol y Salas, 1997) que además pueden incrementar la resistencia natural de las plantas en situaciones de

desequilibrios bióticos o abióticos como el estrés hídrico o salino (Vega, 2004), como pudo haber ocurrido en el presente trabajo ya que solo se acumularon 192.0 mm de lluvia durante los meses de julio a septiembre causando un periodo de sequía de 40 días aproximadamente. En un trabajo con frijol en áreas con diferente potencial productivo, Pajarito (2014), reportó mayor producción (1008 vs 675 kg/ha) en parcelas donde las densidades de población (62,562 vs 52,994 plantas/ha), vainas por planta (13.3 vs 11.7) y granos por vaina (5.2 vs 4.6) siempre fueron más altos, así mismo. Acosta y Padilla (1991) señalaron una estrecha relación entre el rendimiento de grano con el número de vainas (r=0.86**) y con el número de granos (r=0.95**).

Cuadro 2. Promedio de datos y prueba de medias para los componentes del rendimiento y producción del cultivo de frijol con diferentes tratamientos. CEVAG 2015

Tratamiento	PL/m²	VLL/m²	VV/m²	VT/m²	Granos/m²	Rend. (Kg/ha)
FQ 50% +MI (T2)	6.3a	116.5a	40.5a	157.0a	328.1a	697.2a
FQC (25-35-00) (T1)	6.9 a	91.0a	28.5ab	119.5a	229.4a	449.7a
Testigo Absoluto	7.2a	94.0a	52.7a	146.7a	223.1a	585.0a
$DMS_{0.05}$	**0.87**	**43.33**	**21.92**	**39.99**	**136.77**	**279.65**
FS 1 (10 de julio)	4.6b	91.3a	41.2b	132.6a	249.7a	499.2a
FS 2 (15 de julio)	9.0a	109.7a	39.9b	149.6a	270.7a	655.4a
$DMS_{0.05}$	**.707**	**35.38**	**17.898**	**32.655**	**111.669**	**228.33**
T2 x FS1	4.3c	103.7a	48.2ab	152.0a	295.5a	609.0ab
T1 x FS1	4.5	71.7a	35.0ab	106.7a	183.0a	382.5b
T3 x FS1	4.9c	98.5a	40.5ab	139.0a	270.5a	506.0ab
T2 x FS2	8.1b	129.2a	32.7b	162.0a	360.7a	785.3a
T1 x FS2	9.2 b	110.2a	22.0b	132.2a	275.7a	516.9ab
T3 x FS2	9.6a	89.5a	65.0a	154.5a	175.7a	664.0ab
$DMS_{0.05}$	**1.224**	**61.280**	**31.000**	**56.560**	**193.417**	**395.479**

Cabe anotar que las condiciones de temperatura que se registraron durante el ciclo del cultivo fue de 13.4°C a 29.0°C propicias para el buen desarrollo de la planta.

Desde el punto de vista económico la combinación de fertilización química con micorriza es una buena alternativa para la producción, hacerla más sustentable y disminuir costos. El costo de la FQC (25-35-00) que equivale a 130 kg de fertilizante (54 kg de urea y 76 de SPT) y considerando el precio de $9.00 pesos por kilogramo, sumaría $1,170.00 pesos, además tomando también en cuenta el precio del kg de grano de frijol fue de $12.00, sumaría en total una ganancia de 3,549.00 con relación al tratamiento de FQC (25-35-00) y de $ 725.00 con relación al TA. Bashan, (2008) mencionaron que los hongos micorrízicos y las bacterias promotoras del desarrollo vegetal (BPDV) han representado una biotecnología con potencial como componente en la producción agrícola, para que ésta sea más sostenible al reducir el uso de fertilizantes químicos (Ferrera y Alarcón, 2008; Olalde y Serratos, 2008 y Olguín *et al*.,2003).

En forma general, entre fechas de siembra, la segunda correspondiente al 15 de julio fue en la que se obtuvo mayor rendimiento de grano, influenciado por la densidad de población, la cual fue lo más aproximado a lo que el INIFAP recomienda para las condiciones de temporal. La baja densidad de población de la primera fecha de siembra fue debido a que desde un principio se calibró la sembradora para inyectar poca semilla, simulando lo que pasa en muchos campos de

productores donde en diversas regiones del estado de Durango, se han estimado densidades de 50,000 plantas por hectárea. Esto evidencia la importancia de aplicar los hilos de semilla recomendados para obtener las densidades de población adecuadas para lograr mejores resultados en la producción. El paquete tecnológico de frijol recomendado por el INIFAP para temporal en el estado de Durango indica 30 kg de semilla de la variedad Pinto Saltillo para asegurar de 85,000 a 90,000 plantas por hectárea a la cosecha (INIFAP, 2017). Al respecto Pajarito (2014) en un trabajo de frijol desarrollado en regiones con diferente potencial productivo, reportó mayores rendimientos de grano (1149 vs 813 kg/ha, alto potencial; 1008 vs 675 kg/ha, mediano potencial y 763 vs 537 kg/ha en bajo potencial) en aquellas localidades donde las densidades de población fueron más altas. Además apuntó que en las localidades ubicadas en las zonas de mediano potencial las densidades de población fueron en promedio de 53,994 plantas/ha y en las de bajo potencial fueron de 45,486 Plantas/ha en promedio, en donde los rendimientos obtenidos siempre fueron más bajos.

Las interacciones que también se muestran en el Cuadro 2 puntualizan como los rendimientos de grano obtenidos en la segunda FS siempre fueron más altos que en la primera FS para todos los tratamientos aplicados, lo cual fue influenciado por el mayor número de plantas como ya se mencionó anteriormente. En este sentido, las interacciones más sobresalientes de la segunda FS fueron con los tratamientos FQ 50%+MI (T2xFS2) y el TA (T3xFS2). La combinación de fertilizante químico con micorriza superó en 268 kg/ha al tratamiento de fertilización química completa y en 147 kg/ha al Testigo absoluto. Esta fue la interacción más sobresaliente en la producción de grano independientemente de la fecha de siembra lo cual se sugiere como el mejor tratamiento para incrementar la producción de frijol de temporal minimizando riesgos y costos. También es importante subrayar que el TA superó en rendimiento de grano al tratamiento de FQC (25-35-00) lo cual fue debido a la escasa humedad por un periodo de 40 días causado por la poca cantidad y distribución de la lluvia durante el ciclo biológico del cultivo.

Lo anterior indica, como la aplicación de fertilizante químico al cultivo de frijol en condiciones de temporal, es una inversión de mayor riesgo siempre latente en la producción. Esto justifica el por qué, bajo esta condición de humedad, en la mayor superficie de siembra con este cultivo en el estado de Durango, los productores no fertilizan. En un estudio realizado de transferencia de tecnología Pajarito y Romero (2000) concluyeron que de una muestra de 91,629 ha solo el 9.8 % aplicaron fertilizante químico, que extrapolado a la superficie de siembra contemplada durante el 2011-2015 (241,615 ha) se estaría fertilizando químicamente solo el 25.8 % aproximadamente de esa superficie total de siembra.

CONCLUSIONES

La combinación de fertilización química con hongos micorrízicos fue la mejor alternativa para producir frijol, más sustentable y con menos riesgo y costos de inversión en temporales adversos e impredecibles.

LITERATURA CITADA

Acosta G., J. A. y Padilla R., S. 1991. Época de siembra y densidad de población en la variedad de frijol Flor de mayo bajío. *In*: Phaseolus. Publicación Especial Núm 8. SARH-INIFAP-CRSP-MSU. Durango, Dgo., México. Pp 163-178.

Bashan, Y. 2008. El uso de inoculantes microbianos como una importante contribución al futuro dela agricultura mexicana. *In*: Díaz, F.A. y Mayek, P.N. (eds). La biofertilización como Tecnología Sostenible. Plaza y Valdéz, CONACYT. México. Pp 17-23

Blancol, F. A. y salas, E. A. 1997. Micorrizas en la agricultura: contexto mundial. Rev. Agronomía costarricense 2(1). Pp 55-67.

Ferrera, C.R. y Alarcón, A. 2008. Biotecnología de los hongos micorrízicos arbusculares. *In*: Díaz, F.A. y Mayek, P.N. (eds). La biofertilización como Tecnología Sostenible. Plaza y Valdéz, CONACYT. México. Pp 25-38.

García G., M. T. 1997. Uso de biofertilizantes en el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en suelos arenosos. http://www. Monografías.com./trabajos55/biofertilizante-frijol-suelo-atrenosos/biofertilizante-frijol-suelo-arenoso. Shtml.

Holguín, G., Bashan, Y., Puente, E., Carrillo, A. Bethlenfalvay, G.,Rojas, A., Vázquez, P., P. Toledo., G. Bacilio, M., Glick, B., González, L., Lebsky, V., Moreno, M.. y Hernández, J. 2003. Promición del crecimiento en plantas por bacterias de la rizosfera. Agricultura técnica de México29: 201-211.

INIFAP, 2016. Enlace AGROCLIMA Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas. Estado de Durango. Campo Experimental “Valle del Guadiana” CEVAG. http://www.inifap.gob.mx

INIFAP. 2017. Paquetes Tecnológicos del INIFAP en Durango. Campo Experimental “Valle del Guadiana. CIRNOC-CEVAG. Durango, Dgo. 2017.

Olande , P.V. y Serratos, R. 2008. Biofertilizantes: Micorrizas y bacteriaspromotoras del crecimiento. In Díaz, F.A. y Mayek, P.N. (eds). La biofertilización como Tecnología Sostenible. Plaza y Valdéz, CONACYT. México. Pp. 5-66.

Pajarito R., A. y Romero M., J. 2000. Transferencia de tecnología para el cultivo de frijol en el estado de Durango. Análisis e Impacto. Publicación Especial Núm. 15. SAGAR-INIFAP-SAGDR-Inca Rural. Durango, Dgo. p. 12.

Pajarito R., A. 2014. Producción de frijol en áreas con diferente potencial productivo. SAGARPA-INIFAP.FPD. CIRNOC-Campo Experimental “Valle del Guadiana”. Folleto Técnico Núm. 73. Durango, Dgo. pp. 1-22.

SIAP-SAGARPA. 2015. Producción agrícola. Cierre de producción agrícola por cultivo. Anuario estadístico de la producción agrícola. Estado Durango, cultivo de frijol, ciclo primavera-verano, modalidad temporal. http://infosiap.siap.gob.mx/agrícola_siap_gb/entidad/index.jsp. Consultado en línea en 2017.

Sánchez V., I. 2001. Pinto Saltillo: Nueva Variedad de Frijol para el Sureste del Estado de Coahuila. Desplegable Técnica. Núm 8. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Saltillo.

Vega, J. 2004. Aplicaciones de las micorrizas arbusculares (MA) sobre plataneras micropropagadas. Memorias del taller internacional sobre producción del banano orgánico y ambientalmente amigable. Pp. 106-107. http://musalit.inibap.org./pdf/IN020008_es.PDF

COCCINÉLIDOS ASOCIADOS A *MELANAPHIS SACCHARI* ZEHNTNER EN SORGO (*SORGHUM VULGARE* PERS) EN PUEBLA, MÉXICO.

Arturo Huerta-de la Peña[1]
Adriana Acevedo-Alcalá[2]
Hilario Hernández Salgado[1]
Celia Fernández-Carmona[3]

RESUMEN

El sorgo (*Sorghum vulgare* Pers) es el grano forrajero con mayor presencia en México y de suma importancia en la formulación de alimentos balanceados en el sector pecuario, sin embargo en el 2013 en Tamaulipas se detectó una alta infestación de pulgones en las parcelas de sorgo, identificado como pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari* Zehntner) ocasionando pérdidas del 30 y 100%. El control de este áfido puede ser cultural, mientras que el método más utilizado es el químico que utilizado continuamente, genera resistencia, riesgos de toxicidad en los humanos y la eliminación de insectos benéficos. El objetivo de este trabajo fue identificar las especies de coccinélidos asociadas al pulgón amarillo en este cultivo, ya que se han presentado daños económicos importantes de este áfido en la región productora de sorgo. Se realizaron cuatro muestreos quincenales del 6 de septiembre al 18 de octubre del 2016, en la localidad de Tezonteopan de Bonilla y ocho muestreos adicionales, que se realizaron una sola vez en diferentes comunidades de la región. En cada muestreo se revisaron 100 plantas de sorgo, utilizando cinco transectos de 10 metros de longitud cada uno. Se colectaron solo adultos. En el laboratorio se identificó a los coccinélidos con claves dicotómicas y se contabilizo el número de ejemplares colectados. Las especies identificadas fueron: *Hippodamia convergens, Cycloneda sanguínea* y *Harmonia axyridis*, siendo *H. convergens* la más abundante seguida de *C. sanguínea* y por último *H. axyridis*. En cuanto a la distribución *Hippodamia convergens* y *Harmonia axyridis* se localizaron en la localidad de San Antonio Cuautla, y *Cycloneda sanguínea* se colectó en el la localidad de Atzala. Los resultados de este trabajo indican que las especies de coccinélidos presentes en esta región, constituyen un potencial local para contribuir al control biológico de *M. sacchari.*

PALABRAS CLAVE: Pulgón amarillo, depredadores, Control Biológico.

INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum vulgare* Pers), es el grano forrajero con mayor presencia en México y es el principal ingrediente en la formulación de alimentos balanceados en el sector pecuario (FND, 2014). En 2013, se detectó una alta infestación de pulgones en parcelas de sorgo en el norte de Tamaulipas, los daños provocados por el pulgón fueron severos y ocasionaron pérdidas entre un 30 y 100%; a este áfido se le identificó como el pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari* Zehntner) y se consideró como una de las plagas más importantes de este cultivo. El control del pulgón amarillo se puede realizar de manera cultural, al destruir la soca tan pronto se termine la cosecha y las malezas en las cuales se hospedan. Adicionalmente, se recomiendan los tratamientos de semilla y la utilización de variedades resistentes. El método de control más utilizado es el químico, mediante la aplicación de insecticidas de síntesis de diferentes grupos toxicológicos. El uso de insecticidas de manera continua y unilateral, presenta varias desventajas, como es la resistencia que desarrollan los insectos hacia estos productos, además de efectos secundarios en el ambiente, la fauna silvestre y los enemigos naturales. Así mismo, los insecticidas de síntesis constituyen un riesgo para las personas que los aplican y también si se exceden las aplicaciones,

pueden quedar residuos tóxicos en el producto (CESAVEG, S/F., Maya *et al*., 2014., Henao *et al*, 2003., Singh *et al*., 2004.).

El Control Biológico, es un método sostenible que puede ser utilizado para el control del pulgón amarillo; este método consiste en la utilización de enemigos naturales para suprimir poblaciones de insectos plaga, ya sea por conservación de especies entomófagas, a través de la liberación de parasitoides, depredadores (Van Driesche, 2007., De Bach, 1964 y Maya *et al*., 2014) o incluso mediante aspersiones de microorganismos benéficos como bacterias y hongos principalmente (Badii *et al*., 2006).

Urbaneja (2005), menciona que dentro del grupo de depredadores se encuentra la familia Coccinellidae, también conocidas como “catarinas”, siendo los insectos más utilizados para programas de control biológico, debido a la gran cantidad de especies existentes y su alta voracidad. Sparks y Norman (1997), citado por Loera *et al*. (2001), mencionan que hay diversas especies de coccinélidos que se encuentra en forma nativa en diversas áreas agrícolas. Balduf (1969) y Nordlund (1994) citado por Loera *et al*. (2001), señalan que los adultos y larvas de coccinélidos se alimentan principalmente de diferentes especies de áfidos, aunque depredan también huevos o estados inmaduros de insectos diversos, ácaros, esporas y además material vegetal cuando el alimento escasea. Las especies de coccinélidos no muestran una gran especificidad para las distintas especies de pulgones que depredan; sin embargo, puede existir alguna asociación en particular, dependiendo de la planta hospedera (Núñez, 1992). Provisor *et al*. (2016), reportan a *Hippodamia convergens* y *Cycloneda sanguínea* como depredadoras de *Melanaphis sacchari* en sorgo en Morelos; sin embargo, en la Región de Izúcar de Matamoros, en el estado de Puebla, no existen registros de especies de coccinélidos asociados al pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari* Z.) en sorgo, por lo que el objetivo de este trabajo fue identificar las especies de coccinélidos asociadas al pulgón amarillo en este cultivo, ya que se han presentado daños económicos importantes de este áfido en la región. El conocimiento generado en este sentido, aporta elementos importantes para el diseño de un programa de manejo sostenible de esta plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio. El trabajo se realizó en la parte suroeste del Estado de Puebla, en la región productora de sorgo, donde se han presentado daños importantes de pulgón amarillo; para el estudio se seleccionaron nueve parcelas comerciales de sorgo ubicadas en seis municipios y localidades diferentes (Cuadro 1).

Muestreos: Se realizaron cuatro muestreos quincenales en una parcela de sorgo en la comunidad de Tezonteopan de Bonilla, del municipio de Huaquechula, las fechas fueron las siguientes: 6 y 20 de septiembre y 4 y 18 de octubre de 2016. Además, con el propósito de cubrir una mayor superficie de colecta de adultos de coccinélidos, se realizaron ocho muestreos adicionales en seis localidades, en este caso, solo se realizó un muestreo, debido a que las parcelas se encontraban a mayor distancia; las localidades y fechas de muestreo en este caso fueron las siguientes: Tezonteopan de Bonilla y Azuchitlan (11 y 12 de septiembre); San Marcos Acteopan y Atzala (22 de septiembre); Xochiltepec (21 de octubre) y San Antonio Cuautla (11 de Noviembre).

Los muestreos para la colecta de adultos consistieron en revisar en cada parcela de sorgo, 100 plantas, seleccionadas por el método de transectos, ubicados en forma lineal en la dirección de los surcos; se consideraron 5 de estos transectos, distribuidos en un marco de 5 de oros en la parcela y de 10 metros de longitud cada uno. Las colectas se realizaron de forma manual,

directamente sobre la planta, colectando solo adultos y confinándolos en frascos herméticos de plástico de 6.5 x 8.8 cm y cubiertos con tela de organza, para permitir la aireación necesaria para mantener en buenas condiciones a los insectos colectados y trasladarlos al laboratorio de Entomología del Campus Puebla.

Cuadro 1. Parcelas de sorgo donde se realizaron los muestreos para la colecta de adultos de coccinélidos asociados a pulgón amarillo en la Región Suroeste del estado de Puebla.

PARCELA	LOCALIDAD	MUNICIPIO	COORDENADAS	
			LONGITUD OESTE	LATITUD NORTE
1	Tezonteopan de Bonilla	Huaquechula	98° 32´31´´	18°46´05´´
2	Tezonteopan de Bonilla	Huaquechula	98° 32´31´´	18°46´05´´
3	Tezonteopan de Bonilla	Huaquechula	98° 32´31´´	18°19´55´´
4	Axuchitlan	Tehuitzingo	98° 16´32´´	18°33´16´´
5	San Marcos Acteopan	San Marcos Acteopan	98° 46´00´´	18°46´00´´
6	San Marcos Acteopan	San Marcos Acteopan	98° 46´00´´	18°46´00´´
7	Atzala	Atzala	98°33´11´´	18°32´47´´
8	Xochiltepec	Xochiltepec	98°21´09´´	18°39´24´´
9	San Miguel Aguacomulican	Atzitzihuacán	98°37´00´´	18° 48´00´´

Identificación. En laboratorio, los adultos colectados se separaron en cajas Petri pequeñas de 4 cm de diámetro y 1.6 cm de alto, de acuerdo a sus características morfológicas externas como su color, manchas en el pronoto y patrón de manchas en los élitros, como primer criterio de separación de especies. A las cajas Petri se les colocó una etiqueta de identificación para saber la localidad de procedencia de la muestra, la fecha de muestreo y la especie probable a la que correspondían. Las cajas Petri que contenían a los adultos de coccinélidos con su etiqueta se colocaron en un recipiente de plástico y se introdujeron a refrigeración por 21 días para poder manipular a los individuos, con el propósito de tomarles fotografías con una cámara profesional de la marca Nikon ®. La identificación de los adultos a detalle, considerando otras estructuras morfológicas externas, se realizó con la ayuda de las claves dicotómicas de González (2006), Saini *et al*., (1996) y Castillo *et al*., (2010). Al concluir la etapa de identificación los coccinélidos se montaron en alfileres entomológicos del número 1 en una caja entomológica y con sus etiquetas de colecta y de identificación.

Abundancia y distribución de especies. La información obtenida de los 8 muestreos adicionales, se analizó considerando la cantidad de adultos colectados de cada especie por

localidad; de esta manera se obtuvo información sobre la abundancia y distribución de las especies en las 6 localidades estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Identificación de especies

Se identificaron tres especies de coccinélidos, siguiendo las claves de González (2006), Saini *et al.* (1996) y Castillo *et al*., (2010). A continuación se mencionan las características observadas de cada una de las especies y de acuerdo con la descripción obtenida de las fuentes anteriormente mencionadas. La primera especie identificada fue: *Hipppodamia convergens* Guérin-Méneville, que se caracteriza por tener su cuerpo alargado, en forma ovalada, élitros de color anaranjado con 12 manchas de color negro. La cabeza es de color negro con una mancha blanca irregular, antenas de color amarillo marrón que presentan 11 segmentos y palpos maxilares de color negro a marrón de forma triangular.El tórax no se encuentra ajustado a los élitros, pronoto de color negro con una mancha blanca en el borde y dos manchas ovaladas en el centro, patas de color negro con pubescencias desde el fémur hasta las uñas, los fémures exceden bastante el margen elitral y presenta uñas bífidas.

La segunda especie identificada fue: *Cycloneda sanguínea* Linnaeus, la cual se caracteriza por ser una especie pequeña, de forma redonda y convexa. La cabeza es de tamaño pequeño y no se puede observar fácilmente, las antenas son de color amarillo a marrón con 11 segmentos, palpos maxilares con forma triangular de color anaranjado con variaciones de tonalidades marrón. El tórax, a diferencia de *H. convergens*, está ajustado a los élitros, el pronoto es de color negro y presenta dimorfismo sexual, ya que la hembra tiene dos manchas redondas de color blanco en el centro del pronoto y a su costado dos manchas blancas en forma de “C”; a diferencia del macho, que tiene una mancha blanca en el borde del pronoto, formando un triángulo en el centro y con dos manchas blancas redondas de cada lado. Las patas son de color marrón, con pubescencia en la tibia y tarsos, fémures pequeños que no exceden el margen elitral. Los élitros pueden tener variaciones en la intensidad del color, no presentan ninguna mancha, excepto una decoloración blanca en la base de los élitros.

La tercera especie identificada fue *Harmonia axyridis* Pallas, de forma ovalada, no tan convexa como *Cycloneda sanguínea*, con élitros de color anaranjado a rojizo con 16 manchas de color negro. La cabeza es de color negro con manchas blancas, antenas de color marrón y palpos maxilares triangulares de color marrón. El tórax está ajustado a los élitros, pronoto de color blanco con dos manchas negras irregulares en forma de “M” o “W” que se aproximan en el centro, patas de color marrón anaranjado con pubescencia en los tarsos, tibia y parte del fémur. Los fémures no exceden el margen elitral, además presenta uñas bífidas. Los élitros son de color rojo, variando en tonalidades con 16 manchas de color negro, que en algunos casos estas manchas no se aprecian a primera vista.

Distribución de especies por localidad y fecha de muestreo

En la parcela de sorgo de la localidad de Tezonteopan de Bonilla, municipio de Huaquechula, Puebla, donde se realizaron 4 muestreos, se colectaron las tres especies de coccinélidos asociados a *M. sacchari*. En este caso, la especie *Hipodamia convergens* fue la más abundante en las primeras tres fechas de muestreo, con 25 y 20 ejemplares colectados los días 6 y 20 de septiembre respectivamente; la mayor cantidad de adultos se colectó el día 4 de octubre (36 adultos) y para el 18 de octubre, ya no se observaron los adultos (Figura 1*). Cycloneda . sanguínea* fue menos abundante en relación con *H. convergens* y de manera similar ocurrió con

la población de *H. axyridis*, donde el número máximo de colecta se presentó en el tercer muestreo, con 8 ejemplares. En el último muestreo realizado el 18 de octubre, las poblaciones de las tres especies disminuyó drásticamente y solo se colectó un ejemplar de *H. axyridis.*

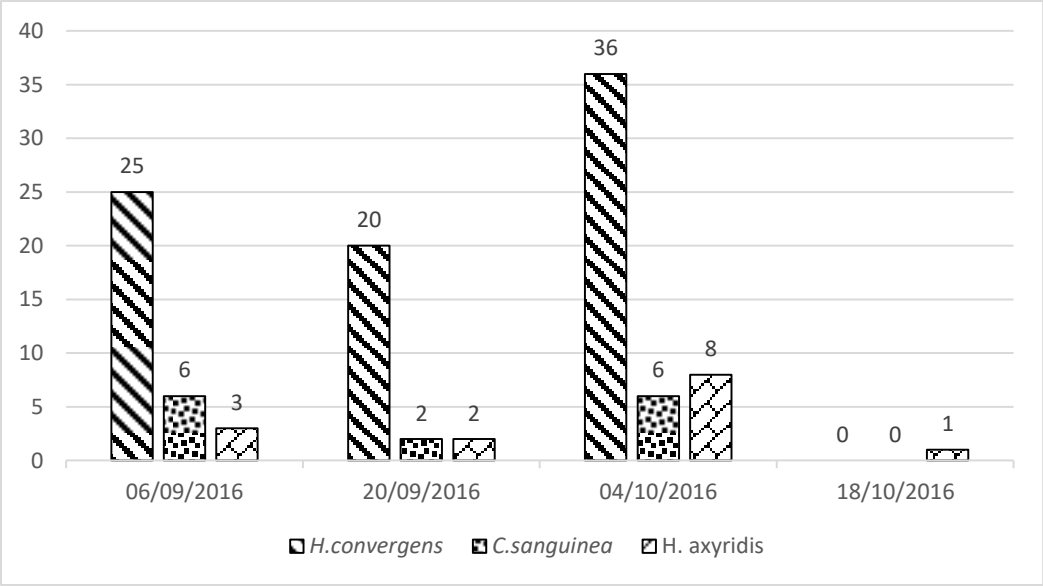


Figura 1. Especies de adultos de coccinélidos colectados en la parcela de sorgo de Tezonteopan de Bonilla, Huaquechula, Puebla, 2016.

Considerando el total de adultos colectados en las 4 fechas de muestreo, se obtuvieron 81 de *Hippodamia* convergens y en segundo lugar, 14 ejemplares de C*ycloneda sanguínea* y *Harmonia axyridis* respectivamente (Figura 2).

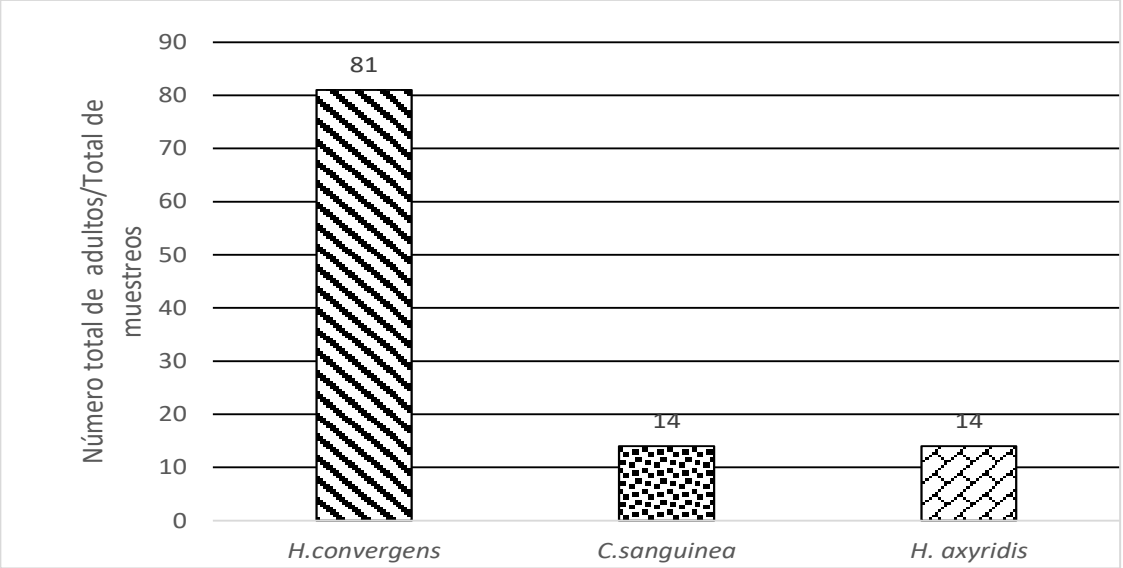


Figura 2. Abundancia de especies de coccinélidos observada en la parcela de sorgo de Tezonteopan de Bonilla, Puebla.

Por otro lado, considerando los muestreos adicionales en las colectas realizadas en parcelas de sorgo ubicadas en 8 localidades, se observó que las parcelas con mayor número de coccinélidos fueron Atzala y San Antonio Cuautla, con 73 y 70 ejemplares colectados, mientras que en Azuchitlan, Acteopan (2) y Xochiltepec, se colectaron solo 1, 3 y 4 individuos. En relación con las especies de coccinélidos colectadas, *Hippodamia convergens* y *Harmonia axyridis* fueron las especies con mayor número de ejemplares colectados, en la parcela de San Antonio Cuautla, mientras que el mayor número de adultos de *Cycloneda sanguinea* fueron colectados en Atzala (Cuadro 2).

Cuadro 2. Coccinélidos colectados en las diferentes fechas de muestreo en las parcelas de sorgo que se visitaron en una sola fecha.

Fecha de muestreo	Parcela	*Hippodamia convergens*	*Cycloneda sanguinea*	*Harmonia axyridis*	Total
11-Sep-16	Bonilla 1	5	0	0	5
11-Sep-16	Bonilla 2	5	2	0	7
12-Sep-16	Axuchitlan	0	1	0	1
22-Sep-16	Acteopan 1	0	9	1	10
22-Sep-16	Acteopan 2	3	0	0	3
22-Sep-16	Atzala	16	57	0	73
21-Oct-16	Xochiltepec	3	0	1	4
11-Nov-16	San Antonio Cuautla	19	2	49	70
	Total	51	71	51	**104**

Discusión

En relación con las especies de coccinélidos asociados a *M. sacchari*, Provisor *et al*. (2016), en su trabajo realizado en la localidad de San Andrés de la Cal, en Tepoztlán, Morelos, identificaron dos especies en sorgo, las cuales fueron: *Hippodamia convergens* y *Cycloneda sanguínea*, mientras que Rodríguez *et al*. (2016), realizaron una investigación en el estado de Nayarit, en dos municipios de nombre Acaponeta y Rosamorada, muestreando seis parcelas en total, donde identificaron cinco especies de coccinélidos asociadas a *M. sacchari* en sorgo. En el municipio de Acaponeta se registraron: *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sanguínea, Coleomegilla maculata, Diomus roseicollis* y *Harmonia axyridis*, mientras que en Rosamorada solo se encontró a *Cycloneda sanguínea* e *Hippodamia convergens*. De acuerdo con Provisor *et al*, (2016), en este trabajo se registró una especie más que fue *H.* axyridis: En comparación con las especies reportadas por Rodríguez *et al*. (2016) en Tezpoztlan, Morelos, en este trabajo se identificaron también a *H. convergens, C. sanguínea y H. axyridis*; sin embargo, *Coleomegilla maculata,* y *Diomus roseicollis*, no se observaron.

La distribución de especies de insectos y en particular de especies de coccinélidos, está en función de las condiciones ambientales y de la adaptación de estas especies a las mismas, así como al cultivo donde se encuentran sus presas, ya que puede existir cierta especificidad por los

tipos de plantas sobre las que se encuentran los áfidos. También se ha observado que existen especies de coccinélidos localizados en áreas definidas de un territorio (Núñez, 1992 y Nicholls *et al*., 1999). Otro factor que pudo influir en estos resultados fueron las fechas en que se realización los muestreos que fueron en el mes de septiembre a noviembre, quedando sin muestrear los meses de julio y agosto. Por otro lado, en relación con la abundancia de coccinélidos, Rodríguez *et al.* (2016), mencionan que de las cinco especies identificadas asociadas a *M.sacchari* en sorgo en Acaponeta y Rosamorada, se encontró que la especie más abundante fue *Hippodamia convergens* con 189 individuos, colectados en el municipio de Acaponeta y 46 individuos en el municipio de Rosamorada, seguida de *Cycloneda sanguínea* con 63 individuos colectados en Acaponeta y 15 en Rosamorada, mientras que las especies menos abundantes fueron: *Coleomegilla maculata* con 30 individuos colectados en total, seguida de *Diomus roseicollis* con 21 individuos y por último *Harmonia axyridis* con 15 individuos colectados. Los datos anteriores muestran similitud con los resultados obtenidos en éste trabajo, ya que la especie de coccinélidos más abundante asociada a *M. sacchari* fue *Hipodamia convergens* seguida de *Cycloneda sanguínea* y por último *Harmonia axyridis.* Marin *et al*, (2016) reportan a *H. convergens, H. axyridis, C. sanguínea, O. v-nigrum* y *S. loewii* como especies de coccinélidos depredadoras de *M. sacchari* en sorgo, mientras que el INIFAP (2015), reporta las mismas especies incluyendo a *Coleomegilla maculata*.

CONCLUSIONES

En la localidad de Tezonteopan de Bonilla, se identificaron tres especies de coccinélidos: *Hippodamia convergens, Cycloneda sanguínea* y *Harmonia axyridis*. *H. convergens* fue la especie con mayor densidad observada durante los 4 muestreos realizados en Tezonteopan de Bonilla, el mayor nivel poblacional se presentó el día 4 de octubre. Las poblaciones de *C. sanguínea* y *H. axyridis* fueron bajas en comparación con *H. convergens*, durante las cuatro fechas de muestreo.

Por otro lado, el análisis de la abundancia y distribución de las especies en las 8 localidades muestreadas, mostró que están presentes las mismas especies colectadas en Tezonteopan de Bonilla, solo que la especie más abundante fue *C. sanguínea* y en segundo lugar, *H. convergens y H.axyridis*. De manera general y considerando los 109 adultos colectados en la parcela de Tezonteopan de Bonilla y los 173 en las ocho parcelas adicionales, se colectaron un total de 282 ejemplares, donde la especie más abundante fue *Hippodamia convergens* con 132 individuos, seguida de *Cycloneda sanguínea* con 85 y *Harmonia axyridis* con 65.En cuanto a la distribución de especies, *C. sanguínea* estuvo presente en las 6 localidades muestreadas, en segundo lugar fue *H. convergens* que se observó en 5 localidades y *H. axiridis* solo se colectó en tres sitios. Las especies *Hippodamia convergens* y *Harmonia axyridis* se distribuyeron en la localidad de San Antonio Cuautla que se localiza en la parte Noroeste de la región de Izúcar de Matamoros; *Cycloneda sanguínea* se colectó en la localidad de Atzala, localizada en la región suroeste de esta zona.

Los resultados de este trabajo, indican que las tres especies colectadas en la región de estudio, podrían ser consideradas como potenciales en el control biológico de *M. sacchari* en el cultivo de sorgo, aunque sería necesario realizar colectas continuas en diferentes localidades desde el mes de julio y hasta el mes de Octubre, además de realizar pruebas adicionales de capacidad de consumo y efectividad en campo, evaluando diferentes métodos de liberación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Colegio de Postgraduados Campus Puebla (COLPOS), a través del programa de Apoyo a la Actividad Académica (AAA).

A los productores de sorgo que nos facilitaron sus parcelas para realizar los muestreos, así como al ing. Rufino y colaboradores, por su apoyo en la vinculación con los productores.

LITERATURA CITADA

Badii M. H. y Abreu J.L. 2006. Control biologico una forma sustentable de control de plagas.International Journal of Good Conscience. Pág 4-5.

Castillo C.P.S. y Miró A. J.J. 2010. Coccinélidos en cultivo de Tumbes. Universidad Nacional de Tumbes. Tumbes, Perú. Pág. 7-12.

Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (CESAVEG). S/F. Guía para el manejo del pulgón amarillo del sorgo. Pág.21.

De Bach P. 1964. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Editorial Continental. México. Pág. 2

Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, rural, forestal y Pesquero (FND). 2014. Panorama del sorgo. México. Pág. 1-2.

González G. 2006. Los Coccinéllidae de Chile. Disponible en: http://www.coccinellidae.cl.

Henao S., Pérez J.F., Rosario A., Ruiz C. y Salas E. 2003. Manejo de plagas sin químicos. Manual para docentes. Organización Panamericana de la Salud. Costa Rica. Pág. 30.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2015. El pulgón amarillo, una nueva plaga del sorgo en México. Boletín electrónico Núm. 16.

Loera G. J. y Kokubu H. 2001. Cría masiva y capacidad depredadora de *Hippodamia convergens* Guerin (Coleoptera: Coccinelidae). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Pág. 1-3.

Marín J.A.y Herrera C.C.2016. Enemigos naturales del pulgón amarillo del sorgo. Guía rápida para su identificación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agricolas y Pecuarias. Folleto para productores Núm.5. Guanajuato. Pág 8-15.

Maya H.V. y Rodríguez del B.L.A. 2014. Pulgón amarillo, nueva plaga del sorgo en Tamaulipas. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tamaulipas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Tamaulipas. Boletín digital.

Nicholls I.C., Altieri A.M y Sanchez E.J. 1999. Manual práctico de control biológico para una agricultura sustentable. University of California. Pág. 13-15.

Núñez P.E., Tizado M.E.J. y Nieto N.J.M. 1992. Coccinélidos (Col.:Coccinéllidae) depredadores de pulgones (Hom. Aphididae) sobre plantas cultivadas de León. Universidad de León. Pág. 1-10.

Provisor B.Y. y López M.V. 2016. Primer registro de *Hippodamia convergens* y *Cycloneda sanguínea* (Coleoptera: Coccinellidae), como depredadores de *Melanaphis sacchari* (Hemiptera:

Aphididae), en sorgo, en Morelos, México. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Morelos. Recibido: septiembre 2016. Aceptado: octubre 2016. Pág. 1-3.

Rodríguez P.M., Cambero C.J., Luna E.G., Estrada V.O., De Dios A.N y Cambero A.C. 2016. Coccinélidos depredadores del pulgón amarillo del sorgo *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Hemiptera: Aphididae) en Nayarit, México. Universidad Autónoma de Nayarit. Nayarit, México. Pág. 1-4.

Saini E.D. y De Coll O.R. 1996. Claves para la identificación de los coccinélidos (Coleóptera) encontrados en cultivos de Yerba Mate. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina. Pág 5-6.

Singh, B. U., P. G. Padmaja, N. Seetharama. 2004. Biology and management of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae), in sorghum: a review. Crop Protection. Pág. 2-13.

Urbaneja A., Ripolles L. J., Abad R., Calvo J., Vanaclocha P., Tortosa D., Tacas J. A. 2005. Importancia de los artrópodos depredadores de insectos y ácaros en España. Pág; 1-3

Van Driesche, R.G., Hooddle M.s., y T.D. Center. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos naturales. Control biológico. Pág.11.

PATOGENICIDAD DE AISLAMIENTOS NATIVOS DE *Metarhizium anisopliae* SOBRE *Bactericera cockerelli* (Sulc)

Cesar Abraham Trejo-Reyes[1]
Ovidio Díaz-Gómez[1]
Fabiola Villegaz-Rodríguez[1]
Gisela Aguilar-Benítez[1]

RESUMEN

Bactericera cockerelli (Sulc) es una plaga que representa uno de los principales problemas en la producción del cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.). Este cultivo es de los más importantes en México debido a sus características que permiten proporcionar color, sabor y aroma a la gran mayoría de los platillos de la gastronomía mexicana. La forma de control más utilizada para esta plaga, se basa en el empleo de químicos, que debido a un mal uso, con el paso del tiempo empeoran el problema, siendo necesaria la búsqueda de otras alternativas para su control. En el presente trabajo se evaluó la patogenicidad de dos cepas de hongos entomopatógenos pertenecientes a *Metarhizium anisopliae* (Ma1amp y Ma2amp), sobre *B. cockerelli*; determinándose la CL_{50} y CL_{95} de dichas cepas; para ello, se realizaron bioensayos, evaluando siete concentraciones de cepas de *M. anisopliae* sobre ninfas del tercer estadio de *B. cockerelli*, con cuatro repeticiones por cepa, contabilizando el número de muertes a partir de las 48 horas posteriores a la aplicación. A nivel de CL_{50} ambas cepas resultaron con el mismo grado de patogenicidad para ninfas de tercer estadio de paratrioza, pues sus límites de confianza se traslaparon. Sin embargo, se requiere de una menor concentración con Ma2amp, que obtuvo una CL_{50} de $2.57x10^3$ conidias mL^{-1} comparándola con Ma1amp. A nivel de CL_{95}, Ma2amp fue menos patógena, ya que se requiere una concentración mayor, $9.69x10^6$ conidias mL^{-1}, en comparación con la cepa Ma1amp, que tuvo una CL_{95} de 1.08×10^6 conidias mL^{-1}. Con estos resultados se evidencia que ambas cepas tienen potencial para ser una alternativa para el manejo esta plaga.
.

PALABRAS CLAVE: Hongos entomopatógenos, psilido, jitomate.

INTRODUCCIÓN

México es el país con la mayor diversidad de *C. annuum*, se cultiva prácticamente en todo el territorio, con sistemas de producción y problemáticas muy diversos (Zegbe *et al.,* 2012). Los problemas más serios que enfrentan los agricultores son las plagas y enfermedades, ya que es una lucha que se da año con año, causando pérdidas muy considerables en chiles y tomates (Martínez y Moreno, 2009). Actualmente en varias regiones de México, se asocia al psílido *B. cockerelli,* como responsable de la transmisión de fitoplasmas en cultivos de solanáceas (chile, papa, tomate y tomate de cascara), y de producir daños por su efecto tóxinifero en sus plantas hospederas (Ramírez *et al.,* 2008). Su control se basa en la aplicación de insecticidas, dando resultados no satisfactorios y un aumento en el número de aplicaciones (Dávila *et al.,* 2012). Las poblaciones resistentes se desarrollan debido a que los individuos sobrevivientes a la aplicación del plaguicida se reproducen posteriormente, y el rasgo de resistencia es “seleccionado” en la siguiente generación, mientras que los individuos susceptibles son eliminados por el tratamiento plaguicida (FAO, 2012).Por esta razón, es necesaria la búsqueda de otras formas de manejar este insecto, asegurando una protección hacia el medio ambiente y la salud humana.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la patogenicidad de dos aislamientos nativos de *Metarhizium anisopliae*, sobre *B. cockerelli* y estimar la CL_{50} y CL_{95} de dos aislamientos nativos de *Metarhizium anisopliae*, sobre *B. cockerelli*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se efectuó en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP, evaluándose dos aislamientos de hongos entomopatógenos recolectados en el estado de Yucatán, México, los cuales fueron identificados por técnicas convencionales como pertenecientes a la especie *Metarhizium anisopliae*. Ambos aislamientos se cultivaron monospóricamente. Los cuales fueron registrados como Ma1amp y Ma2amp.

Se colectaron esporas a partir de colonias en medio ADS, las cuales se utilizaron para obtener las primeras soluciones en agua destilada con surfactante INEX-A® al 0.2 %, obteniendo una suspensión por agitación vigorosa con Vortex-2 Genic®. El conteo de esporas se realizó utilizando una cámara de Neubauer improved Superior® y un microscopio marca Zeiss Axiolab® con un aumento de 40x. Las suspensiones se ajustaron por dilución a las concentraciones de 1×10^1 conidias mL^{-1} a 1×10^6 conidias mL^{-1} con una concentración de $3.16x\ 10^4$ conidias mL^{-1} para Ma1amp y de 1×10^1 conidias mL^{-1} a 1×10^7 conidias mL^{-1} con una concentración de $3.16x\ 10^4$ conidias mL^{-1} para Ma2amp. Se determinó la viabilidad de esporas se siguió la metodología por Lacey *et al.,* 2009. Para los bioensayos se determinó la ventana de respuesta biológica para la cual se utilizaron 7 concentraciones de esporas para Ma1amp y 8 concentraciones para Ma2amp. Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones en diferentes días cada una, y un testigo al cual solo se le aplicaron 2 mililitros de agua destilada con surfactante. Cada unidad experimental constó de una caja Petri a la cual se le colocó una hoja de chile serrano infestada con 10 ninfas de tercer estadio de *Bactericera cockerelli*.

Las aspersiones de las esporas se realizaron utilizando una Torre de Potter (Burkard®) con una presión de 13.3 psi. Las hojas fueron colocadas en la caja Petri con el envés hacia arriba con la finalidad de que las ninfas quedaran expuestas directamente a la aspersión. Se asperjaron 2 mL de la solución agua destilada con INEX-A® al 0.2% a los testigos, y con 2 mL de las suspensiones de conidias de 1×10^1 a 1×10^6 conidias mL^{-1} con una concentración de $3.16x\ 10^4$ conidias mL^{-1} para Ma1amp y de 1×10^1 a 1×10^7 conidias mL^{-1} con una concentración de $3.16x\ 10^4$ conidias mL^{-1} para Ma2amp, mas INEX-A® al 0.2%. Después de la aspersión, las cajas fueron selladas con plástico adherente y se colocaron en un cuarto con temperaturas entre 25 y 26 ° C y una humedad de 60%±10%. El fotoperiodo en la cámara fue de 16 horas luz y 8 horas de oscuridad. Los datos de mortalidad se tomaran a partir del tercer día de aplicación hasta el octavo día después de la misma. Se consideraron muertas aquellas ninfas que tomaban forma de concha, o bien no presentaban movimiento previo a la esporulación del hongo.

Los datos de mortalidad de los bioensayos se analizaron asumiendo el modelo Probit con el programa POLO PLUS 2.0 (LeOra Software, 2002). Se estimaron las concentraciones letales CL_{50} y CL_{95} con sus límites de confianza al 95% para cada aislamiento de hongo. La respuesta de *B. cockerelli* a cada aislamiento se consideró significativamente diferente si los límites de confianza de las CL_{50} y CL_{95} no se traslapan. Se usó la prueba de χ^2 para demostrar la bondad de ajuste al modelo. Se estimó el factor de virulencia (FV) de las cepas, dividiendo la CL_{50} o CL_{95} de la cepa menos patógena entre la CL_{50} de la más patógena.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ambos aislamientos evaluados provocaron esporulación sobre los cadáveres de las ninfas de *B. cockerelli*. Para el caso de Ma1amp se presentaba la esporulación en el cadáver en menos tiempo que en el medio ADS donde fueron cultivadas para realizar los bioensayos.

Cuadro 1. Valores de la CL_{50} y la CL_{95} (conidias mL^{-1}) de dos aislamientos nativos de *Metarhizium anisopliae* sobre ninfas de *B. cockerelli.*

Aislamiento	N[a]	Pendiente ±EE[g]	CL_{50}[b] (Límites fiduciales)	CL_{95}[c] (Límites fiduciales)	χ^{2}[d]	FV_{50}[e]	FV_{95}[f]
Ma1amp	320	0.767±0.10	$7.79 X10^{3}$ ($3.56X10^{3}$-$1.47x10^{4}$)	$1.08 X10^{6}$ ($3.92X10^{4}$-$5.52X10^{6}$)	4.51	3.03	1
Ma2amp	360	0.460±0.05	$2.57X10^{3}$ ($7.84X10^{2}$-$6.75x10^{3}$)	$9.69X10^{6}$ ($2.13X10^{6}$-$9.73X10^{7}$)	4.29	1	8.97

[a] N Número de individuos utilizados en cada bioensayo
[b] CL_{50} Concentración letal 50
[c] CL_{95} Concentración letal 95
[d] χ Prueba de bondad de ajuste al modelo
[e] Factor de virulencia 50 (CL_{50} de la cepa menos patógena entre la mas patógena)
[f] Factor de virulencia 95 (CL_{95} de la cepa menos patógena entre la mas patógena)
g Error estándar

A pesar de que existen varios informes de hongos patógenos como controladores de plagas, no hay muchos reportes de hongos evaluados sobre *B. cockerelli* (Lacey *et al.,* 2009). Algunos de los registros de hongos entomopatógenos que han sido evaluados sobre el psilido de la papa señalan que las especies *Isaria fumosorosea, Metarhizium anisopliae,* y *Beauveria bassiana*, tienen la capacidad de actuar como agente de control biológico sobre esta plaga (Ramírez *et al.,* 2008*;* Lacey *et al.,* 2009; Villegas, 2011*).* Lacey *et al.* (2009) obtuvieron un porcentaje máximo de mortalidad del 95% a una concentración de $1x10^{7}$ conidias mL^{-1}con la cepa Pfr 97 mientras en la presente investigación a la concentración de $1x10^{7}$ conidias mL^{-1} el porcentaje de mortalidad fue del 100%; con lo anterior se demuestra que las cepas evaluadas por Lacey *et al.* (2009) son menos patógenas que las cepas evaluadas en este trabajo.

Villegas (2011) evaluó la susceptibilidad de *Bactericera cockerelli* a dos cepas de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* a concentraciones de $1x10^{3}$ a $1x10^{8}$ conidias ml^{-1}. Obteniendo con las cepas de *M. anisopliae* (Ma25 y Ma28) un porcentaje de mortalidad de 100% con la concentración $1x10^{8}$,comparandolas CL_{50} de dicho trabajo con las de la presente investigación, se observa que los dos aislamientos (Ma1amp y Ma2amp) llegan a ser hasta 12 veces más virulentos contra *B. cockerelli* que las cepas de Villegas. En el caso las CL_{95} obtenidas por ambos trabajos, el aislamiento Ma1amp tiene un nivel similar con la cepa nativa de *B. bassiana (BB42).* Con estos resultados se puede inferir que las cepas aisladas en ambos trabajos (Ma1amp, Ma2amp, Ma23 y BB04) representan un potencial con utilidad para el control de este psílido.

Por otro lado, Mejia *et al.* (2008) evaluaron *Beauveria brongniartii*, *Beauveria, bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, sobre *Bactericera cockerelli,* obteniendo que la especie que provocó mayor mortalidad fue *B. brongniartii,* con un porcentaje de mortalidad de 100% a una concentración de $1x10^8$ conidias/ml, seguida por *M. anisopliae* con 70% de mortalidad. Al comparar los resultados a nivel de concentración se deduce que los aislamientos evaluados en el presente trabajo resultan ser más patogénicos dado a que con Ma2amp se necesitó de una concentración de $1x10^7$ conidias/ml, y con Ma1amp una concentración de $1x10^6$ conidias/ml, para obtener un porcentaje de mortalidad del 100%. Es posible que esta diferencia se dé por las características de la población de la paratrioza utilizada por Mejia *et al*. (2008).

CONCLUSIONES

Las dos cepas nativas de *M. anisopliae* recolectadas en el estado de Yucatán son patógenas de la ninfas de tercer estadio de *B. cockerelli.*

A nivel de CL_{50} el aislamiento más patogénico fue Ma2amp, con una concentración letal media de $2.57x10^3$ conidias mL^{-1}, que es 3 veces menor que la requerida con Ma1amp.

A nivel de CL_{95}, Ma2amp fue menos patogénico sobre ninfas de tercer estadio de *B. cockerelli* que Ma1amp, de la que se requirió una concentración casi 9.0 veces menor.

AGRADECIMIENTOS

A los productores de cítricos de la Península de Yucatán, por las facilidades para la recolecta de insectos micosados; a la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP por su apoyo para la realización del trabajo y formarme profesionalmente.

LITERATURA CITADA

Dávila, M. D., E. Cerna, L. A. Aguirre, O. García, Y. M. Ochoa, G. Gallegos, Y J. Landeros. 2012. Susceptibilidad y mecanismos de resistencia a insecticidas en *Baceticera cockerelli* (Sulc.) en Coahuila, México, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 3: 1145-1155.

FAO. 2012. Directrices sobre la prevención y manejo de la resistencia a los plaguicidas. http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/FAO_RMG_SP.pdf. Revisado: 11 Abril 2016.

Lacey, L.A., F. Rosa de la. y D. Horton. 2009. Insecticidal activity of entomopathoenic fungi (Hypocreales) for Potato Pysillid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) Development of bioassay techniques, effects of fungal species and stage of psyllid. Biocontrol Science and Technology. 19: 957-970.

LeOra Software, 2002. POLO PC A user´s manual for Probit or Logit Analysis. LeOra Software. Berkeley. CA.

Martínez, J. y, E. Moreno. 2009. Manual Técnico del manejo de chiles en campo abierto. SAGARPA. Monterrey, Nuevo León. 11 p.

Mejia, G. M., A. G. Menjivar, y E. G. Nuñez. 2008. Evaluación de hongos entomopatógenos como biocontroladores de *Bactericera* (Paratrioza) *cockerelli* (Homóptera: Psyllidae: Triozinae) en papa

(*Solanum tuberosum*) a nivel de laboratorio. Requisito para optar al título de: Ingeniero Agrónomo. Universidad de El Salvador, Facultad de ciencias Agronomicas. San Salvador. pp 46- 67

Ramírez, M., E. Santamaria, J. S. Mendez, J. L. Rios, J. R. Hernandez, y J. G. Pedro. 2008. Evaluación de insecticidas alternativos para el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli* B.y L.) (Homoptera: TRIOZIDAE) en el cultivo del chile jalapeño (*Capsicum annum* L.). Revista Chapingo Serie Zonas Áridas.76:47-56.

Mejia, G. M., A. G. Menjivar, y E. G. Nuñez. 2008. Evaluación de hongos entomopatógenos como biocontroladores de *Bactericera* (Paratrioza) *cockerelli* (Homóptera: Psyllidae: Triozinae) en papa (*Solanum tuberosum*) a nivel de laboratorio. Requisito para optar al título de: Ingeniero Agrónomo. Universidad de El Salvador, Facultad de ciencias Agronomicas. San Salvador. pp 46- 67

Zegbe, J. A, R. D. Valdez, y A. Lara. 2012. Cultivo del chile en México, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802012000400001&script=sci_arttext. Revisado: 2 Febrero 2016.

LISIMETRO DE PESADA Y DISEÑO DE TRES ALTERNATIVAS DE CONTROL PARA NECESIDADES HÍDRICAS EN VAINILLA

Delfino Reyes-López[84]
Misael Martínez- Bolaños[1]
Fermín Pascual-Ramírez[2]
Fabiel Vásquez-Cruz[1]
Manuel Huerta-Lara[3]
Carlos Hugo Avendaño-Arrazate[4]

RESUMEN

Con el objetivo de contar con un instrumento que permita la determinación confiable de las necesidades hídricas en el cultivo de vainilla (*Vanilla spp*.) en función de sus diferentes etapas fenológicas, se realizó el diseño y construcción de un lisímetro de pesada con diseño teórico, comparación económica y técnica de tres alternativas de automatización de la operación del riego en el lisímetro, registro de las variables de peso, tensión de humedad del sustrato y adquisición de datos meteorológicos para calcular la evapotranspiración de referencia (ETo) con el método Penman-Monteith. La primera alternativa se integró por un datalogger modelo CR1000 de la compañía Campell Scientific, un módulo de relevadores para la apertura y cierre de una electroválvula y un módulo conversor para conectar un tensiómetro. La segunda alternativa se diseñó utilizando un controlador lógico programable (PLC) tipo modular modelo AC500-XC de la compañía ABB, un CPU modelo PM573-ETH, un módulo de soporte y un módulo de entradas y salidas. Por último, la tercera alternativa se integró por dos dispositivos en forma independiente; una plataforma Arduino. Uno para desarrollar el sistema de automatización y una estación meteorológica Davis para la adquisición de los datos meteorológicos. El lisímetro consistió en un contenedor metálico colocado sobre una base con cuatro celdas de carga distribuidas en cada extremo con capacidad de soportar un peso máximo de 700 kg con una precisión de ± 200 g. Además, dispuso de un sistema de tutoreo para soportar las plantas de vainilla. La comparación técnica y económica determinó que es más económico el uso de la plataforma Arduino y estación meteorológica Davis, sin embargo, el PLC y datalogger son más robustos, fáciles de conectar y flexibles a la expansión de sensores.

Palabras clave: lisímetro de pesada, datalogger, PLC, Arduino, coeficiente de cultivo,*Vanilla spp*.

INTRODUCCIÓN

El agua disponible para el riego de los cultivos está cada vez más limitada tanto cuantitativa como cualitativamente; en consecuencia, se hace cada vez más necesario el uso eficiente del agua en los sistemas de riego (Bonet, Acea, Brown, Hernández y Duarte, 2010).Para ello, es necesario la determinación del consumo hídrico de los cultivos, la cual está directamente relacionada con la

[1] Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Ingeniería Agrohidráulica. Autor para correspondencia. Delfino Reyes López. delfino_reyes2001@yahoo.com.mx. [2]Instituto de Investigaciones en ecosistemas y sustentabilidad de la Universidad Autónoma de México, Campus Morelia. fpascualr@cieco.unam.mx. [3]Benemerita Universidad Autónoma de Puebla, departamento universitario para el desarrollo sustentable del Instituto de Ciencias. batprofessor@hotmail.com.mx, [4]INIFAP-Campo experimental Rosario Izapa. avendano.carlos@inifap.gob.mx

evapotranspiración real del cultivo (ETr) y la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo), mismas que al Relacionarlas determinan el coeficiente de cultivo (Kc) (Allen, Pereira, Raes y Smith, 2006; Cisneros, Rey, Martínez, López y Gonzales 2015). El coeficiente de cultivo o Kc, depende de las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas de cada cultivo (Allen *et al.,* 2006; Doorembos y Pruit, 1977; Valverde, 2007). Este coeficiente describe las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que van desarrollándose (Servín, Medina, Casas y Catalan, 2012). Por lo tanto, al ajustar los coeficientes de los cultivos a las etapas fenológicas se logran significativas reducciones de agua que se aplican en etapas menos sensibles en las cantidades adecuadas para su desarrollo (Castro, 2008). El método Kc, en particular el enfoque dual, estudian por separado la evaporación del cultivo y la transpiración debido a la etapa de desarrollo del cultivo, por lo que se permiten realizar estimaciones periódicas por etapa fenológica (Allen *et al*., 2006).

El desconocimiento de las necesidades hídricas de los cultivos no tradicionales, por ejemplo vainilla, es una de las principales preocupaciones y limitantes para quienes se dedican a su producción (Kelso, Mamadou, Sánchez y Reyes, 2012a). En general, el Kc puede ser estimado a partir de la determinación de la evapotranspiración real (ETr) en un lisímetro y la evapotranspiración de referencia (ETo) por el método de Penman-Monteith. Los lisímetros determinan la evapotranspiración por medición de pérdida de agua en recipientes que se llenan de suelo y se siembran con el cultivo en cuestión; por otro lado, el método Penman- Monteith se utiliza para calcular la ETo a partir de datos meteorológicos obtenidos en la condición en la que se desarrolla el cultivo (Aguilera y Martínez, 1996; Allen *et al*., 2006). 2 Los lisímetros de pesada, son instrumentos que se consideran de alta precisión para medir la evapotranspiración con alta resolución de manera directa (Pérez, 2001), éstos se componen por un recipiente relleno de suelo sobre una báscula (De Santa, López y Calera, 2005), donde en la evaluación, los cambios de peso representan una medida directa del flujo de agua que entra y sale del contenedor de suelo; así, el aumento de peso indica la entrada de lluvia o riego, en tanto que el descenso indica salida por drenaje o evapotranspiración (Brasa, 1997).

Los modernos lisímetros de pesada, sugieren el uso de sistemas automatizados para el control y almacenamiento de variables proporcionados por el lisímetro, principalmente con sistemas de adquisición de datos tipo dataloggers (Lorite, Santos, Testi y Fereres, 2012; Marek *et al*., 2006; Rodrigues, Yoder y Souza, 1999; Ruiz, Molina, Guerrero y Ruiz, 2013; Seifert, De Carvalho, Silva, Fonseca y Melo, 2013). Por otro lado, se han empleado microcontroladores PIC para el control de riego dentro de los lisímetros y almacenamiento de variables proporcionados por el mismo (Kelso *et al*., 2012a); finalmente, se porta el empleo de un sistema embebido inspirado en la plataforma arduino para la recepción inalámbrica de datos obtenidos por las celdas de carga de un lisímetro (Lavao, 2016). Con respecto al uso de los dataloggers se han utilizado para el control de sistemas de riego en función del cambio de peso de un lisímetro de pesada (Cruz, 2007; Castro *et al*., 2008), en combinación con el uso y monitoreo de sensores meteorológicos conectados al datalogger para la medición de los datos climáticos requeridos en el cálculo de ETo a través del método Penman-Monteith.

Otros estudios, en la búsqueda de reemplazar las estaciones meteorológicas comerciales, sugieren la integración de sensores meteorológicos monitoreados por un controlador lógico programable (PLC) (Guzmán, Quevedo, Tijerina y Castro, 2015). Bajo este contexto y debido a la necesidad de contar con un instrumento que permita la determinación confiable de las variables que describen la dinámica del consumo de agua por los cultivos en función de las diferentes etapas fenológicas, en el presente trabajo, se plantea el establecimiento de un lisímetro de pesada para el cultivo de vainilla y presentar el diseño de tres sistemas electrónicos para el control

del riego dentro del lisímetro y adquisición de datos meteorológicos para el cálculo de ETo por el método Penman-Monteith.

MATERIALES Y METODOS

El establecimiento de la estación lisimétrica, se realizó en el banco de germoplasma de vainilla de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ubicado en municipio de Tenampulco, Puebla, a una altura de 240 m.s.n.m., su clima predominante es cálido-húmedo con abundantes lluvias en verano.

Diseño del lisímetro de pesada: De acuerdo a las características fisiológicas del cultivo de vainilla, se establecieron una serie de requisitos y criterios deseables para cubrir el diseño del lisímetro: a) El lisímetro fue colocado sobre una base de soporte construido de un material altamente resistente que permitió la nivelación uniforme de las celdas de carga que integran la plataforma de pesaje. b) La plataforma de pesaje, la cual sirvió para sostener al contenedor y pesarlo constantemente, estuvo integrada por celdas de carga colocadas bajo una base de un material resistente con un tamaño similar al contenedor para soportar un peso mayor a 500 kilogramos. c) El contenedor, el cual sirvió para contener el sustrato y los esquejes de vainilla sembrados, fue construido con chapas de acero inoxidable. Se determinó que el tamaño y forma estaría en función de los criterios de establecimiento del cultivo en campo; en vista que el sistema radical se desarrolla en los primeros 10 cm (Hernández y Sánchez, 2011), y que el cultivo se establece en hileras, se optó por un contenedor de forma rectangular con una profundidad mayor a 10 cm para proporcionar el espacio suficiente para el desarrollo de las raíces y un tamaño de largo y ancho que permitió el establecimiento de seis esquejes de vainilla cada uno en su última etapa fenológica. d) El lisímetro tuvo un sistema de tutoreo que fungió como medio de anclaje de las raíces adventicias de las plantas a establecer, construido de un material ligero, medianamente resistente y con un tamaño de longitud no mayor a 2 metros (Hernández y Sánchez, 2011). En este sentido, se tomó como referencia el prototipo realizado por Kelso *et al*. (2012b), quienes para estimar los coeficientes de cultivo de vainilla en sus etapas iniciales propusieron la construcción de un lisímetro de pesada compuesto por un contenedor metálico con medidas de 1.52 m de largo por 1.22 m de ancho y 0.29 m de profundidad, colocado sobre una plataforma de pesaje metálica con 4 celdas de carga con capacidad de 1 tonelada (T) distribuidas en sus esquinas. Las dimensiones de la plataforma de pesaje propuesta fueron de 1.22 m de ancho por 1.22 m de largo.

Para validar la precisión del lisímetro, se colocó el recipiente metálico sobre la plataforma de pesaje y se empleó la siguiente ecuación

$$\text{Precisión (mm)} = EF / GH * 10$$

Donde:
PB: precisión de la báscula [g].
AL: área del lisímetro [cm^2].

Diseños de los sistemas de control y registro de variables: Con la finalidad de controlar la humedad del sustrato dentro del lisímetro de forma automática, así como guardar los datos de peso en tiempo real proporcionados por la plataforma de pesaje y evaluar la posibilidad de reemplazar el uso de una estación meteorológica para la obtención de datos meteorológicos demandados por la ecuación de Penman-Monteith, se realizaron tres diseños teóricos a través de una tarjeta de adquisición de datos tipo datalogger, un controlador compacto tipo PLC y un sistema embebido tipo Arduino.

Para medir los datos meteorológicos se contemplaron los mismos sensores para la tarjeta datalogger y el PLC. Los sensores seleccionados se describen a continuación: Sensor de temperatura y humedad relativa. Se utilizó el sensor de temperatura y humedad relativa HMP155A de Vaisala, el cual utiliza el sensor capacitivo HUMICAP180R para medir la humedad relativa en una gama de 0 a 100 %. Además, para la medición de la temperatura utiliza el sensor PRT para hacer mediciones entre el rango de - 80º a + 60 ºC. Este sensor tiene una salida de transmisión de datos tipo analógico y dichos valores oscilan de 0 a 1 V. Sensor de velocidad del viento. Se utilizó el anemómetro ultrasónico WindSonic1-L de Campbell Scientific, el cual, mediante un transductor convierte la frecuencia de giro de las aspas en una lectura que permite el cálculo de la velocidad y dirección del viento. El sensor tiene la capacidad de medir la dirección del viento entre un rango de 0º a 360º con una precisión de ± 3º y la velocidad del viento en un rango que contempla los 0 a 60 ms-1 con una precisión de ± 0.01 ms-1. La forma de transmitir las lecturas de este sensor es por medio de una serie de bits (comunicación serial), que contienen la información de velocidad y dirección del viento. La conexión de este anemómetro se realiza a través de un cable con cinco hilos internos, para evitar retrasos en el envió/recepción de la señal, se sugiere que su longitud no supere los 15 m para evitar retrasos en el envió/recepción de la señal. Sensor de radiación solar. Para la medición de la radiación solar se utilizó el piranómetro modelo CMP3 de la marca Kipp&Zonen, el cual se usa para realizar mediciones de radiación solar global de onda corta entre el rango espectral de 300 a 2800 nanómetros (nm). Este dispositivo consta de un termopar encapsulado por una película absorbente negra, que convierte la radiación solar a calor, haciendo que la variación de temperatura defina la cantidad de radiación solar.

Diseño con datalogger: Se utilizó el data logger modelo CR1000 de Campell Scientific, el cual está formado por un módulo de control y medida y un panel de conexiones, encargado de muestrear las señales de cuatro sensores meteorológicos (sensor de humedad relativa, termómetro, anemómetro y piranómetro), sensor de tensión de humedad (tensiómetro RSU) e indicador IPEN, mismos que proporcionaran los datos necesarios para realizar la estimación del Kc en el cultivo de vainilla.

Diseño con PLC: Para la selección del PLC, se evaluaron dos alternativas; el PLC Micrologix 1400 (PLC compacto) y el PLC ABB de la gama AC500-XC (PLC modular). Se seleccionó el PLC de la gama AC500-XC, principalmente por su característica de conexión en forma modular, ya que facilita el reemplazo de cualquier módulo. El software usado para programar este PLC es el Automation Builder Engineering Suite. Este software permite configurar las entradas y salidas del PLC, las rutinas de control y el modo del reloj.

Diseño con arduino y estación meteorológica comercial: El control y registro de las variables proporcionadas por el lisímetro de pesada son controladas a través de un sistema compuesto por una placa Arduino Uno, la cual posee un microcontrolador ATmega328, un voltaje de entrada de 7-12 V, 14 pines digitales de I/O y 6 entradas análogas. El diseño de este sistema fue conformado por los componentes físicos y lógicos.

Estación meteorológica comercial: Debido a que la tarjeta Arduino Uno solo posee 14 conectores de entrada/salida digitales y 6 conectores de entrada analógica, no permite la conexión de los sensores meteorológicos seleccionados para el datalogger y PLC, por lo tanto, para fines de estudio de las necesidades hídricas en el cultivo de vainilla, se considera forzosamente usar una estación meteorológica comercial para la obtención de los parámetros demandados por la ecuación Penman-Monteith. La estación meteorológica comercial seleccionada para la obtención de los datos meteorológicos, fue de uso tradicional en

investigaciones y parcelas productivas, de esta manera se optó por una estación meteorológica inalámbrica vantage Pro 2 Plus marca Davis, integrada con sensores que miden las mismas variables meteorológicas que se desean medir con el datalogger y PLC.

RESULTADOS Y DISCUSION

Diseño y construcción del módulo experimental: El sitio experimental consistió en un módulo tipo capilla y un cuarto de control con paredes de concreto y techo de lámina galvanizada combinando una parte con techo de concreto (Figura 1a). El techo del módulo tipo capilla estuvo protegido por una cubierta plástica calibre 720, cuya función es controlar los aportes de la precipitación sobre el lisímetro. Además, debido a que la vainilla necesita un porcentaje de sombra entre el 50 y 70 % (Kelso, 2012), bajo la cubierta plástica y sobre sus laterales fue colocada una malla sombra al 80 % con la finalidad de evitar estrés de las plantas y quemaduras por el sol (Figura 1c). Las dimensiones y detalles del módulo y cuarto de control construidos se presentan en la Figura 1b.

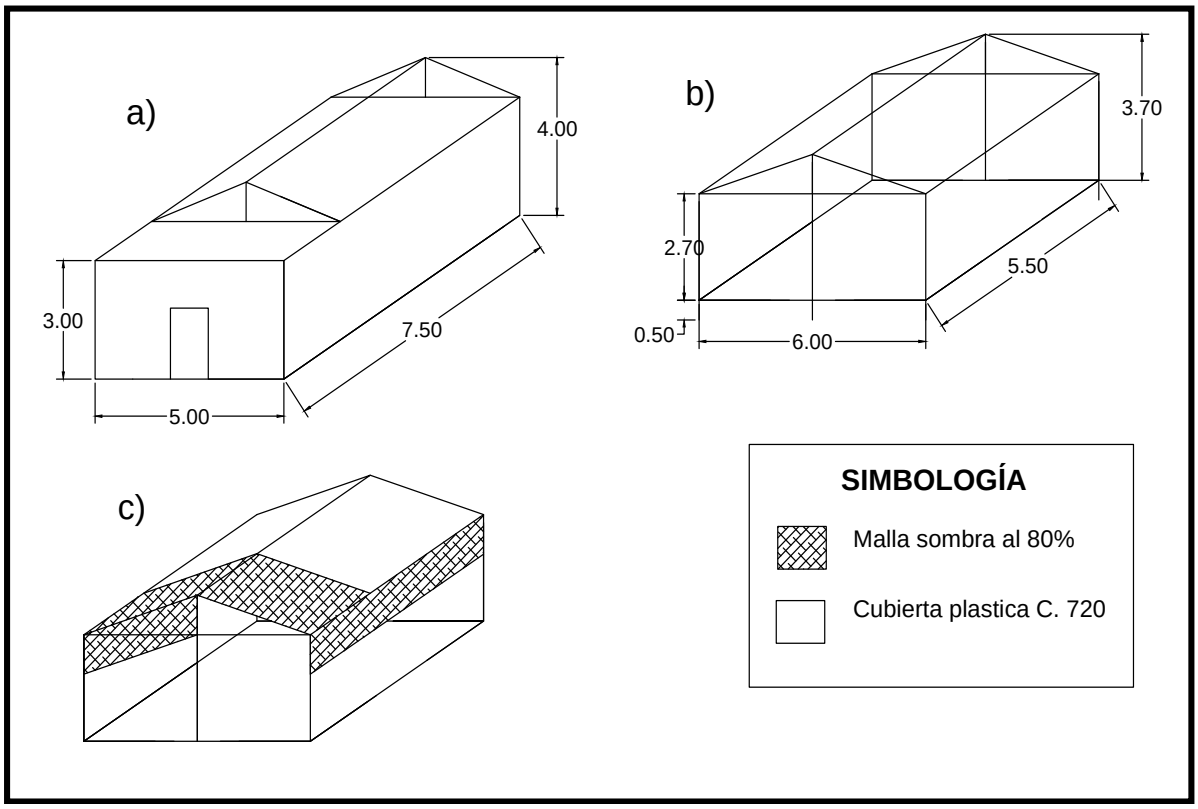


Figura 1. Dimensiones y detalles del sitio experimental: a) dimensiones del cuarto de control, b) dimensiones del módulo, c) distribución del plástico y malla sombra (cota en m)

En el centro del módulo experimental, fue instalado el lisímetro de pesada y se establecieron diez esquejes de vainilla distribuidas en el perímetro del lisímetro (área borde), a las cuales se les proporcionó una mezcla de bocashi y arena en proporciones iguales como sustrato y para su soporte se establecieron tutores naturales provenientes de cocuite (*Glyricida* sp.) con una longitud de 1.8 m cada uno. El cuarto de control sirvió para instalar el sistema de control y adquisición de

datos protegiéndolo de las inclemencias del tiempo. Así mismo, en el techo de concreto de esta construcción fue instalado el depósito de agua utilizado para el riego del cultivo.

Base de concreto: La base de concreto tuvo la función de sostener al lisímetro de pesada, además de evitar datos erróneos causados por una mala de distribución del peso sobre las celdas de carga. Las dimensiones de la base de soporte construida, fueron de 1.52 m de largo, 1.3 m de ancho y 0.15 m de grosor (Figura, 2).

Base de metal y celdas de carga: la base de metal fungió como plataforma de pesaje. Para ello se instalaron cuatro celdas de carga con capacidad de 1 tonelada y distribuidas en las esquinas de la plataforma. Las cuatro celdas de carga fueron interconectadas a una caja suma que cumplió la función de unir y sumar las señales analógicas de cada celda para enviarla a un indicador de peso modelo IPEN, el cual transmitió las variaciones de peso del lisímetro (Fig. 2).

Contenedor: El contenedor fue construido a base de láminas de acero inoxidable calibre 16, con dimensiones de 1.52 m de largo, 1.22 m de ancho y 0.29 m de profundidad, teniendo un área de 18,483 cm^2 (Figura 2). En su interior, fueron establecidos seis esquejes de vainilla con tres metros de longitud cada una.

Estructura de tutoreo: debido a que las plantas de vainilla necesitan de un soporte para que las raíces adventicias se adhieran a una superficie, en este caso los tutores, fue construida una estructura de PVC hidráulico con 1 pulgada de diámetro y dimensiones de 1.65 m de alto y 1m de ancho (Figura 2).



Figura 2. Lisímetro de pesada para vainilla

Desarrollo de los sistemas de control y registro de variables
Diseño con datalogger

El sistema general diseñado para la obtención del Kc en el cultivo de vainilla utilizando un datalogger para la adquisición de variables y control del riego, se muestra en la Figura 3. El sistema de control y registro de variables para la estimación del Kc en el cultivo de vainilla se concibió para que este funcionara mediante la interconexión de sensores aldatalogger CR1000 (Figura 3a). Para la estimación de ETo, el datalogger recibe los datos meteorológicos en tiempo real, a través de los sensores de radiación solar (Figura 3b), velocidad de viento (Figura 3c) y humedad y temperatura ambiente (Figura 3d). Para la estimación de ETr, las variaciones de peso

del lisímetro son enviadas a la unidad de control a través del indicador IPEN (Figura 3j). Así mismo, a través del módulo conversor CURS100 (Figura 3g) y de relevadores (Figura 3f), se permite la conexión del tensiómetro (Figura 3i) y la electroválvula (Figura 3h) para la operación del sistema de riego en forma autónoma de acuerdo al potencial mátrico del sustrato situado al interior del lisímetro (Figura 3k). Finalmente, los datos almacenados en el datalogger, son descargados a una computadora para su procesamiento (Figura 3l).

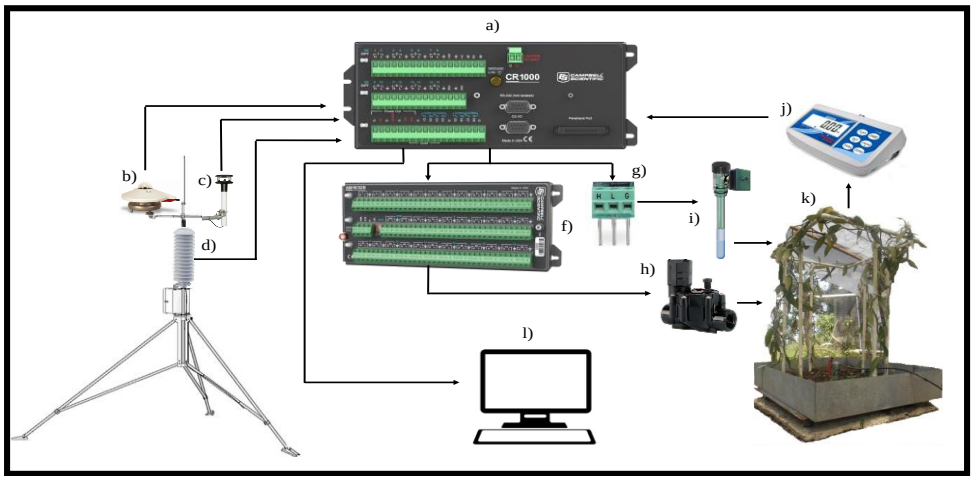


Figura 3. Diagrama de control y adquisición de datos para estimar el Kc usando un datalogger

Diseño con PLC

De acuerdo a la Figura 4, los componentes de este sistema diseñado interactúan de la siguiente manera; para la estimación de ETo, los sensores de radiación solar (Figura 4b), velocidad de viento (Figura 4c), humedad y temperatura ambiente (Figura 4d), miden y envían las lecturas al PLC (Figura 4a) para ser almacenadas en intervalos de una hora. Así mismo, para mantener el potencial mátrico del sustrato en un rango idóneo para el cultivo establecido y aplicar oportunamente el riego en el lisímetro y área borde, se realiza la conexión del tensiómetro (Figura 4f) y la electroválvula (Figura 4g). Para la estimación de ETr, las variaciones de peso del lisímetro (Figura 4h) leídas por el indicador IPEN (Figura 4e) y proporcionadas por las celdas de carga, son también transferidas a la unidad de control y registradas cada hora. Por último, los datos almacenados en el PLC, son descargados a una computadora (Figura 4i) para procesarlos y obtener el Kc.

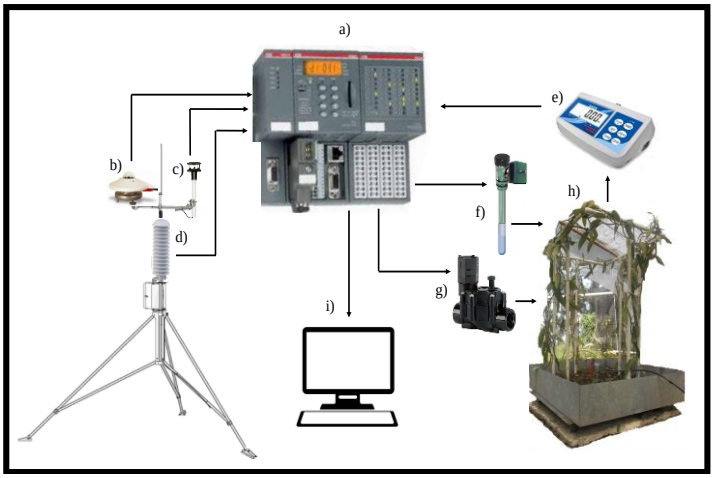


Figura 4. Diagrama de control y adquisición de datos para estimar el Kc usando un PLC

Diseño con arduino

El diagrama general para la obtención del Kc en el cultivo de vainilla utilizando la plataforma arduino y la estación meteorológica Davis se muestra en la Figura 5. El sistema desarrollado con la plataforma Arduino (Figura 5b), se diseñó para que este funcionara únicamente para controlar el riego a través del tensiómetro (Figura 5d) y la electroválvula (Figura 5e), además de registrar las variables proporcionados por el lisímetro mediante el indicador IPEN (Figura 5f). Por otro lado, la estación meteorológica Davis (Figura 5a) mide y registra los datos climáticos de radiación solar, velocidad de viento, humedad y temperatura ambiente. Las bases de datos adquiridas por ambos dispositivos son descargados a una computadora para su posterior monitoreo (Figura 5c).

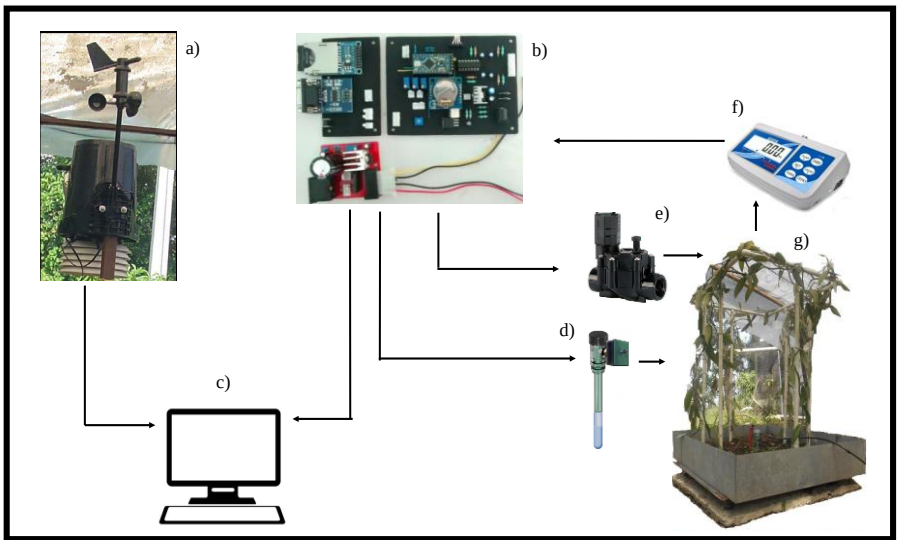


Figura 5. Diagrama de control y adquisición de datos para estimar el Kc usando Arduino y una estación Davis

Conclusiones

En la construcción del lisímetro de pesada, los componentes más costosos fueron la plataforma de pesaje y el sistema de riego, ya que ambos representaron el 94.5 % del costo total.

Considerando todo el sistema para la obtención de datos que se utilizan para la determinación del Kc en vainilla, el componente más costoso fue el sistema de control y registro de variables, debido a los sensores y equipos utilizados para obtener datos meteorológicos y registros de pesos del lisímetro de pesada en forma automatizada.
En el sistema de control y registro de variables, el sistema controlado por la plataforma Arduino fue el más económico. Sin embargo, presenta limitaciones técnicas como el limitado número de sensores que se les puede adaptar, además de ser más vulnerable a desperfectos debido a las inclemencias del medio ambiente, sobre todo en climas tropicales.
El uso del PLC para el desarrollo del sistema de control de riego y adquisición de variables, es factible tanto funcional como económica, además que suprime el uso de la estación meteorológica comercial.

Literatura citada

Allen, G. R., Pereira, S. L., Raes, D., y Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Riego y Drenaje, FAO, no. 56.

Aguilera, C. M., y Martínez, E. R. (1996). Relaciones agua suelo planta atmósfera. Patronato Universitario de la Universidad Autónoma Chapingo

Brasa, R. A. (1997). Determinación mediante teledetección de la evapotranspiración en regadíos extensivos. Tesis doctorales. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Castilla-La mancha.

Bonet, P. C., Acea, I., Brown, M. O., Hernández, V. M., y Duarte, D. C. (2010). Coeficientes de cultivo para la programación del riego de la piña. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, *19*(3), 23-27.

Castro, M. (2008). Desarrollo de un sistema de riego automatizado en tiempo real con base en balance hídrico climático, medición de humedad del suelo y lisímetro. Tesis de doctorado, Colegio de Postgraduados, Montencillo, Texcoco, Edo. De México.

Cisneros, Z. E., Rey, G. R., Martínez, V R., López, S. T., y González, R. F. (2015). Evapotranspiración y coeficientes de cultivo para el cafeto en la provincia de Pinar del Río. *Revista Ciencias* Técnicas *Agropecuarias*, *24*(2), 23-30.

Cruz, F. (2007). Automatización de un sistema de riego de fertirrigación por goteo. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Montencillo, Texcoco, Edo. De México.

De Santa, O. M. F. M., López, F. P., y Calera, B. A. (2005). Agua y agronomía. Barcelona: Ediciones Mundi-Prensa.

Doorembos, J. y Pruit, W. (1977). Las necesidades de agua de los cultivos. Serie Riego y Drenaje No 24. FAO, Roma, 193 p.

Guzmán, L. R., Quevedo, N. A., Tijerina, C. L., y Castro, P. M. (2015). Sistema de adquisición de datos meteorológicos en tiempo real con PLC. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *6*(8), 1701-1713.

Hernández, H. J. y Sánchez, M. S. (2011). Producción de planta de calidad de vainilla (*Vanilla planifolia* G. Jackson). Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Martínez de la Torre, Ver., México.

Kelso, B. H. A. (2012). Estimación de coeficientes de desarrollo para *Vanilla spp*. Y calibración regional de ETo en México. Tesis de doctorado, Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Interamericano de Recursos del Agua. Toluca, México.

Kelso, B. H. A., Mamadou, K. B., Sánchez, M. S., y Reyes, L. D. (2012a). Automatización de un lisímetro de pesada. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (4), 807-811.

Lavao, S. A. (2016). Medición y modelamiento de la evapotranspiración real del cultivo de clavel en invernadero en la Sabana de Bogotá, usando lisímetros electrónicos de pesada (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá).

Lorite, I. J., Santos, C., Testi, L., y Fereres, E. (2012). Design and construction of a large weighing lysimeter in an almond orchard. *Spanish journal of agricultural research*, *10*(1), 238-250.

Marek, T., Piccinni, G., Schneider, A., Howell, T., Jett, M., y Dusek, D. (2006). Weighing lysimeters for the determination of crop water requirements and crop coefficients. *Applied Engineering in Agriculture*, *22*(6), 851.

Pérez, A. (2001). Estudio agronómico y fisiológico en condiciones de infradotación hídrica. Memoria presentada para optar el grado de Doctor por la Universidad Politécnica de Cartagena.

Rodrigues, de M, F., Yoder, R. E., y de Souza, F. D. (1999). Instalação e calibração de un lisímetro de pesagem no projeto de irrigação Curu-Paraipaba, CE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, *3*(1).

Ruiz, P. L., Molina, M. J. M., Guerrero, A. D., y Ruiz, C, A. (2013). Design, implementation and evaluation of a lysimeter for potted plants. Recuperado a partir de http://www.aeipro.com/files/congresos/2013logronio/CIDIP2013_1608_1620.4077.pdf

Seifert, S. C. D., de Carvalho, P. F. A., Silva, de O. A., Fonseca, G. J. J. y Melo, V. L. (2013). Design, installation and calibration of a weighing lysimeter for crop evapotranspiration studies. *Water Resources and Irrigation Management*, *2*(2), 77-85.

Servín, P. M., Medina, G. G, Casas, F. I. y Catalán, E. A. V. (2012). Sistema en línea para programación de riego de chile y frijol en Zacatecas. Folleto técnico No. 42. INIFAP CENID-RASPA. Zacatecas.

Valverde, C. J. C. (2007). Riego y drenaje. San José, Costa Rica: EUNED.

FITOTOXICIDAD DE MATERIALES COMPOSTEADOS UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE DE AGUA

Gabriel Córdova Gámez [1]
Lina Pliego[85]
Celerino Robles Pérez[86]
Edilberto Aragón Robles[1]
Maritza Miguel Martínez[1]

RESUMEN

El compostaje de desechos agrícolas y forestales para su aprovechamiento en la agricultura, es una práctica ampliamente difundida hoy en día, pero es necesario que los productos obtenidos presenten madurez y estabilidad para evitar efectos negativos independientemente del uso que se le dé. Una forma de evaluar estos productos es determinar su fitotoxicidad. Por tal razón se caracterizaron materiales composteados solos o en combinación con diferentes proporciones de suelo agrícola, determinándose las propiedades biológicas de las mezclas resultantes, para lo cual se determinó la capacidad germinativa de cuatro especies hortícolas, colocando las semillas en sustratos puros o bien en extractos acuosos. De igual manera se valoró también el índice de germinación en rábano, lechuga, tomate y chile. En sustratos puros, el rábano y la lechuga en aserrín composteado y la vermicomposta presentaron el mayor porcentaje de germinación, mientras que en tomate decreció. Con el uso de extractos acuosos, en rábano, los mayores índices de germinación (IG) se observaron con el aserrín y sus mezclas y en la turba en baja proporción, mientras que en tomate con este mismo material se presentaron los índices más bajos fue en la turba y sus combinaciones. Con el uso de sustratos puros, en rábano, (T5, T6 y T12) presentaron los IG más bajos y se catalogan como materiales con ligero nivel de fitotoxicidad. En lechuga, con todos tratamientos se tuvieron altos IG (104-209) a excepción de suelo agrícola. Altos IG se reportaron en tomate usando VC y sus combinaciones. En chile, todas mezclas presentaron IG favorables para un buen desarrollo de esta especie, sobresaliendo de manera significativa T5 y T9. El uso de materiales composteados deberá estar condicionado a pruebas previas de fitotoxicidad en las especies vegetales que se pretendan producir ya que la susceptibilidad varía de una especie a otra.

PALABRAS CLAVE: Aserrín, composta, fitotoxicidad, índices de germinación, vermicomposta,

INTRODUCCIÓN

Como todo proceso, el compostaje requiere el control de las condiciones que prevalecen durante el desarrollo del mismo, como son temperatura, aereación y humedad con la finalidad de tener una adecuada descomposición y estabilización de la materia orgánica (Crojen *et al*., 2003). Esta es la principal diferencia entre el compostaje de los procesos naturales no controlados que suelen desembocar en anaerobiosis más o menos acusadas (Bueno *et al*., 2008).

[85] Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. *Departamento de Ingenierías. linapliego@hotmail.com*
[86] Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca. crobles@ipn.mx

La vermicomposta es el productos final de una bio-oxidación, degradación y estabilización de residuos orgánicos por acción combinada de lombrices y microorganismos; este producto es homogéneo y de granulometría fina (Nogales *et al*., 2008; Suthar y Singh, 2008).

La obtención de compostas inmaduras o inestables pueden deberse a condiciones anaeróbicas, liberándose compuestos fitotóxicos. La forma más efectiva para determinar si es segura para fines agrícolas, en invernadero o vívero es determinar su fitotoxicidad. La caracterización de estos materiales debe incluir el estudio las propiedades biológicas. Éstas evalúan la estabilidad biológica del material, así como la presencia de componentes que pueden actuar como estimuladores o inhibidores del crecimiento vegetal (Hu *et al*., 2008).

El objetivo del presente estudio fue determinar las propiedades biológicas de materiales composteados (aserrín y vermicomposta), solos o mezclados con suelo agrícola, con la finalidad de ser usado en el cultivo del chile de agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca durante el periodo marzo a diciembre del 2013. Los trabajos relacionados con la evaluación de la fitotoxicidad de los materiales composteados se realizaron en el laboratorio de suelos del CIIDIR-IPN-OAX.

Tratamientos

Los tratamientos fueron generados a partir de los sustratos: aserrín composteado, turba y vermicomposta mezclados en diferentes proporciones con suelo agrícola, con un total de 13 tratamientos para el caso del uso de sustrato sólido y 14 cuando se utilizaron extractos acuosos ya que se consideró un control con agua (Cuadro 1). Los tratamientos se aplicaron a semillas de las especies: rábano, lechuga, tomate y chile.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados para determinar el porcentaje de germinación en materiales composteados.

Tto.	Descripción	Tto.	Descripción
1	Aserrín 100 %	8	Turba 75%+ suelo 25%
2	Aserrín 75%+ suelo 25%	9	Vermicomposta 100%
3	Aserrín 50%+ suelo 25%	10	Vermicomposta 75%+ suelo 25%
4	Aserrín 25%+ Suelo 75%	11	Vermicomposta 50%+ suelo 50%
5	Turba 100%	12	Vermicomposta 25%+ suelo 75%
6	Turba 75%+suelo 25%	13	Suelo 100% (Testigo)
7	Turba 50%+suelo 50%		

Para el caso de la determinación de los índices de germinación de los materiales evaluados los tratamientos quedaron establecidos de la siguiente manera:

Cuadro 2. Tratamientos aplicados con extractos acuosos para determinar índices de germinación en materiales composteados y sus combinaciones con suelo agrícola

Tto.	Descripción	Tto.	Descripción
1	Testigo (agua)	8	Turba 50%+suelo 50%
2	Aserrín 100 %	9	Turba 75%+ suelo 25%
3	Aserrín 75%+ suelo 25%	10	Vermicomposta 100%
4	Aserrín 50%+ suelo 25%	11	Vermicomposta 75%+ suelo 25%
5	Aserrín 25%+ Suelo 75%	12	Vermicomposta 50%+ suelo 50%
6	Turba 100%	13	Vermicomposta 25%+ suelo 75%
7	Turba 75%+suelo 25%	14	Suelo 100%

Para establecer el nivel de fitotoxicidad de los materiales evaluados se realizaron bioensayos de germinación siguiendo el procedimiento propuesto por Zucconi *et al.* (1985), con ligeras modificaciones, utilizando semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.), chile de agua (*Capsicum annuum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum*) y rábano (*Raphanus sativus*). En las especies evaluadas los ensayos de germinación se efectuaron en extractos acuosos y en sustratos sólidos. En el caso de extractos acuosos, se obtuvo un extracto de saturación de cada uno de materiales evaluados (1:1 v/g). Se ensayó una sola dilución que constó de 50 % de agua destilada y 50 % del extracto obtenido.

En el establecimiento del biosensayo se utilizaron cajas de Petri de (9 cm de diámetro), sobre las que se colocó papel filtro y se agregaron 5 ml de extracto diluido (50%), enseguida se depositaron 20 semillas de las especies a evaluar, y sobre estas se colocó papel filtro humedecido con el mismo extracto de cada uno de los materiales diluidos. El experimento se realizó por triplicado y se consideró un testigo con agua destilada. A partir de estos dos datos se calculó el porcentaje de germinación (%G) e índice de germinación (IG) con las siguientes ecuaciones:

$$\%\ G = \frac{\text{N° de semillas germinadas}}{\text{N° de semillas sembradas}} \times 100 \qquad IG\ \frac{\text{G extracto}}{\text{G agua}} \times \frac{\text{Lm extracto}}{\text{Lm agua}} \times 100$$

Dónde:
% G = porcentaje de germinación
IG (%) = índice de germinación
G extracto = % germinación del extracto
G agua= % germinación en agua destilada
Lm extracto = longitud media de la raíz en el extracto
Lm agua = longitud media de la raíz en agua destilada

El grado de fitotoxicidad detectado en los extractos de acuerdo lo interpretado por Emino y Warman (2004) fue el siguiente:

Cuadro 3. Grados de fitotoxicidad de acuerdo a Emino y Warman

Indice de germinación (%)	Nivel fitotoxicidad
< 50	Alto
50-80	Moderado
> 60	Ausencia

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un total de 13 y14 tratamientos dependiendo si se trataron de sustratos puros o extractos acuosos respectivamente. Todas las variables se analizaron mediante modelo lineal general (MLG), con varianza y prueba de Tukey ($P < 0.05$) cuando hubo diferencias estadísticamente significativas. El análisis estadístico fue realizado con el programa SAS 9.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de germinación

En *Rhapanus sativa*, se presentó el mas alto porcentaje de germinación en turba sin combinar, sin diferencias significativas con aserrín al 50 % y 25 %. Para los tratamientos que incluyeron a la vermicomposta, los valores de germinación fueron los mas bajos. Una respuesta similar fue observada en *Latuca sativa* a excepción T3 y T4 donde el porcentaje de germinación detectado fue menor (Cuadro 4). En jitomate, en general se registró una menor proporción de semillas germinadas en comparacion a las otras especies evaluadas, los sustratos sin combinar promivieron de manera significativa la germinación en esta especie. La capacidad germinativa en chile fue muy similar a la detectada en lechuga. Los más altos porcentajes se alcanzaron en turba sola (85%). El uso de vermicomposta sola y suelo agrícola (T9 y T13) provocaron un incremento en el porcentaje de germinación de chile en tanto que para lechuga se observó una disminución (Cuadro 4).

Durante la evaluación de compostas procedentes de desechos agroindustriales Varnero *et al*. (2014) detectaron porcentajes de germinación menores al 80 % en rábano, por lo que estos materiales fueron considerados como inmaduros; estos mismos materiales resultaron ser adecuados para la germinación de lechuga. El efecto inhibitorio en el número de semillas germinadas detectado en rábano fue también observado con el uso de vermicomposta y sus mezclas en la investigación desarrollada. Por otro lado, Ortega-Martínez *et al*. (2010) determinaron que el uso de aserrín y vermicomposta como sustratos en la germinación de tomate presentaron valores comparables al obtenido con turba, y fueron mayores a los detectados bajo las condiciones del presente trabajo.

Estos resultados indican que la respuesta observada en las especies evaluadas difiere en relación al material utilizado como sustrato, es asi como Emino y Warman (2014) establecen que las especies mas sensibles a la presencia de sustancias fitotóxicas en los sustratos evaluados responden con un menor número de semillas germinadas.

Cuadro 4. Porcentaje de germinación en semillas de rábano, lechuga, tomate y chile en los diferentes sustratos evaluados.

	Raphanus sativus	*Lactuca sativa*	*Solanum lycopersicum*	*Capsicum annuum*
T1	60 e	59 f	70 ab	62 cdef
T2	80 cd	87ab	56 c	72 bc
T3	86 abcd	72 cd	61 abc	65 bcde
T4	90 ab	60 ef	55 c	52 f
T5	93 a	90 a	71 ab	85 a
T6	89 abc	85 ab	65 abc	70 bcd
T7	79 d	78 bc	52 c	75 ab
T8	82 bcd	85 ab	59 bc	85 a
T9	55 e	61 def	79 a	71 bcd
T10	58 e	59 f	53 c	63 cdef
T11	36 f	55 f	58 bc	54 ef
T12	42 f	71 cde	70 ab	60 def
T13	80 cd	53 d	71 ab	61 cde

Índices de germinación en extractos acuosos

En rábano, sobresalieron los valores de IG en extractos acuosos procedentes de aserrín (299) y sus combinaciones (T4 y T5), y vermicomposta al 50 % (85), así como la turba sola y en baja proporción presentaron índices de germinación por encima de 85, lo que los cataloga como extractos sin fitotoxicidad (Figura 1). El extracto acuoso de suelo agrícola presentó un IG por debajo de 50, en tanto que los extractos de VC y turba sin combinar tuvieron valores menores al 80%.

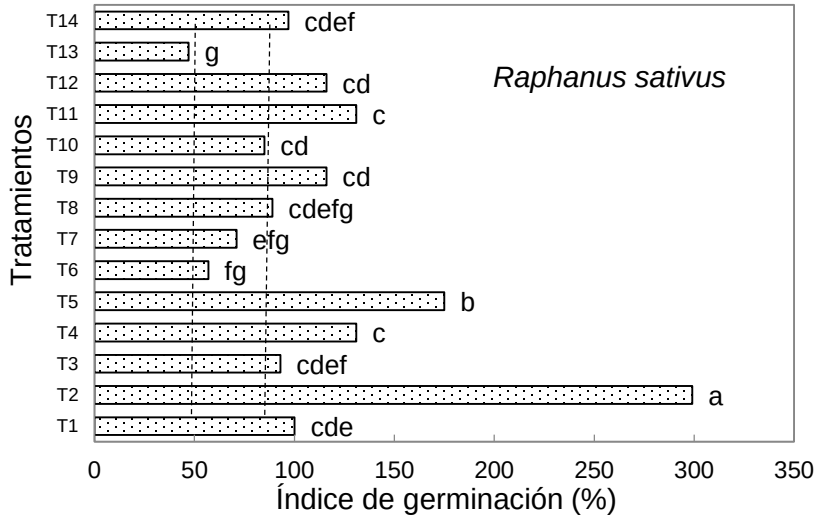


Figura 1. Índices de germinación en semillas de *Rhapanus sativus* en extractos acuosos procedentes de materiales composteados solos o combinados con suelo agrícola.

Para el caso de la lechuga, la mayoría de los tratamientos mostraron altos IG por encima de 80, estos valores son indicativos de la presencia de nutrientes y/o de promotores de la germinación

en los materiales evaluados, solo los extractos acuosos del aserrín solo y la turba en baja proporción mostraron IG por debajo del 80%.

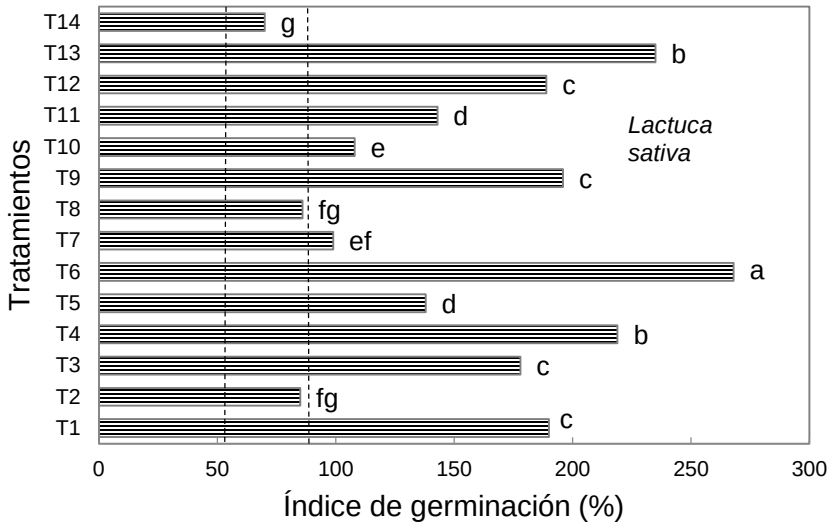


Figura 2. Índices de germinación en semillas de *Lactuca sativa* para extractos acuosos procedentes de materiales composteados solos o combinados con suelo agrícola..

Los índices de germinación en *Solanum lycopersicum* fueron los mas altos, en comparación al resto de las especies evaluadas (Figura 3). El extracto acuoso de la turba en baja proporción) dio como resultado el valor más alto (456.33) con diferencias significativas al resto de los tratamientos esta especie. T3 y T14 fueron los tratamientos con IG mas bajos, presentando diferencias significativa con el restos de los tratamientos (Figura 3).

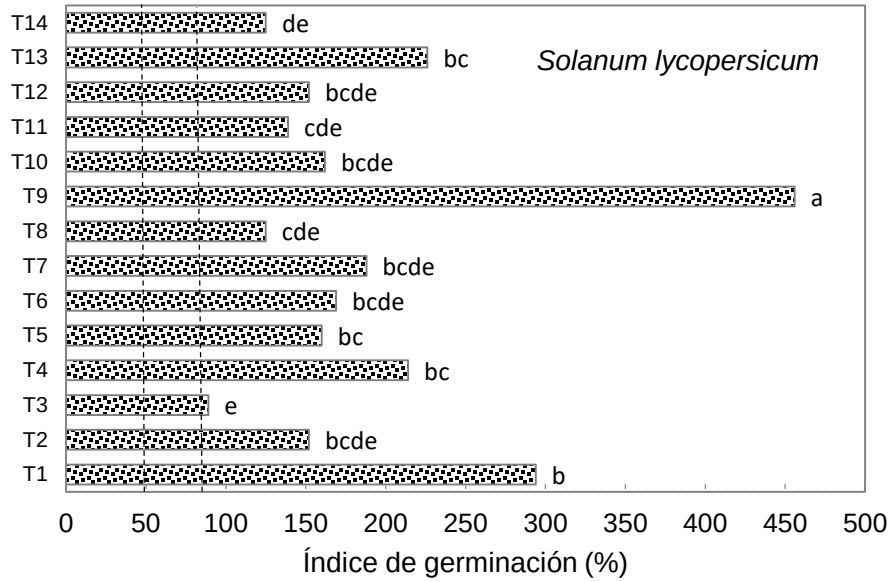


Figura 3. Índices de germinación en semillas de *Lactuca sativa* para extractos acuosos procedentes de materiales composteados solos o combinados con suelo agrícola..

En chile, los extractos acuosos de la turba combinada, así como la vermicomposta y el aserrín en baja proporción dieron como resultado los valores mas altos de índices de germinación para esta especie. El IG para la vermicomposta (72 %) sin combinar, indica que este material para el caso de esta especie fue moderadamente fitotóxico.

De los resultados obtenidos en el presente estudio y de los reportados en otras investigaciones se infiere que el IG en un sustrato determinado varía de acuerdo a la especie valorada, por lo que se recomienda realizar las pruebas de fitotoxicidad con aquellas especies que se pretende trabajar si se pretende hacer uso de materiales composteados (Cano *et al*., 2004).

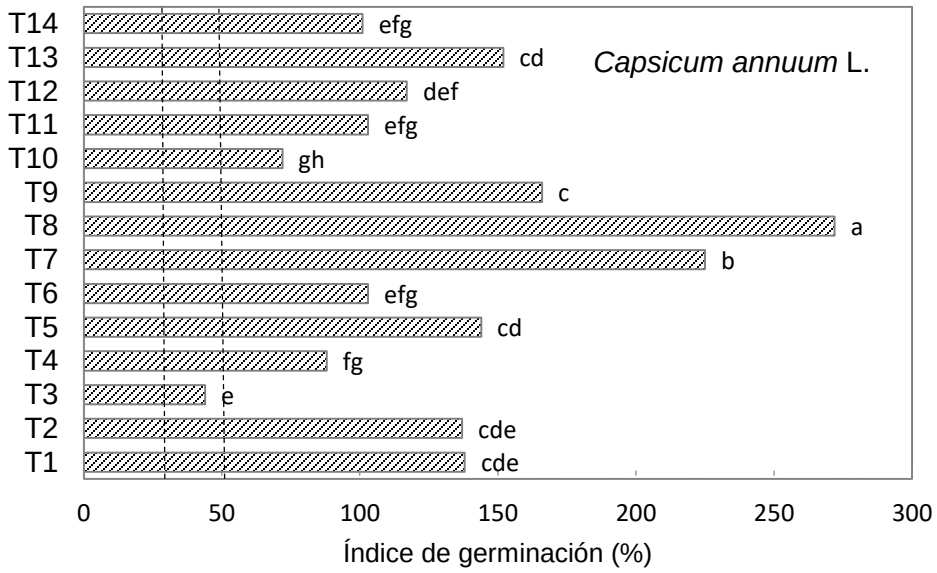


Figura 4. Índices de germinación en semillas de *Capsicum annuum* L. para extractos acuosos procedentes de materiales composteados solos o combinados con suelo agrícola.

CONCLUSIONES

Las tasas de germinación en las mezclas de los materiales evaluados variaron de acuerdo a la especie vegetal valorada. En rábano se registraron los mayores porcentajes de germinación y correspondieron a las mezclas de aserrín y turba, mientras que el tomate y chile fueron muy sensible a casi todos los materiales evaluados.

Los índices de germinación determinados muestran que la fitotoxicidad de los materiales evaluados en las especies vegetales probadas fueron en su mayoría ligeramente tóxicos o sin fitotoxicidad presente.

LITERATURA CITADA

Bueno P., Tapias R., Lopez F., Diaz M. J., 2008. Optimizing composting parameters for 36 nitrogen conservation in composting. Bioresource Technology 99, 5069-5077

Cano, R.P.; Moreno, R.A.; Marquéz, C.H. y Rodríguez, D.N. 2004. Producción orgánica de tomate bajo invernadero en la Comarca Lagunera. Memorias del cuarto Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Torreón, Coahuila, México.

Crojen A., Turner C Williams A., Barker A y Guy S. 2003. Composting under controlled conditions. Enviromental Technology 24: 1221-1234.

Emino E. y Warman P. 2004. Biological assay for compost quality. Compost Science&Utilization. 12: 342-348.

Huerta-Muñoz E., Cruz-Hernández J., Aguirre-Álvarez L., Raymundo Caballero-Mata R. y Pérez-Hidalgo L.F. 2015. Toxicidad de fertilizantes orgánicos estimada con bioensayo de germinación de lechuga. Terra Latinoamericana 33: 179-185.

Hu Z, Lane R., Wen Z 2008 Composting clam processing wastes in a laboratory and pilot-scale in-vessel system. Waste Manage 29(1):180–185

Nogales R., Domínguez J. y Mato S. 2008. Vermicompostaje. En Moreno, J y Moral, R. (Eds). Compostaje. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. pp 189-207.

Ortega-Martínez L.D., Sánchez-Olarte J., Díaz-Ruiz R. y Ocampo-Mendoza J. 2010. Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Solanum esculentum* L.). Ra Ximhai Vol. 6(3): 365-372.

Paradelo R., Moldes A.B., Prieto, Sandu R. G. and Barral M.T. 2010. Can stability and maturity be evaluated in finished composts from different sources? Compost Sci. Util. 18: 22-31.

Rojas A.C., Orellana R.R., Sotomayor F.E. y Ma. Varnero M.M.T. 2005. Fitotoxicidad de extracto de residuos orgánicos y su efecto sobre el índice de germinación de rabanito y pepino. Rev. Cienc. Suelo Nutr. Veg. 5(2): 61-66.

Suthar S. y Singh S. 2008. Feasibility of vermicomposting in biostabilization of sludge from distillery industry. Science of the total enviroment 394: 237-243.

Varnero M. T., Rojas C. y Orellana R. 2007. Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje. J. Soil Sc Nutr. 7 (1) 2007 (28-37)

Zucconi, F., M., Forte, A. Monaco, and M. De Bertoldi, 1985. Biological evaluation of compost maturity. Biocycle 22: 27–29.

FORMACIÓN DE NUEVOS GENOTIPOS DE SORGO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS SUSTENTABLES EN GUASAVE, SINALOA

Antonio Flores-Naveda[1]
Gilberto Bojórquez-Delgado[1]
Julio G. Pacheco-Ayala[1]
Andrés Gálvez-Rodríguez[1]
Jesús Bojórquez-Delgado[1]

RESUMEN

Actualmente la agricultura representa un sector altamente vulnerable al cambio climático, ya que los cambios de temperatura provocan, escasez o exceso de lluvias, cambios en la incidencia de plagas, enfermedades y malezas. Lo anterior, representa un gran reto para la humanidad, por lo que se deben de buscar diversas estrategias de manejo en los sistemas de producción agrícola, para mitigar los efectos adversos del cambio climático en las diversas regiones del mundo.

Estudios recientes mencionan que la productividad agrícola puede reducir en un 30% en el presente siglo, por lo tanto, estaría en riesgo la seguridad alimentaria de la población. Por lo tanto, en los diversos programas de mejoramiento genético de plantas, se deben de buscar diversas estrategias que permitan la formación y selección de nuevos genotipos, mediante la utilización de prácticas agronómicas sustentables, por lo anterior, en el estado de Sinaloa diversas Asociaciones de Agricultores, promueven la campaña “Sinaloa Sustentable” la cual busca compartir y difundir los logros y esfuerzos de los productores en temas de sustentabilidad, además de promover una agricultura que reduzca costos de producción, rendimientos estables que contribuyan a mitigar los impactos del cambio climático. Por lo tanto, con el desarrollo de este trabajo de investigación, se realizó la selección y formación de nuevos genotipos de sorgo para grano y doble propósito, mediante la implementación de prácticas agronómicas sustentables, con las cuales se busca impulsar el desarrollo y competitividad del sector agropecuario en esta región del país.

PALABRAS CLAVE: Grano, forraje, semillas, *Sorghum bicolor* L. Moench.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) es el quinto cereal más importante del mundo después del trigo, maíz, arroz y cebada (ICRISAT, 2016), (FAO, 2016). La semilla es la portadora del potencial genético que determina la productividad y constituye el insumo más importante para alcanzar altos rendimientos en un cultivo (Flores *et al*., 2013). La semilla de alta calidad es uno de los insumos más importantes para asegurar un buen establecimiento de plántulas en campo (ISTA, 2016).

Los efectos adversos del cambio climático actual, limitan la producción agrícola en las diversas regiones del mundo. Por lo tanto, se deben de buscar cultivos agrícolas que permitan, tolerancia a calor y sequía, como es el caso del cultivo de sorgo, por lo tanto, es el principal cereal de cultivo que se siembra en las diversas regiones áridas y semiáridas del mundo (Flores *et al*., 2012). En los últimos años el campo sinaloense, ha sido golpeado por fenómenos climáticos inusuales, desde la helada que en el año 2011, devasto el 90% de los cultivos establecidos en el estado, sequías prolongadas, altas temperaturas y granizadas que han afectado la productividad agrícola.

[1]División de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable. Tecnológico Nacional de México. TecNM. Instituto Tecnológico Superior de Guasave. naveda26@hotmail.com

En el estado de Sinaloa, con el paso del tiempo se puede apreciar que los productores han cambiado paulatinamente la forma de cultivar sus tierras, ya que los altos costos de producción y el cambio climático, son los retos a enfrentar de manera permanente cada ciclo agrícola, por lo que la sustentabilidad ha sido la opción más viable. Por lo anterior, diversas Asociaciones de Agricultores en el estado, han incorporado alrededor de 2,000 hectáreas en agricultura sustentable (CIMMYT, 2016). Además, SAGARPA opera el componente de MasAgro Productivo, que otorga incentivos para incrementar la producción y productividad de maíz, trigo, y otros cereales de grano pequeño, ubicados en las áreas de extensión de MasAgro Científico para la adopción de tecnologías innovadoras y sustentables.

Por tal motivo, en los diversos cultivos agrícolas se deben establecer diversas prácticas agronómicas sustentables que permitan el cuidado del medio ambiente, reducir los costos de producción, mediante retención de residuos de la cosecha anterior, para evitar la erosión hídrica y eólica del suelo, utilización de mínima labranza y rotación de cultivos. Por lo tanto, en el Campo Experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave, se busca incentivar la agricultura sustentable. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo de investigación es la formación de nuevos genotipos de sorgo para grano y doble propósito, para la región Noroeste del país que contribuyan al desarrollo y competitividad del sector agropecuario, mediante técnicas agronómicas sustentables.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo Primavera-Verano 2016-2017 en el Campo Experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave, ubicado en carretera internacional y entronque a la brecha en el Municipio de Guasave, Sinaloa, en las coordenadas geográficas son 25° 31' 33.47” latitud norte del trópico de cáncer y 108° 22' 47.24" longitud oeste a una altura de 50 msnm.

Las parcelas experimentales se establecieron en campo, utilizando los residuos o rastrojos de la cosecha anterior, en este caso de un cultivo de maíz. Los rastrojos son un factor fundamental para la correcta aplicación de la agricultura de conservación. En los sistemas agrícolas convencionales, los residuos normalmente se utilizan para alimentar a los animales, o bien se retiran del campo para otros usos, se incorporan o se queman. (SAGARPA, 2015). Por lo anterior, en el presente trabajo de investigación se realizó la siembra del cultivo de sorgo, sobre los residuos de la cosecha anterior, con el objetivo de reducir la erosión hídrica y eólica del suelo, incrementar gradualmente la materia orgánica y microorganismos benéficos del suelo.

Se utilizó germoplasma generado a través de trabajos de investigación en diversas localidades del país en Mejoramiento Genético de Sorgo, dicho germoplasma fue introducido, inicialmente del Programa de Mejoramiento de Sorgo de la Universidad de Texas A&M y del ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics), localizado en Patancheru, India. Se establecieron un total de 440 parcelas experimentales, bajo condiciones de riego. Las parcelas se establecieron en un surco de 11.5 metros de longitud por 0.75 m de ancho a una densidad de 16 plantas por metro lineal.

Manejo agronómico

En las etapas iniciales del cultivo de sorgo se realizó un raleo de plántulas con la finalidad de establecer una densidad de 10 a 12 plantas por metro lineal. Se realizó el control de malezas mediante escardas. Además, se realizaron aplicaciones foliares de abonos orgánicos a base de ácidos húmicos y fúlvicos, durante las diversas etapas de crecimiento y desarrollo de la planta de sorgo.

Manejo agroecológico de plagas

Se utilizaron trampas con feromonas para el control del gusano cogollero *(Spodoptera frugiperda)* y gusano soldado *(Spodoptera exigua)* con el objetivo de realizar un manejo agroecológico de plagas para mantener las poblaciones de insectos plaga por debajo del umbral económico. Se colocaron cuatro trampas con feromonas a 25 metros de las orillas en la parcela experimental de sorgo.

Las trampas con feromonas atraen y capturan al macho de la palomilla, ya que simulan el aroma de la hembra, evitando los apareamientos que ocurren en forma natural, disminuyendo la infestación de la plaga., cada cuatro días se realizaba el cambio de agua en la trampa para evitar la pérdida del efecto de las feromonas por el mal olor (INIFAP, 2016).

Previo a la floración se identificaron las plantas fuera de tipo y se procedió a realizar su desmezcle. Después del inicio de antesis, se realizó la liberación de crisopas, las cuales se entregaron como donación por parte de la Junta Local de Sanidad Vegetal de Guasave, para control biológico del pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari/sorghi)*.

Mediante la implementación de una fecha de siembra optima en el cultivo de sorgo, se logró reducir el efecto de la incidencia del aumento de las poblaciones del pulgón amarillo, así como el empleo de genotipos resistentes, un programa adecuado de nutrición vegetal, más el aprovechamiento de enemigos naturales, así como un manejo racional de insecticidas, además de eliminar oportunamente socas, zacate johnson, plantas voluntarias y plantas silvestres hospederas, se puede lograr un manejo integrado para enfrentar con éxito ésta plaga que limita la producción del cultivo de sorgo. Durante el ciclo P-V 2017, se observó una diversidad y abundancia de insectos depredadores, entre ellos catarinas, las cuales son enemigos naturales y contribuyen significativamente en el manejo integrado del pulgón amarillo del sorgo.

Descripción varietal

A su vez, en el presente trabajo de investigación se realizó la descripción varietal completa a dos líneas experimentales avanzadas de sorgo, en base a la guía técnica para la Descripción Varietal de Sorgo (*Sorghum bicolor L*.), que recomienda el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) de la SAGARPA, la cual se encuentra basada en los principios de la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV) de acuerdo con las “Directrices para la ejecución del examen de la distinción, homogeneidad y estabilidad (TG/122/3) en el cultivo de sorgo”, (UPOV, 2017).

Análisis de laboratorio

Asimismo, durante el manejo poscosecha se realizó la caracterización morfológica del grano. Posteriormente, se realizó la limpieza, lavado y secado del grano, para su procesamiento en harina. A su vez, se realizó el etiquetado de tres muestras en paquetes individuales de 500 gramos cada una, para la determinación de un análisis proximal en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Unidad Culiacán.

Actualmente, la necesidad de abastecer de alimentos a una población en constante crecimiento, aunado a la problemática de los diversos efectos adversos originados por el cambio climático, nos obliga a la adopción de nuevos cultivos tolerantes al calor y sequía, siendo el cultivo de sorgo una opción viable para enfrentar estos retos, por lo tanto, se propone la harina de sorgo como una alternativa viable para la elaboración de diversos alimentos para consumo humano en México.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de este trabajo de investigación, se han seleccionado diversas líneas experimentales de sorgo, las cuales cuentan con un potencial agronómico aceptable en el ambiente de evaluación (Cuadro 1).

De un total de 440 parcelas experimentales evaluadas, se observó que veintitrés LES (líneas experimentales de sorgo), presentaron uniformidad y estabilidad, además de un aceptable comportamiento agronómico y por lo tanto, una buena adaptación a las condiciones agroecológicas del Valle agrícola de la región de Guasave, Sinaloa. Además, se observó que algunas líneas experimentales, no presentaron daño en la panoja por ataque de pájaros, siendo esta una característica muy importante ya que en la actualidad los cultivos de sorgo a nivel comercial, presentan ataques severos en la panícula durante la etapa de madurez de grano.

Cuadro 1. Datos promedio de variables morfológicas del grupo de líneas experimentales de sorgo con aceptable comportamiento agronómico en el Campo Experimental del ITSG. Ciclo: Primavera-Verano, 2016-2017. Guasave, Sinaloa, México.

Genotipo	EP (días)	AP (cm)	DT (mm)	LH (cm)	AH (cm)	LP (cm)	LE (cm)	PMS (g)	PSP (g)
LES 278	69	160	21.3	64	6.9	29.0	9.4	37.5	38.1
LES 280	79	153	18.1	62	6.5	23.5	5.5	36.2	32.7
LES 283	81	124	17.6	61	6.8	26.5	6.2	33.2	32.5
LES 284	82	134	15.3	47	6.2	23.0	5.5	28.7	37.5
LES 291	70	129	14.1	48	6.1	23.5	5.5	28.5	36.1
LES 296	78	152	17.9	62	6.4	24.5	6.0	30.5	32.8

LES: Línea experimental de sorgo; EP: emergencia de la panícula; AP: altura de planta; DT: diámetro de tallo; LH: largo de la 3ª hoja; AH: ancho de la 3ª hoja; LP: longitud de la panícula; LE: longitud de excersión; PMS: peso de mil semillas; PSP: peso de semilla por panícula (panoja). Campo Experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave en el Valle Agrícola de Guasave, Sinaloa, México.

El rendimiento de semilla promedio por panoja de los genotipos evaluados fue mayor en la línea experimental LES 278 (38.1 g vs. 32.5 g) en la LES 283, bajo condiciones de riego. Estas líneas experimentales, se pueden utilizar como líneas R y/o como variedades de polinización libre, ya que tienen la característica genética de producir mayor cantidad de flores, mayor cantidad de polen y su periodo de floración es más largo que el de las líneas isogénicas B (Cisneros-López *et al.,* 2009). La línea R es capaz de restaurar la fertilidad en la cruza A x R, en donde estas líneas se seleccionan, por su alta capacidad para producir una progenie híbrida en donde se presente un aceptable vigor para rendimiento de grano. A su vez, la producción de semilla híbrida de sorgo involucra a una línea R restauradora y una línea B mantenedora como fuentes de polen, las R producen más polen viable que las B (Cisneros-López *et al.,* 2012).

La descripción fenotípica de las dos líneas experimentales avanzadas, se realizó con base en la guía técnica para descripción varietal de sorgo, emitida por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV, 2017).

Las líneas experimentales, no presentan pigmentación de antocianinas en las láminas foliares, la planta presenta un macollo, el color del follaje es verde medio, las espiguillas no presentan aristas o éstas son cortas; las glumas son cortas y cubren aproximadamente un 35-40 % de la superficie de la cubierta del grano; la presencia de taninos en el grano es escasa o ausente; el endospermo predominante es harinoso (75 %) y el resto es vítreo.

El color del grano en las líneas es blanco, blanco amarillento, rojo, naranja, negro y café rojizo. Por su parte, la línea experimental 291, tiene coleoptilo pigmentado, presenta aristas en la lema; la gluma es de color café obscuro en la etapa de madurez, el color de grano es café rojizo y con endospermo 100 % harinoso.

Las líneas experimentales de sorgo evaluadas, no presentaron incidencia al ergot del sorgo (*Claviceps africana*), como es el caso de diversas líneas R evaluadas en la región de Valles Altos y en el Noreste del país, según lo reportado por (Hernández-Martínez *et al.,* 2002; Mendoza-Onofre *et al.,* 2006) y al tizón de la panoja y pudrición del tallo (*Fusarium verticillioides*).

Los genotipos evaluados en este trabajo de investigación se desarrollaron mediante un proceso de selección genealógica a partir de líneas segregantes y de un grupo de líneas experimentales introducidas de programas de mejoramiento genético de sorgo internacionales. Posteriormente, se desarrollaron ciclos sucesivos de selección genealógica, generalmente dos ciclos por año con selección durante el ciclo P-V, O-I, bajo condiciones de riego y riego limitado, así como su respectivo avance generacional de los diversos genotipos seleccionados, hasta lograr una línea homogénea y estable.

A nivel de laboratorio se evaluaron tres líneas experimentales de color de grano blanco, negro y blanco amarillento, las evaluaciones se realizaron en muestras de harina, mediante un análisis proximal en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos del CIAD-Unidad Culiacán, reportándose un contenido de proteína de 12.2, 11.0 y 8.8% respectivamente. A partir de la harina procesada de estas líneas avanzadas de sorgo, se ha realizado la elaboración de diversos productos alimenticios tradicionales de la gastronomía mexicana y por lo tanto, estos nuevos genotipos cuentan con el potencial para consumo humano en México.

Las nuevas líneas experimentales generadas en este trabajo de investigación, se pueden liberar como variedades de polinización libre con la ventaja para los productores que ellos mismos, pueden realizar la multiplicación de la semilla en próximos ciclos agrícolas, por lo tanto, pueden reducir costos de producción, al no depender de la compra de semilla híbrida de sorgo comercializada por empresas extranjeras. Además, estas nuevas variedades cuentan con el potencial para utilizarse en la alimentación humana partir de harina y/o masa nixtamalizada.

CONCLUSIONES

Los resultados generados en la presente investigación, permitieron identificar a veintitrés líneas experimentales de sorgo, las cuales presentaron uniformidad y estabilidad, además de un comportamiento agronómico aceptable a las condiciones agroecológicas del valle agrícola de la región de Guasave, Sinaloa, con la implementación de prácticas agronómicas sustentables, lo cual permitirá continuar con el avance generacional en próximos ciclos agrícolas, para su evaluación en diversas localidades de la región. Además, la caracterización de las líneas avanzadas a nivel de campo y laboratorio, permitieron generar el informe técnico sobre la descripción varietal de los genotipos.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Posgrado, Investigación e Innovación del Tecnológico Nacional de México y al Instituto Tecnológico Superior de Guasave, por el financiamiento otorgado para el desarrollo del proyecto clave: 419.16-PD, aprobado por el TecNM en la convocatoria Apoyo a la Investigación Científica, Aplicada, Desarrollo Tecnológico e Innovación 2016.

LITERATURA CITADA

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 2016. Programa de Intensificación Sustentable. Agricultura de Conservación. Texcoco, Estado de México.

Cisneros-López, ME; Mendoza-Onofre, LE; Gonzalez-Hernandez, VA. 2012. Male parent effects on stigma receptivity and seed set of sorghum A-lines under chilling field temperatures. Plant Breeding 131(1):88-93.

Cisneros-López M. E., L. E. Mendoza-Onofre, H. A. Zavaleta-Mancera, V. A. González-Hernández, L. Córdova-Téllez, M. Hernández-Martínez and G. Mora-Aguilera, 2009. Floral traits and seed production of sorghum A_, B_ and R_ lines under chilling field temperatures. Journal of Agronomy and Crop Science 195:464-471.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2016. FAOSTAT. ProdStat database, yearly production (en línea). Consultado en Mayo del 2017. Disponible en http://www.faostat.fao.org

Flores-Naveda, A., Valdes L.C.G.S, Rooney W. L, Olivares S. E, Zavala G. F, Gutierrez D. A, Vazquez B. M. E. 2012. Grain yield of sorghum lines planted under irrigation and limited irrigation in Texas. International Journal of Experimental Botany. (2012) 81: 113-121.

Flores-Naveda, A., Valdes L.C.G.S, Zavala G. F, Olivares S. E, Gutierrez D. A, Vazquez B. M. E. 2013. Agronomic performance of sorghum seed production lines. Agronomia Mesoamericana. 24 (1): 111-118.

Hernández-Martínez M., L. E. Mendoza-Onofre, P. Ramírez-Vallejo, S. Osada- Kawasoe, E. Cárdenas-Soriano and F. Zavala-García. 2002. Response of sorghum B and R lines to ergot (*Claviceps africana*) at Celaya Guanajuato, México. *In:* Sorghum and Millets Diseases. J. F. Leslie (ed.). Iowa State Press. Ames, Iowa, USA. pp:83-85.

ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics). 2016. Annual report 2016. ICRISAT, Patancheru. Andhra Pradesh, India. 68 p.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2016. Manejo agroecológico de gusano cogollero. Manejo agroecológico de plagas del Hub Bajío-INIFAP. Agricultura de Conservación. CIMMYT-MasAgro. Abril, 2016.

ISTA (International Seed Testing Association). 2016. International rules for seed testing. Ed. ISTA. Suiza. 550 p.

Mendoza-Onofre, L. E., M. Hernández-Martínez, E. Cárdenas-Soriano y P. Ramírez-Vallejo. 2006. El germoplasma de sorgo tolerante al frío como fuente potencial de tolerancia al ergot (*Claviceps africana* Frederickson, Mantle & de Milliano). *Agrociencia* 40:593-603.

SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2015. Agenda Técnica Agrícola de Sinaloa. Segunda edición. Ciudad de México.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 2017. Sorgo. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Documento TG/122/4. Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. Ginebra. 35 p. http://www.upov.int/edocs/ tgdocs/es/tg122.pdf. (Enero, 2017).

EFECTO DE TRES CONDICIONES PROTEGIDAS SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL BETABEL

Marco Antonio Bustamante-García[1]
Verónica Guadalupe Robles-Salazar[1]
Fabiola Aureoles-Rodríguez[1]
Juan Jose Galván-Luna[1]
Víctor Manuel Reyes-Salas[1]
Alejandro José Bustamante-Dávila[2]

RESUMEN

El cultivo del betabel se realiza comúnmente a campo abierto y no existen reportes de su producción bajo condiciones protegidas. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de tres condiciones protegidas sobre el rendimiento y calidad del betabel, utilizando diferentes dosis de NPK. Se utilizaron macro y micro túneles provistos de una cubierta plástica y de una malla sombra de color azul o negra, las cuales transmitían una radiación del 52 al 35%, en relación a lo registrado a campo abierto. Se utilizó el hibrido Boro F1, el cual se estableció por transplante el 1° de abril, en camas de 6 m de largo por 70 cm de ancho. Las dosis de NPK fueron: 80-40-00 y 80-40-80 (macrotúnel azul), 100-50-00 y 100-50-100 (microtúnel negro), 120-60-00 y 120-60-120 (macrotúnel negro). Dos meses después se determinó que las tres condiciones protegidas influyeron positiva o negativamente sobre el rendimiento de raíz y follaje, así como en los grados Brix (°Bx) y contenido de betacianinas en la raíz. Los mejores resultados se encontraron cuando se utilizó el macrotúnel con malla azul, donde la radiación que recibía el cultivo era la más alta; mientras que en el macrotúnel con malla negra, donde la radiación era de un 35% de lo que se tenía a campo abierto, se redujo fuertemente el rendimiento, los °Bx y el contenido de betacianinas en las raíces, aunque se favoreció el rendimiento del follaje.

Palabras clave: *Beta vulgaris* L., macrotúnel, microtúnel, malla sombra.

INTRODUCCIÓN

En una publicación paralela a esta (Bustamante et al., 2017), reportamos que el betabel cultivado a campo abierto y utilizando diferentes dosis de NPK, presento un mayor rendimiento con la dosis 80-40-00, pero los niveles más altos de grados Brix (°Bx) y betacianinas en las raíces se obtuvieron con las dosis 80-40-80 y 100-50-100, respectivamente. El betabel se cultiva normalmente a campo abierto y no existen reportes de su cultivo bajo condiciones protegidas, como sería en invernaderos, casas-sombra y micro/macro túneles. Las ventajas de su producción bajo estas condiciones protegidas pudieran ser mayores rendimientos, mayor sanidad del cultivo, menor uso de agua, mejor calidad del producto cosechado, étc.; tal y como se ha reportado para otros cultivos (Robledo y Martín, 1981). El uso de casas-sombra o micro/macro túneles tendrían la ventaja de que son mucho más económicos y fácil de instalar, comparados con los invernaderos, los cuales son más recomendados para la producción de cultivos de alto valor como son el tomate, el pimiento y el pepino.

En las casas-sombra generalmente se utilizan mallas cristalinas u obscuras, aunque también se ha promovido el uso de mallas de colores (Stamps, 2009), las cuales pudieran tener efectos positivos en los cultivos. En el caso de los micro o macrotúneles, generalmente solo se utiliza una cubierta plástica y rara vez una combinación de esta más una malla sombra.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento del betabel cultivado en macro y micro túneles, provistos de una cubierta plástica más una malla negra o azul; comparando esto con los resultados obtenidos a campo abierto y utilizando diferentes niveles de fertilización con NPK.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo agrícola primavera-verano del 2014, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, México. El betabel utilizado fue el híbrido Boro F1, cuyas semillas fueron sembradas el 3 de Marzo en charolas de poliestireno, utilizando un sustrato de peat moss y perlita (50:50% en base a volumen); realizando el transplante de plántulas el 1° de Abril, en camas elevadas de 6 m de largo por 70 cm de ancho, quedando las plantas a doble hilera y teniéndose 15 cm entre plantas.

Los tratamientos de fertilización con NPK (kg/ha) aplicados en el cultivo a campo abierto fueron: 80-40-00, 80-40-80, 100-50-00, 100-50-100, 120-60-00 y 120-60-120; mientras que los tratamientos de fertilización con NPK aplicados en el cultivo bajo condiciones protegidas se establecieron de la siguiente manera: Macrotúnel azul: 80-40-00 y 80-40-80; Microtúnel negro: 100-50-00 y 100-50-100; y Macrotúnel negro: 120-60-00 y 120-60-120.

Los macro y micro túneles contaban con cubiertas de plástico para invernadero calibre 6000. Asimismo, contaron con malla sombreadora azul o negra, con 50% de sombreo, la cual estaba sobre el plástico y dejando completamente abiertos los extremos de los túneles. Los macrotúneles eran de tubería galvanizada y con dimensiones de 6 m de largo x 4 m de ancho, mientras que los microtúneles eran de tubería de PVC y con dimensiones de 6 m de largo x 1.6 m de ancho. Se tuvieron tres camas de cultivo (repeticiones) por tratamiento, en un diseño completamente al azar.

Se utilizó como fuente de N y P el $NH_4H_2PO_4$ y $(NH_4)_2SO_4$, y como fuente de K el K_2SO_4; aplicando antes de la plantación el 100% del P, el 50% del N y el 50% de K; el resto del N y K, 30 días más tarde. La aplicación del riego se realizó utilizando riego por goteo, aplicándolo 2-3 veces por semana, con una lámina de 2 cm y un volumen de 15-30 l/riego. Se realizaron dos deshierbes manuales y no se requirió aplicar ningún pesticida durante el ciclo.

En el mes de mayo, en diferente día y hora, se tomaron datos tanto a campo abierto como dentro de los macro y micro túneles. Registros de la humedad relativa y temperatura se realizaron utilizando un hidrotermometro marca Extech modelo 445-702; mientras que la radiación fotosintéticamente activa se registró con un medidor cuántico de la radiación marca Apogee modelo MQ100.

La cosecha se realizó el 30 de mayo utilizando un bieldo, evaluándose los siguientes parámetros: El peso fresco de raíz y follaje, cosechados en toda la cama, se determinó utilizando una báscula de reloj. El diámetro ecuatorial de la raíz se midió en 10 piezas por repetición, utilizando un vernier de la marca Scienceware. Los °Bx de la raíz se determinaron con un refractómetro marca Ataggo, utilizando 10 muestras por repetición. El contenido de betacianinas se determinó de acuerdo a Jiratanan y Liu (2004), utilizando un espectrofotómetro y una longitud de onda de 535 nm, en base a 10 muestras por repetición.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente utilizando el paquete Statistica (Statsoft, Tulsa, OK, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los cuadros 1, 2 y 3 se presentan las variables climáticas registradas en diferentes días y horas del mes de mayo, bajo las distintas condiciones de cultivo del betabel. Se observa que la radiación fotosintéticamente activa a campo abierto varió de 1530 a 2010 µmol/m^2/s, variación que dependía del día, la hora, y la nubosidad que se tenía en esos momentos. Sin embargo, es claro que esta radiación fue mucho menor bajo las tres condiciones protegidas, teniéndose en promedio 948, 645 y 731 µmol/m^2/s en el macrotúnel azul, macrotúnel negro y microtúnel negro, respectivamente; o de un 52, 35 y 40% respectivamente en dichas condiciones, en proporción a lo registrado a campo abierto. Lo anterior muestra claramente que la menor radiación se tuvo bajo el macrotúnel negro.

Cuadro 1. Radiación fotosintéticamente activa registrada en diferentes días y horas del mes de mayo, bajo las diferentes condiciones de cultivo del betabel, (µmol/m^2/s).

Día y hora	Campo abierto	Macrotúnel azul	Macrotúnel negro	Microtúnel negro
10/05/14 – 13:00	2010	1050	740	870
10/05/14 – 14:00	1980	990	715	830
19/05/14 – 15:00	1874	990	712	713
20/05/14 – 11:30	1530	770	400	550
20/05/14 – 15:00	1769	940	657	690
Promedio	1833	948	645	731
% en relación a campo abierto	100	52	35	40

Cuadro 2. Temperatura registrada en diferentes días y horas del mes de mayo, bajo las diferentes condiciones de cultivo del betabel, (°C).

Día y hora	Campo abierto	Macrotúnel azul	Macrotúnel negro	Microtúnel negro
10/05/14 – 13:00	29.0	30.5	29.7	31.3
10/05/14 – 14:00	34.0	34.6	34.4	34.3
19/05/14 – 15:00	37.8	37.1	36.8	36.5
20/05/14 – 11:30	32.1	32.2	32.5	32.5
20/05/14 – 15:00	37.8	37.5	37.2	37.0

Cuadro 3. Humedad relativa registrada en diferentes días y horas del mes de mayo, bajo las diferentes condiciones de cultivo del betabel, (%).

Día y hora	Campo abierto	Macrotúnel azul	Macrotúnel negro	Microtúnel negro
10/05/14 – 13:00	46	28	35	27
10/05/14 – 14:00	26	26	26	25
19/05/14 – 15:00	16	16	17	17
20/05/14 – 11:30	19	19	19	19
20/05/14 – 15:00	16	16	16	16

Estas diferencias de radiación entre el macrotúnel azul y el macrotúnel negro pudiera deberse a las diferentes densidades de fibras que tenían las mallas, las cuales provenían de diferentes proveedores; mientras que las diferencias de radiación entre el macrotúnel negro y el microtúnel negro, los cuales tenían el mismo tipo de malla, pudieran explicarse debido a que el microtúnel tenía un plástico recién colocado, mientras que en el macrotúnel el plástico tenía ya un año colocado y estaba más lleno de polvo, lo cual redujo un poco más la radiación que penetraba al túnel.

Con relación a la temperatura y la humedad relativa, no se registraron diferencias muy claras entre las diferentes condiciones de cultivo, probablemente debido a que los macro y micro túneles tenían completamente abiertos sus extremos y además eran de una longitud muy corta, por lo que su amplia ventilación mantuvo condiciones de temperatura y humedad relativa muy similares a las que se tenían a campo abierto. Otro factor que pudo haber contribuido a esta situación pudiera ser el hecho de que el hidrotermómetro utilizado para medir estas variables no estuvo fijo en las diferentes situaciones, por lo que no tenía el tiempo suficiente para estabilizarse y dar una lectura más correcta.

Sin embargo, una tendencia muy clara que podemos observar es que a mayor temperatura menor la humedad relativa y viceversa, en un día determinado, según la hora del día. Al analizar estadísticamente los efectos obtenidos bajo las diferentes condiciones de cultivo, encontramos que no había diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, se pudieron observar algunas diferencias y tendencias muy claras, en algunos de los parámetros evaluados.

La figura 1 muestra como las condiciones de cultivo, bajo el macrotúnel azul y bajo el microtúnel negro, reducen o incrementan el rendimiento de la raíz en relación a lo observado a campo abierto, y dependiendo de la dosis de NPK; mientras que en el macrotúnel negro, solamente se tuvieron reducciones del rendimiento con ambas dosis de NPK.

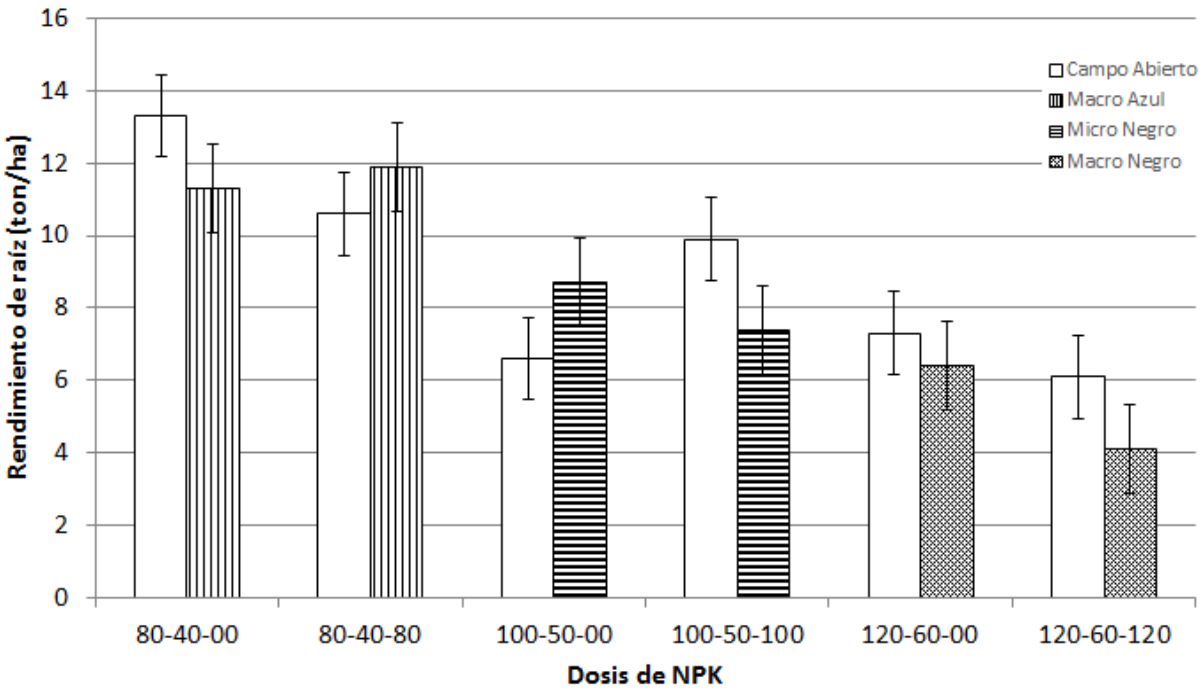


Figura 1. Efecto de las diferentes condiciones de cultivo sobre el rendimiento de raíz del betabel híbrido Boro F1, con diferentes dosis de fertilización.

En la figura 2 se puede notar que el rendimiento del follaje presenta un comportamiento muy similar al observado en el rendimiento de la raíz, bajo el macrotúnel azul y bajo el microtúnel negro, pero no bajo el macrotúnel negro. Este último mostró un incremento del rendimiento del follaje, en relación a lo obtenido a campo abierto, con ambas dosis de NPK.

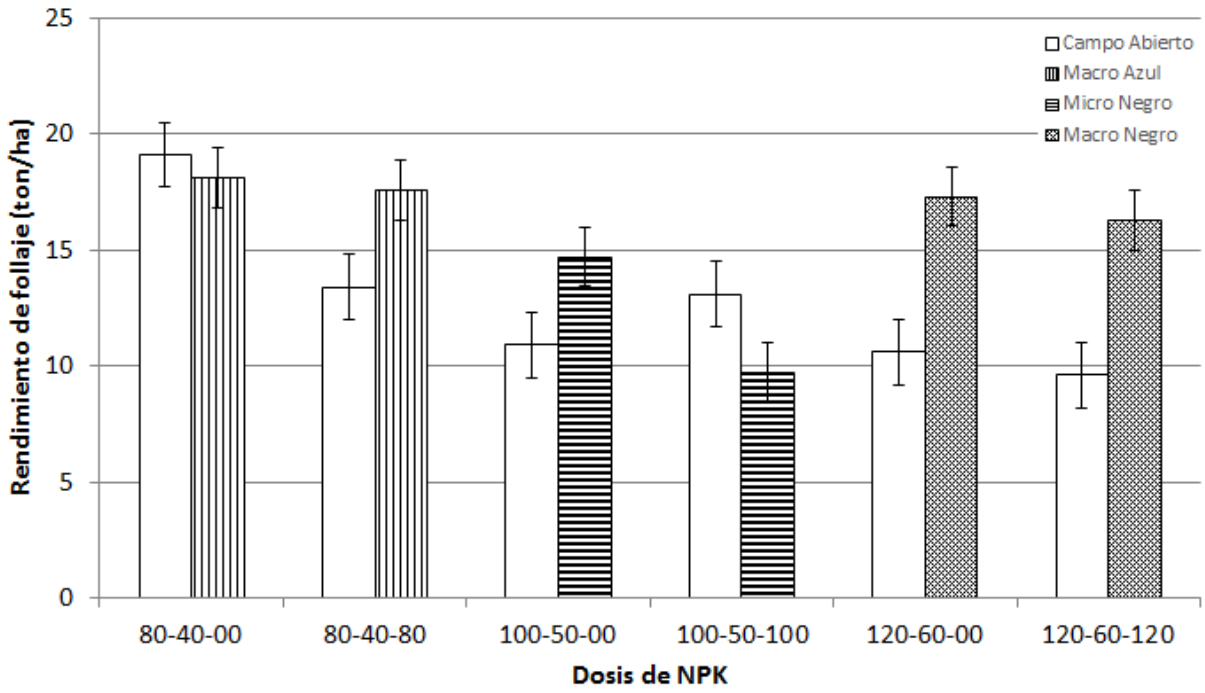


Figura 2. Efecto de las diferentes condiciones de cultivo sobre el rendimiento de follaje del betabel híbrido Boro F1, con diferentes dosis de fertilización.

En relación al peso y diámetro de las raíces (Fig. 3 y 4), podemos notar como el macrotúnel azul tendió a incrementar ambos parámetros, en comparación con lo observado a campo abierto y con ambas dosis de NPK; mientras que tanto el microtúnel negro como el macrotúnel negro, tendieron a reducir ambos parámetros, en relación a lo observado a campo abierto, con ambas dosis de NPK.

Es oportuno mencionar que en este trabajo de investigación no podemos comparar cabalmente los resultados obtenidos entre las diferentes condiciones protegidas de cultivo, ya que estas se sometieron a diferentes dosis de NPK, pero sí podemos sacar algunas conclusiones validas, en base a los resultados que se presentaron a campo abierto y a los niveles de radiación fotosintéticamente activa, que se registraron en las diferentes condiciones de cultivo. Por ejemplo, en el macrotúnel azul con una radiación promedio de 948 µmol/m^2/s o un 52% con respecto a lo registrado a campo abierto, se vio incrementado el rendimiento de raíz y follaje, así como el peso de la raíz, especialmente con la dosis de NPK de 80-40-80. En el microtúnel negro, con una radiación promedio de 731 µmol/m^2/s o un 40% con relación a lo registrado a campo abierto, se incrementó el rendimiento de raíz y de follaje, aunque solo con la dosis de NPK de 100-50-00. Pero lo más sobresaliente que se pudo observar fue que en el macrotúnel negro, en el cual se tenía una radiación promedio de 645 µmol/m^2/s o de un 35% con respecto a lo registrado a campo abierto, se vio reducido el rendimiento, peso y diámetro de la raíz, mientras que el rendimiento de follaje se vio favorecido, con ambas dosis de NPK.

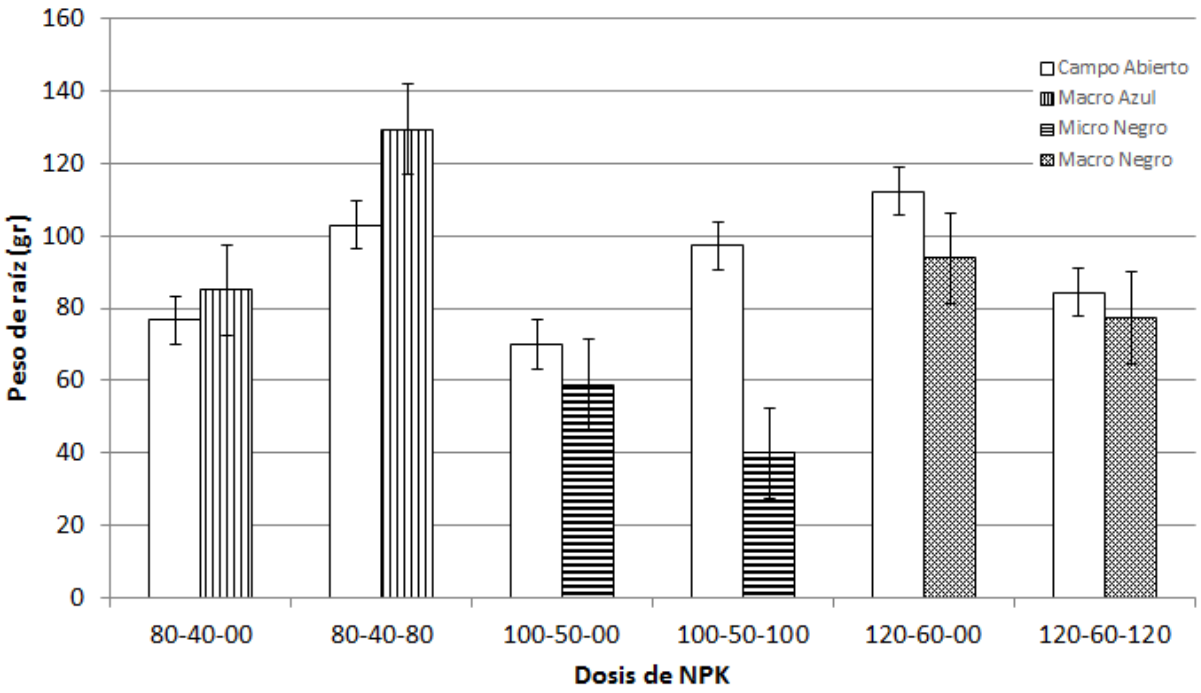


Figura 3. Efecto de las diferentes condiciones de cultivo sobre el peso de raíz del betabel híbrido Boro F1, con diferentes dosis de fertilización.

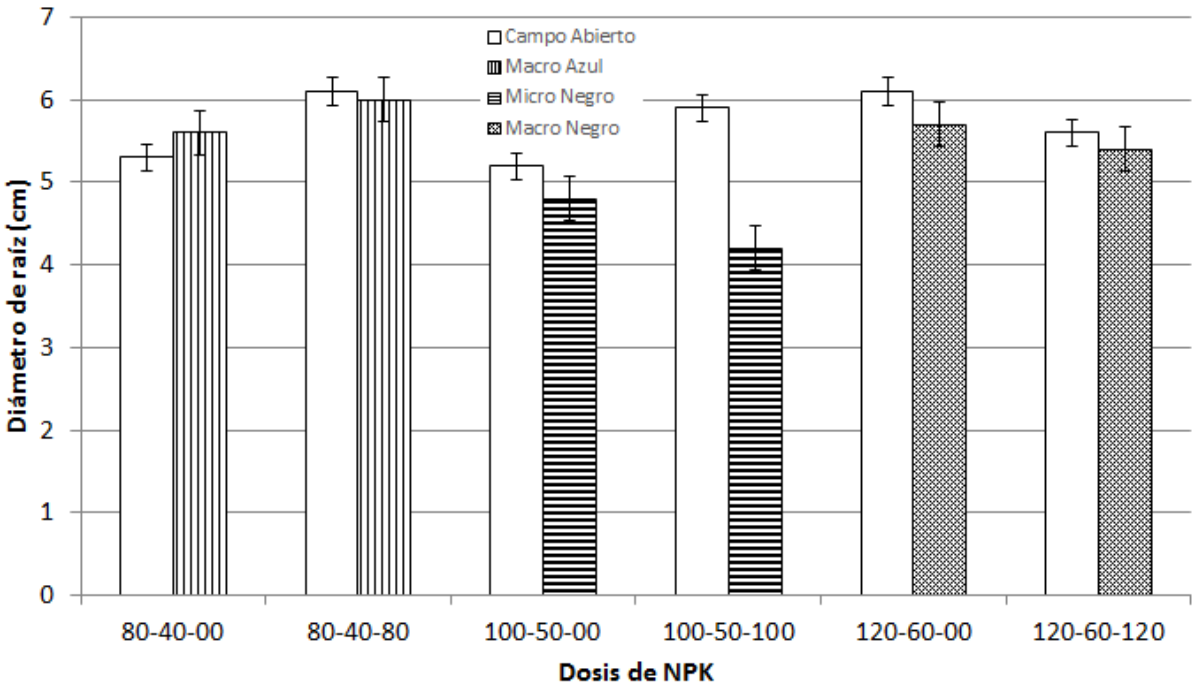


Figura 4. Efecto de las diferentes condiciones de cultivo sobre el diámetro ecuatorial de raíz del betabel híbrido Boro F1, con diferentes dosis de fertilización.

En este estudio con el cultivo de betabel, los resultados nos pudieran llevar a pensar que, independientemente del color de las mallas sombras y del tamaño de los túneles, a mayor radiación dentro de estos, mejores rendimientos de raíz se tendrán. Así mismo, una menor radiación en estos, afectará fuertemente el rendimiento de la raíz, favoreciendo el rendimiento del follaje. También es muy claro que la mayor radiación registrada a campo abierto de un promedio de 1833 µmol/m^2/s, no necesariamente provee las condiciones climáticas óptimas para el cultivo del betabel, ya que si esa radiación se reduce en un 48%, como se registró en el macrotúnel azul, se tendrán mejores condiciones climáticas y un mayor rendimiento. Bajo condiciones de campo abierto se observó que el follaje de las plantas se veía estresado, con hojas gruesas y puntos necrosados, más susceptibles al daño por insectos y de menor calidad para ser consumidas en ensaladas o caldos. Por el contrario, el follaje de las plantas cultivadas en las tres condiciones protegidas, presentaban una mayor área foliar, hojas delgadas, más sanas y más apetecibles para su consumo.

Aunque no se cuantificó , también se pudo observar que el uso de agua en los riegos era mayor en el cultivo a campo abierto que bajo las tres condiciones protegidas; aunque también se pudo notar que el follaje de estas plantas presentaba un fuerte marchitamiento al mediodía, a pesar de que el suelo estaba saturado de agua. Esto se pudiera explicar sabiendo que cuando se tienen condiciones de baja radiación, las hojas son más delgadas y sus estomas no tienen una buena regulación de apertura y cierre, lo cual aunado a que las plantas tenían una mayor área foliar, estas tendían a presentar un marchitamiento, ya que la perdida de agua por transpiración es más rápida que la absorción de agua por las raíces.

En el uso de mallas sombra para la producción de diferentes cultivos, la recomendación general es que estas sombreen entre un 30% a un 50% de la radiación que se tenga al mediodía a campo abierto, buscando tener una radiación cercana al punto de saturación de la fotosíntesis. Dependiendo del color de la malla sombra, será el grado de dispersión de la luz, por lo que existen reportes (Stamps, 2009), de que las mallas de colores verde, rojo y azul, tienen una dispersión cercana al 50%, mientras que las mallas negras dispersan solamente un 18% de la luz; por lo cual las primeras generan un uso más eficiente de la radiación y con esto se ve favorecido el rendimiento de los cultivos.

En el cultivo del pimiento se reporta (Ayala, et al., 2015) que las mallas de colores aperlada, roja, verde y azul, mejoraron el rendimiento, en comparación con lo encontrado al utilizar malla negra. En el caso del tomate, Ayala, et al. (2011) y Marquez et al. (2014), reportaron que las mallas de color perla con 30% de sombra, indujeron tallos más vigorosos, hojas con mayor clorofila y en general un mayor rendimiento y calidad del producto, comparado con lo observado bajo mallas de otros colores. Con respecto al cultivo del pepino, Rendon et al. (2015), reportan que al utilizar mallas de color rojo con un 30% de sombreo, se obtuvieron plantas y frutos de un mayor peso y en general un mayor rendimiento total, en comparación a las otras mallas utilizadas.

Con relación al efecto de las condiciones protegidas sobre la calidad del betabel, en la figura 5 se observa que las tres condiciones protegidas tendieron a reducir los °Bx de la raíz, excepto con la dosis de NPK 100-50-100 y cultivado en el microtúnel negro; presentándose la mayor producción bajo el macrotúnel negro, donde se registró la menor radiación fotosintéticamente activa. Este resultado era de esperarse ya que a menor radiación, menor fotosíntesis y menor acumulación de azucares en los órganos de almacenamiento, en este caso la raíz del betabel. Esto coincide con lo reportado en el cultivo de fresa por Flores y Mora (2010), quienes mencionan que las plantas cultivadas en lugares más soleados, producen frutos de mejor sabor, que aquellas plantas cultivadas bajo sombra.

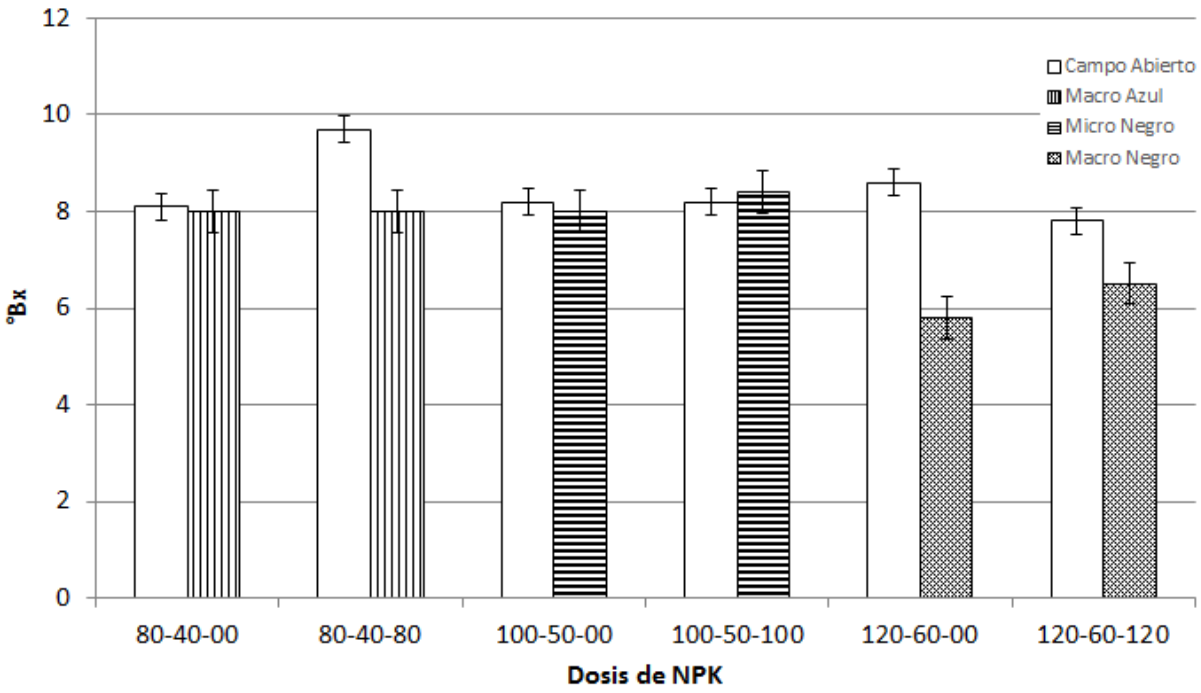


Figura 5. Efecto de las diferentes condiciones de cultivo sobre los °Bx de la raíz del betabel híbrido Boro F1, con diferentes dosis de fertilización.

En cuanto al contenido de betacianinas en las raíces, en la figura 6 se observa como el nivel de estas se redujo en las tres condiciones protegidas, pero más fuertemente en el macrotúnel negro, donde se tenía la menor radiación.

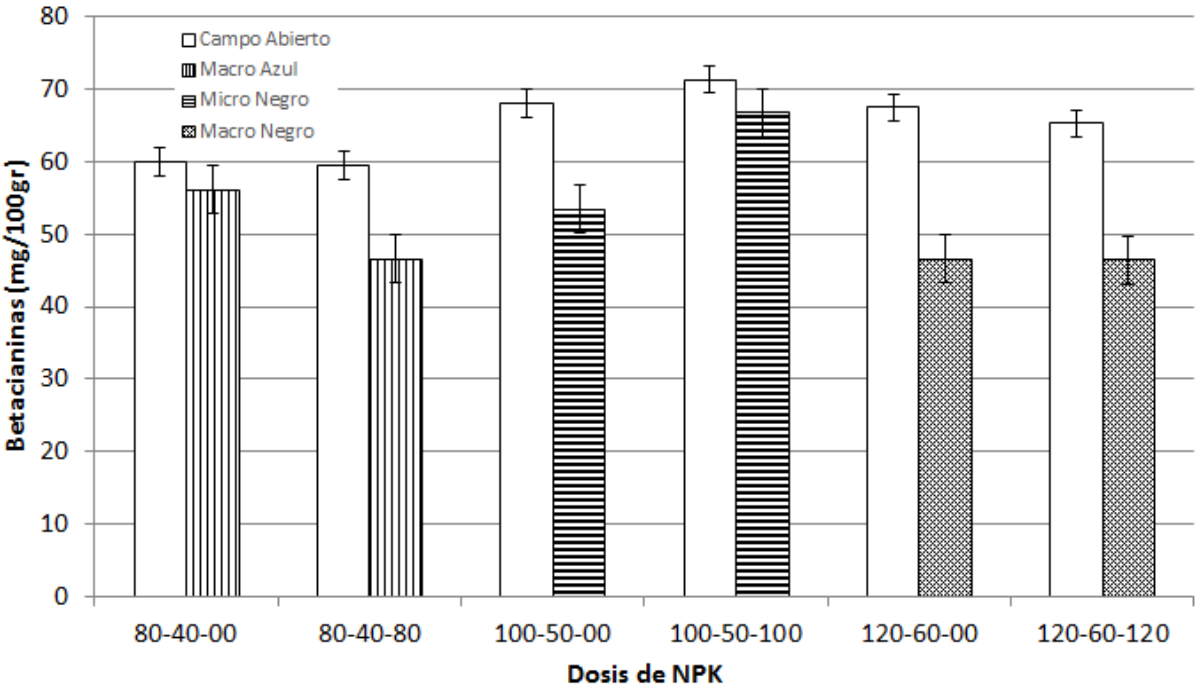


Figura 6. Efecto de las diferentes condiciones de cultivo sobre el contenido de betacianinas de la raíz del betabel híbrido Boro F1, con diferentes dosis de fertilización.

Esto también era de esperarse, en base a lo reportado en la literatura, donde se menciona que la síntesis de las betacianinas es promovida por la luz (Salisbury y Ross, 1991); así mismo, la radiación favorece la síntesis de los pigmentos antocianinas y licopeno en los frutos (Dussi, 2007), existiendo así una relación lineal entre la acumulación de antocianinas y la intensidad lumínica (Ubi, 2004), donde los carbohidratos juegan un papel clave, al ser los sustratos para la síntesis de los flavonoides.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente: El uso de macro o micro túneles provistos de una cubierta plástica y de una malla sombra, en el cultivo del betabel, puede influir positiva o negativamente en el rendimiento de raíz y follaje, así como en el nivel de °Bx y contenido de betacianinas en la raíz, en comparación a lo que se obtiene bajo condiciones de campo abierto; lo cual está determinado principalmente por la intensidad de radiación que reciba el cultivo. Por lo anterior, si se utilizan mallas sombras en estos túneles, es recomendable que estas no sombreen más de un 50% de la radiación que se tenga a campo abierto, independientemente del color de estas.

LITERATURA CITADA

Ayala TF, Sánchez MR, Partida RL, Yáñez JMG, Ruíz EFH, Velazquez AT, Valenzuela, LM, Parra DM. 2015. Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores. Fitotecnia Mexicana. 38 (1). 93-99.

Ayala TF, Zatarain LDM, Valenzuela, LM, Partida RL, Velazquez AT, Díaz VT, Osuna SJA. 2011. Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a radiación solar transmitida por mallas sombra. Terra Latinoamericana. 29 (4). 403-410.

Bustamante-García MA, Robles-Salazar VG, Aureoles-Rodríguez F, Galván-Luna JJ, Reyes-Salas VM y Bustamante-Dávila AJ. 2017. Efecto de la fertilización con NPK sobre el rendimiento y calidad del betabel. XVII Congreso Nacional y III Congreso Internacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, Memorias.

Dussi MC.2007. Intercepción y distribución lumínica en agroecosistemas frutícolas. pp. 200-241. En: Sozzi GO (ed.). Árboles frutales: ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Flórez R y Mora R. 2010. Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.), producción y manejo post cosecha. Primera edición. Produmedios, producción de medios de comunicación, Bogotá. pp. 114.

Jiratanan T y Liu RH. 2004. Antioxidant activity of processed table beets (*Beta vulgaris* var. Conditiva) and green beans (Phaseolus vulgaris L.) J. Agric. Food Chem. 52: 2659-2670.

Juarez LP, Bugarín MR, Castro BR, Sánchez MAL, Cruz CE, Juarez RCR, Alejo SG, Balois MR. 2011. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. Fuente. No. 8:21-27.

Márquez QC, Robledo TV, Benavides MA, Vázquez BME, De la Cruz LE, Estrada BMA, López EST. 2014. Uso de mallas sombra: una alternativa para la producción de tomate cherry. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 1(2):175-180.

Rendón AY, Robledo TV, Mendoza VR, Ramírez GF, Vázquez BME, Ibarra JL. 2015. Estudio del pepino (*Cucumis sativus* L.) en tres medios de cultivo y macrotúneles con mallas de colores. XX Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura y XV Congreso Iberoamericano para el Desarrollo y Aplicación de los Plásticos en la Agricultura. Coahuila, México.

Robledo TF y Martin VL. 1981. Aplicaciones de los plásticos en la agricultura. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.

Salisbury FB y Ross CW. 1991. Plant Physiology (4th ed.). Belmont, California. Wadsworth Publishing. pp. 325-326.

Stamps RH. 2009. Use of colored shade netting in horticulture. HortScience. Vol. 44 (2). 239-241.

Ubi BB. 2004. External stimulation of anthocyanin biosynthesis in apple fruit. Journal of Food, Agriculture and Environment 2(2):65-70.

RESPUESTA DE LA CALIDAD DE LA FRESA A LA ADICIÓN DE TRES FULVATOS

Rubén López-Cervantes[1],
Edmundo Peña-Cervantes[1],
José Antonio González-Fuentes[2],
Rubén López-Salazar[2],
Rosalinda Mendoza-Villarreal[2]

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la respuesta de la calidad de la fresa a la adición de tres fulvatos, se trasplantaron plántulas de la variedad “Festival”, en macetas de plástico que contenían la mezcla de “peat moss” con “perlita” como sustrato. Los tratamientos fueron 600, 800 y 1000 $mg.kg^{-1}$ por Litro de agua de un ácido fúlvico con algunos micronutrimentos (FAM), otro con potasio y magnesio (FKMg), el tercero con el 19 % de nitrógeno, fósforo y potasio (FT19) y como control una solución nutritiva (SN). Las variables medidas al fruto: peso fresco (PF), longitud (LF), diámetro ecuatorial (DE), firmeza al momento de la colecta (FF) y después de 15 días (FF15), sólidos solubles totales al momento de cosecha (SST) y después de 15 días (SST15), acidez titulable (AT), vitamina C (VC) y número de frutos (NF). Se encontró en el PF y NF, que al adicionar 600 $mg.kg^{-1}$ del FAM, se superó a la SN en 125 y 109 respectivamente; con 1000 $mg.kg^{-1}$ en FF se adelantó al control en 56 %. Con 1000 $mg.kg^{-1}$ en LF, con 800 $mg.kg^{-1}$ en DE, FF15 y SST15 del FKMg, se aventajó en 27, 131 y 8 %, respectivamente a la SN y con 600 $mg.kg^{-1}$ del mismo, en 786 % al control en AT y VC. Se concluye, que el fulvato de potasio y magnesio (FKMg), realizó efecto positivo en todas las variables medidas; con excepción del peso (PF) y el número de frutos (NF).

PALABRAS CLAVE: Substancias húmicas, *Fragaria annanasa*.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la fresa en México, tiene una gran importancia desde el punto de vista socioeconómico, porque en 2010 se cultivaron 6,282 has de diferentes variedades, que aportaron una producción de 226,657 Toneladas., con valor de la producción superior a los $2,102 millones. Las principales entidades productoras son: Baja California, Guanajuato, Jalisco, Estado de México y Michoacán; en esta última, se concentra la mayor producción nacional con una superficie cultivada de 3,252 ha y una producción de 113,193 Toneladas (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera –SIAP, 2010).

La selección de variedades y el cuidadoso empleo de técnicas de producción, son esenciales para lograr el máximo rendimiento y alta calidad de este cultivo (Meléndez, 2003); pero, la calidad es muy variable dependiendo del manejo que se le asigne durante y después del cultivo, ya que el fruto es muy susceptible al ataque de microorganismos y al daño físico, porque debe contener cantidades considerables de sólidos solubles totales, lo cual reduce su firmeza y por consiguiente, la vida de anaquel.

Es conocido que con el uso de fertilizantes químicos, se nutre adecuadamente a los cultivos, se conserva la calidad y el daño por ataque de microorganismos y físico, se reduce; sin embargo, estos compuestos son costosos, provienen de recursos naturales no renovables y si no se hace

una adición adecuada en cuanto a la cantidad, se pueden salinizar los suelos. En México, con el auge de la agricultura sostenible y/o sustentable, el uso de productos orgánicos ha tomado gran importancia como lo es el uso de substancias húmicas (SH).

Para la Sociedad Internacional de Substancias Húmicas (IHSS, 2013), las SH son una mezcla compleja y heterogénea de materiales polidispersados, formados en suelos, sedimentos y aguas naturales por reacciones químicas y bioquímicas, durante la descomposición y transformación de residuos vegetales (proceso denominado Humificación); como, la celulosa y la lignina de las plantas y sus productos de transformación, que son los polisacáridos, melanina, cutina, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. Stevenson (1994), las clasifica en: ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR), de acuerdo a su solubilidad en ácidos o álcalis.

Las SH, poseen como característica fundamental grupos funcionales oxigenados (-$COOH^-$, -OH^-, -COO^-) y nitrogenados (NH^-, NH_2); de los dos tipos de grupos funcionales, los primeros forman más del 80 por ciento de la molécula de las substancias orgánicas y tienen la particularidad de complejar y/o quelatar a los nutrimentos (cationes). La mezcla de estos compuestos con los nutrimentos se denomina humatos, para el caso de los AH y fulvatos, para los AF del elemento nutrimental adicionado. Para Zachariakis *et al*. (2001), los elementos metálicos son más rápidamente adsorbidos por las SH que los alcalinotérreos, ya que se compleja hierro y zinc más rápido que el sodio y concluyen: las SH estimulan la absorción de iones en muchas plantas a una concentración de 10 a 100 ppm.

Al combinar las SH con nutrimentos químicos; es decir, al elaborar un compuesto orgánico – mineral, se ha demostrado que estos compuestos aumentan la calidad de los frutos. Sin embargo, el o los mecanismos mediante los cuales sucede lo anterior no están bien dilucidados. Por lo que, con base en lo comentado, es necesario encontrar técnicas económica y ecológicamente factibles, para determinar el efecto de las SH en la producción de cultivos; por lo que el Objetivo de este trabajo, fue determinar la respuesta de la calidad de la fresa, a la adición de tres fulvatos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área experimental

La investigación, se realizó en un invernadero del área experimental del Departamento de Ciencias del Suelo, del *Campus* principal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, México, ubicada geográficamente a los 25° 21’ Latitud Norte y 101° 02’ Longitud Oeste, a la altitud de 1742 m.s.n.m.

Metodología

Plántula de la variedad ¨Festival¨, adquirida en Irapuato, Guanajuato, con tres centímetros de diámetro de la corona en promedio, fue trasplantada en macetas de plástico que contenían 5 kg del horizonte Ap de un suelo Andosol, colectado en Zamora, Michoacán, con las principales características: pH de 6.8 (2:1 en agua), conductividad eléctrica (CE) de 0.069 dS m^{-1}, textura arenosa y 1.5 por ciento de materia orgánica (MO). Se fertilizó con una solución nutritiva, con base en los Índices de Steiner.

La elaboración de los fulvatos fue de la siguiente forma: a Leonardita, proporcionada por la Empresa GrowMate International LLC, de Houston, Texas, U.S.A., se molió y tamizó a una malla de un milímetro de diámetro y se secó a la estufa a 110°C durante 12 horas. Posterior a esto, se

le extrajeron los ácidos húmicos (AH) y los ácidos fúlvicos (AF) con hidróxido de potasio 1 N (KOH, 1 N). La solución fue llevada a pH 4.5 con ácido acético y así, ambos compuestos fueron separados. Los AH, fueron desechados y a los AF, se les adicionaron fierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn) y boro (B), todos al dos por ciento; las fuentes empleadas para los tres primeros fueron sulfatos y para el último, ácido bórico. Este fue el primer fulvato y se denominó, fulvato de algunos micronutrimentos (FAM). El segundo fulvato, fue llamado fulvato de potasio (K) y magnesio (Mg) (FKMg); a los AF extraídos, se les agregaron los elementos mencionados al dos por ciento y se empleó como fuente, sulfato de potasio y magnesio. El tercero, denominado triple 19 (FT19); esto es, a los AF se les agregaron nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) al 19 por ciento.

Los tratamientos fueron: 600, 800 y 1000 $mg.kg^{-1}$ de cada fulvato, como control se empleó una solución nutritiva (SN) y fueron adicionados a los cinco, 20 y 35 días después del trasplante, con base en los Índices de Steiner y la conductividad eléctrica (CE) de 1.1 $dS.m^{-1}$. Las variables medidas al fruto: peso fresco (PF), longitud (LF), diámetro ecuatorial (DE) (Vernier Stainless-Steel, Marca Truper), firmeza al momento de la colecta (FF) y después de 15 días (FF15) (Penetrometro, Fruit Hardess Tester, Modelo FHT 200. Extech, Instruments), sólidos solubles totales al momento de cosecha (SST) y después de 15 días (SST15) (°Brix – Refractómetro, Máster Refractometer, Marca ATAGO), acidez titulable (AT), vitamina C (VC) (Titulación con 2,6 diclorofenolindofenol 0.001N) y numero de frutos (NF).

El trabajo se distribuyó de acuerdo al diseño experimental Completamente al Azar, que arrojó 10 tratamientos y tres repeticiones. A los datos generados, se les efectuó un análisis estadístico el que consistió en el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de comparación de medias, mediante el método de Tuckey ($p \leq 0.05$); para esto, se empleó el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en el Cuadro 1, se puede establecer que n el peso fresco del fruto (PF), hay efecto altamente significativo de los tratamientos. Aquí, al aplicar el fulvato de algunos micronutrimentos (FAM), conforme se aumentó la dosis, los valores disminuyeron; mientras que, al aumentar las cantidades del fulvato de potasio y magnesio (FKMg) y el triple 19 (FT19), los valores aumentaron. Al aplicar 600 $mg.kg^{-1}$ por litro de agua del FMA-6 y 1000 $mg.kg^{-1}$ por litro de agua del FT19-10, se adelantó al control (SN) en 125 por ciento. En la longitud del fruto (LF), de forma general, sucedió algo similar que en el PF, solo que con la adición de 1000 $mg.kg^{-1}$ por litro de agua del fulvato de potasio y magnesio (FKMg-10), se superó a la SN en 27 por ciento. En el diámetro ecuatorial (DE), se encontró que con la adición de las diversas dosis del FAM, se presentaron los valores más inferiores, con respecto a los otros dos compuestos orgánico-minerales; de tal manera que, al agregar 800 $mg.kg^{-1}$ por litro de agua del fulvato de potasio y magnesio (FKMg-8), se aventajó al control en 22 por ciento.

Cuadro 1. Comparación de medias de las variables medidas a fresa variedad “Festival”, con la adición de tres fulvatos.

Tratamientos	PF (g.pta)	LF (cm)	DE (cm)	FF (N)	FF15 (N)	SST (°Brix)	SST15 (°Brix)	AT (mg.100)	VC (mg.100)	NF (N°)
FAM-6	39.7 ^{a}	2.37^{ab}	1.97^{ab}	2.69^{ab}	3.67^{ab}	10.83^{a} ^{b}	8.83^{a}	0.040^{b}	0.040^{b}	9^{a}

FAM-8	30.6a b	2.35^{ab}	2.13^{a}	2.37^{ab}	2.18^{ab} c	11.45^{a} b	10.43^{a}	0.121^{ab}	0.121^{ab}	6.3^{ab}
FAM-10	9.05 ^{b}	1.97 ^{b}	1.76^{b}	3.35^{a}	1.78^{bc}	10.06 b	10^{a}	0.122^{ab}	0.122^{ab}	2^{b}
FKMg-6	23 ^{ab}	2.33^{ab}	1.96^{ab}	1.88^{b}	1.46^{c}	10.66^{a} b	8.20^{a}	0.328^{a}	0.32^{a}	6^{ab}
FKMg-8	27.84^{a} b	2.42^{ab}	2.42^{a}	1.87^{b}	3.96^{a}	10.70^{a} b	12.30^{a}	0.116^{ab}	0.11^{ab}	4.6^{ab}
FKMg-10	30.07^{a} b	2.70^{a}	2.21^{a}	2.27^{ab}	2.70^{ab} c	11.36^{a} b	11.56^{a}	0.054^{ab}	0.054^{ab}	5.6^{ab}
FT19-6	12.91^{b}	2.07^{b}	1.98^{ab}	2.93^{ab}	2.46^{ab} c	9.40^{b}	11.10^{a}	0.028^{b}	0.028^{b}	3^{b}
FT19-8	17.53^{a} b	2.27^{ab}	2.07^{ab}	2.58^{ab}	3.01^{ab} c	11.54^{a} b	8.63^{a}	0.118^{ab}	0.118^{ab}	4^{ab}
FT19-10	38.2^{a}	2.36^{ab}	1.99^{ab}	2.54^{ab}	1.15^{c}	10.54^{a} b	6.66^{a}	0.03^{b}	0.033^{b}	8.6^{a}
SN	17.63^{a} b	2.12^{ab}	1.98^{ab}	2.14^{ab}	1.71^{c}	13.33^{a}	11.40^{a}	0.03^{b}	0.037^{b}	4.3^{ab}

PF: Peso fresco; LF: Longitud de fruto; DE: Diámetro ecuatorial; FF: Firmeza de fruto; FF15: Firmeza de fruto a 15 días de cosecha; SST: Sólidos solubles totales; SST15: Sólidos solubles totales a 15 días de cosecha; AT: Acidez titulable; VC: Vitamina C; NF: Numero de frutos.

En el mismo Cuadro, se aprecia que en la firmeza del fruto al momento de la cosecha (FF) y después de 15 días (FF15), los tratamientos realizaron efecto altamente significativo; aquí se tiene que en la primer variable, al adicionar el FAM y el FKMg y aumentar la dosis, los valores también aumentaron, pero al aplicar el FT19 sucedió lo contrario. Además, al agregar 1000 mg.kg^{-1} del fulvato de algunos micronutrimentos (FAM-10), se adelantó al control en 56 por ciento. En la segunda variable, al aplicar el fulvato de potasio y magnesio (FKMg-8), a razón de 800 mg.kg^{-1} se superó a la SN en 131 por ciento. En los sólidos solubles totales, al momento de la cosecha (SST), con la adición de la SN, se presentó efecto significativo y aventajó al tratamiento donde se aplicaron 600 mg.kg^{-1} del fulvato con triple 19 (FT19-6) en 70 por ciento, que fue el valor más inferior de todos y con 800 mg.kg^{-1} del fulvato de potasio y magnesio (FKMg), se adelantó al control en ocho por ciento en los sólidos solubles totales, después de 15 días de cosechados los frutos (SST15). Para la acidez titulable (AT) y el contenido de vitamina C (VC), los tratamientos realizaron efecto altamente significativo, de tal forma que sobresale la adición de 1000 mg.kg^{-1} del fulvato de potasio y magnesio (FKMg-10), porque con este tratamiento se superó al control en 786 por ciento. En el número de frutos (NF), hay efecto altamente significativo de los tratamientos, porque al agregar 600 mg.kg^{-1} del fulvato de algunos micronutrimentos (FAM-6) y 1000 mg.kg^{-1} del fulvato de triple 19 (FT19-10), se superó a la SN en 109 y 100 por ciento, respectivamente.

A forma de discusión, se puede establecer que el superior comportamiento en las variables medidas a la fresa, variedad “Festival”, fue el del fulvato de potasio y magnesio (FKMg); aquí, el efecto sobresale en los datos obtenidos en los sólidos solubles totales (SST), ya que esto concuerda con lo establecido por Marschner (1995), donde dice que, tanto el K como el Mg deben estar en los cloroplastos de la célula de la hoja y de esa manera, activan las enzimas principalmente la ATP-asa y así, formar las moléculas de ADP- de carbohidratos (glucosa, sacarosa, etc.); para después, a través del floema estos compuestos sean conducidos por medio de flujo de masas hasta los frutos.

Además, Chen y Aviad (1990), fundamentan que las SH tienen efectos benéficos en la absorción de nutrientes por las plantas y particularmente en el transporte y disponibilidad sobre todo cuando se aplican en soluciones minerales, ya que ayudan al crecimiento de varias especies vegetales, lo que hace creer que dichas sustancias actúan como hormonas de crecimiento vegetal y Calvo *et al*., (2014), comentan que ácidos orgánicos de exudados de la raíz, pueden disociar a las SH en moléculas de bajo y alto peso molecular en la rizosfera; esto, soporta la hipótesis del comportamiento que tienen las SH con las células de la raíz de las plantas y la disponibilidad de nutrimentos. Por ejemplo, Morard *et al.,* (2011), al aplicar ácidos húmicos en uva para vino, encontraron que se incrementa la calidad debido al aumento de nitrógeno y carbohidratos, además, esto aumentó la cantidad de vino y el sabor fue más agradable.

CONCLUSIÓN

El fulvato de potasio y magnesio (FKMg), realizó efecto positivo en todas las variables medidas; con excepción del peso (PF) y el número de frutos (NF).

AGRADECIMIENTO

A la Empresa GrowMate International L.L.C. de Houston, Texas, por el patrocinio del presente trabajo de investigación.

LITERATURA CITADA

Calvo, P., L. Nelson and J. W. Kloepper. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant Soil. 383:3-41

Chen Y. and T. Aviad, 1990. Effects of humic substances on plant growth. In Humic Substances in Soil and Crop Science; Selected Readings (pp. 161_/186). Madison: American Society of Agronomy and Soil Science Society of America.

MacCarthy P. 2001. The principles of humic substances: An introduction to the first principle. Pág. 19- 30. *In*: Humic substances. Structures, Models and Functions. Edited by: E. A. Ghabbour y G. Davies. The Royal Society of Chemistry, Gateshead, UK.

Marschner. H. 1995.Mineral Nutrition of Higher Plants. Second Edition. Pags. 277-309. Academic Press. San Diego, CA. U.S.A.

Meléndez, G. 2003. Taller de Abonos Orgánicos, Residuos Orgánicos y en la Materia Orgánica del Suelo. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica.

Morard. P, Eyheraguibel B, Morard M, Silvestre J. 2011. Direct effects of humic-like substance on growth, water, and mineral nutrition of various species. J. of Plant Nutr 34:46-59

Sociedad Internacional de Sustancias Humicas (IHSS). 2013. Producto de Alface Cultivado en Solucao Nutritiva completa com adicto a substancias humicas extraidas de sete carvoes minerales. Universidad Federal de Santa Maria. Programa de pos- graduacao en Agronomi. Santa Maria, Brasil Pp.343 – 345.

Stevenson, F. 1994 Humus Chemistry génesis, composition, reactions. New York.

Zachariakis, M., Tzorakakis, E., Kritsotakis, I., Siminis, C. I., and Manios, V. 1999. Humic substances stimulate plant growth and nutrient accumulation in grapevine rootstocks. In *International Symposium on Composting of Organic Matter. 549* (pp. 131-136).

ANÁLISIS FÍSICO Y FISIOLÓGICO DE SEMILLAS DE MAÍZ AZUL

Martín Javier Campos-García[87]
Elpidio García-Ramírez[3]
Juan Carlos García-Hernández[2]

RESUMEN

Con los objetivos de analizar el comportamiento fisiológico de semillas de tres genotipos de maíz azul, de estimar el efecto de su constitución genética sobre sus características germinativas y de establecer las asociaciones entre las variables evaluadas, se realizó el presente estudio durante el 2017 en el Laboratorio de Biotecnología de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional. Los genotipos empleados fueron un híbrido de cruza simple de maíz azul y sus progenitores femenino y masculino. Las variables evaluadas fueron peso de cien semillas, viabilidad, plántulas normales y anormales, y semillas muertas. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones y una unidad experimental de 10 semillas. Los resultados obtenidos se sometieron a análisis de varianza, comparación de medias (Tukey, 0.05) y se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson. Para todo el procedimiento estadístico se utilizó el programa SAS. Los resultados muestran diferencias significativas para todas las variables, excepto para plántulas normales y peso seco total. El genotipo de la semilla fue determinante para las respuestas físicas y fisiológicas de las semillas. Hubo efecto heterótico en peso de semillas y en viabilidad. La correlación entre peso seco total y la formación de plántulas normales fue alta y significativa (0.7**). Se estableció la secuencia de asociaciones entre peso de semilla, viabilidad y plántulas normales.

PALABRAS CLAVE: *Zea mays* L., Fisiología germinativa, maíz azul, tetrazolio, viabilidad de semillas.

INTRODUCCIÓN

El maíz azul contiene antocianinas las cuales confieren el color al grano, tiene menores índices glucémico y cantidad de almidón; además, tiene muy buen rendimiento de tortillas con reducido aporte de calorías Además, la proteína que aporta es superior en un 20% a la del maíz blanco y sus carbohidratos son de fácil digestión. Actualmente se menciona que el maíz azul posee propiedades que previenen diabetes y enfermedades cardiacas.

Los maíces pigmentados han estado presentes en la cultura mexicana, desde tiempos prehispánicos, en rituales mágico-religiosos y en la alimentación (Arellano *et al.*, 2003).

En los Valles Altos Centrales de México (estados de Puebla, Tlaxcala, México e Hidalgo) se cultivan alrededor de 1.5 millones de hectáreas de maíz, de las cuales 85 % son de temporal (secano) y 15 % de ellas se siembran con maíz criollo pigmentado, azul principalmente; de estas últimas se estima una cosecha anual de 300 mil toneladas (Antonio *et al.*, 2004).

Los pigmentos vegetales han adquirido una utilidad importante en la industria de los cosméticos y recientemente se ha demostrado que también presentan efectos fisiológicos benéficos por coadyuvar a disminuir la presencia de enfermedades crónico-degenerativas, como el cáncer, también se han relacionado con la reducción de problemas cardiovasculares, lo mismo que con la oxidación de proteínas de bajo peso molecular (Guzmán, 1999).

Por otro lado, se ha reportado que las antocianinas presentes en alimentos de origen vegetal son altamente inestables a la luz y el oxígeno, por lo que se ha intentado establecer protocolos para estabilizar estos compuestos y poder utilizarlos como pigmentos naturales en alimentos, para propiciar la salud humana y promoción de la belleza (Hollman *et al.*, 1996). Abdel-Aal y Hucl (2003) realizaron un estudio en trigo azul y encontraron que la estabilidad de las antocianinas está en función del pH de extracción y de la concentración del SO_2, el cual actúa como agente estabilizador. El maíz azul tiene un contenido cuatro veces superior de antocianinas en comparación con el arándano azul, siendo la cianidina C3G la más abundante en el maíz azul y la que posee más actividad antioxidante.

Con el contexto anterior, es necesario desarrollar híbridos y variedades de maíz azul para cumplir con la demanda de este maíz en la Mesa Central de México, las cuales posean características agronómicas superiores a los criollos prevalentes en la zona, así como también un proceso germinativo óptimo, por lo que los objetivos del presente estudio fueron i) Analizar el comportamiento fisiológico de semillas de tres genotipos de maíz azul en términos de peso, viabilidad y germinación normal y ii) Establecer las asociaciones entre las variables anteriores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material genético.

Se emplearon semillas de la cruza simple de maíz azul L 11 x L 12 y sus progenitores femenino (L 11) y masculino (L 12); para un total de 3 tratamientos (genotipos). El estudio se efectuó en el Laboratorio de Biotecnología de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología del IPN, durante el año 2017.

Peso de 100 semillas. Se eligieron 100 semillas al azar de la muestra de trabajo y se pesaron en balanza analítica.

Viabilidad. Se determinó mediante la prueba de tetrazolio (Delouche *et al.*, 1971). Las semillas fueron embebidas en agua destilada por 24 h a temperatura ambiente y luego se diseccionaron longitudinalmente por el eje embrional; se eligieron las mitades de las semillas que mostraron mayor definición de sus componentes morfológicos y se mantuvieron sumergidas en agua destilada, para posteriormente colocarlas en cajas Petri con el corte hacia abajo y se agregaron 10 mL de la solución de cloruro-2-3,5-trifenil tetrazolio (1 %, p/v).

Las cajas Petri permanecieron en incubación por 4 h a 25 ± 2 ºC, y enseguida se reemplazó la solución de tetrazolio por agua destilada. La lectura de viabilidad se hizo asignando a cada porción de semilla uno de los 16 casos de la clave de interpretación para la prueba de tetrazolio en maíz propuesta por Delouche *et al.* (1971).

Prueba de germinación normal. Se realizó la prueba de germinación normal o estándar (ISTA, 1995). Las semillas se colocaron sobre toallas de papel húmedo las cuales se enrollaron y se colocaron verticalmente dentro de bolsas de plástico a 25 ± 4°C. A los siete días se evaluó el número de plántulas normales (PN), y anormales (PA) y la presencia de semillas muertas (SM).

Materia seca. En el experimento anterior se cuantificó el peso seco (mg/plántula) acumulado en plúmula, radícula y total (PSP, PSR y PST, respectivamente).

Análisis estadístico. Se empleó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones y con una unidad experimental de 10 semillas. Los resultados se analizaron con el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2002).

La comparación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey (P≤0.05). Los datos porcentuales se transformaron con el arcoseno antes de realizar los análisis de varianza y la comparación de medias correspondientes (Reyes, 1980). Además, se calcularon los coeficientes de correlación lineal entre las variables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectaron diferencias significativas en el análisis de varianza para todas las variables de estudio, excepto para plántulas normales y peso seco total (Cuadro 1).

Con base en las significancias anteriores, se procedió a la prueba de Tukey (Cuadro 2). Se advierte que los tres genotipos tuvieron la misma capacidad para formar plántulas normales y para acumular materia seca, como ya se dijo antes. Sin embargo, hubo efecto heterótico en peso de semillas y en viabilidad, dado que la cruza simple ocupó el primer nivel de significancia en esos aspectos.

Este resultado denotó que la recombinación alélica entre los progenitores de esta cruza simple fue favorable para incrementar tanto el peso de las semillas como su potencial germinativo; además, el coeficiente de correlación entre estas mismas variables fue significativo (Cuadro 3), es decir, entre peso de semillas (P100) y viabilidad (V) alcanzó un valor de 0.6 *.

Cuadro 1. Cuadrados medios y significancia estadística obtenidos en el análisis de varianza de las variables bajo estudio.

Variable	Cuadrado medio
Peso cien semillas (P100)	216.1 **
Plántula normal (PN)	139.6 ns
Plántula anormal (PA)	364.6 **
Semilla muerta (SM)	514.6 **
Longitud total (LT)	2132.3 *
Peso seco total (PST)	1330.2 ns
Viable (V)	400.0 **
No viable (NV)	400.0 **

* =Significativo (P≤0.05), ** = Altamente significativo (P≤0.01) y ns = No significativo.

En el mismo sentido, la correlación entre peso seco total (PST) y formación de plántulas normales (PN) fue alta y significativa (0.7**) (Cuadro 3), de modo que se estableció la secuencia de asociaciones entre peso de semilla, viabilidad y plántulas normales.

Aunado a lo anterior, se ha reportado que el vigor seminal tiene relación estrecha con el peso de las semillas (Gutiérrez *et al.* 2005) y es un aspecto relevante en un híbrido comercial.

Cuadro 2 Comparación de medias de las variables analizadas para cada genotipo bajo estudio.

Genotipo	P100	PN	PA	SM	LT	PST	V	NV
L 11	21.8 b	31.3 a	58.8 ab	10.0 ab	88.4 b	137.6 a	80 c	20 a
L 12	16.8 c	20.0 a	52.5 b	27.5 a	133.7 a	104.2 a	90 b	10 b
L 11 x L 12	31.2 a	22.5 a	71.3 a	6.3 b	103.3 ab	133.5 a	100 a	0 c

Medias con la misma letra, en cada columna, son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

Cabe mencionar que en la viabilidad seminal (prueba de tinción con tetrazolio) se detectaron algunas zonas sin actividad metabólica distribuidas al azar en las estructuras del embrión, aunque en las semillas del híbrido L 11 x L 12 estas fueron nulas, a diferencia de la hembra (L 11) y el macho (L 12).

La mencionada tinción correspondió a la formación del compuesto denominado formazán, que es de color rojo e insoluble en agua y se forma al reducirse la solución de tetrazolio con los electrones del proceso respiratorio de las células metabólicamente activas en la semilla al inicio de su hidratación (Moore y Goodsell, 1965).

Cuadro 3. Coeficientes de correlación lineal entre las variables bajo estudio.

Variables	P100	PN	PA	SM	LT	PST	V	NV
P100	1	-0.03 ns	0.7 **	-0.6 *	-0.3 ns	0.2 ns	0.6 *	-0.6 *
PN		1	-0.1 ns	-0.5 ns	-0.3 ns	0.7 **	-0.4 ns	0.4 ns
PA			1	-0-8 **	-0.4 ns	0.2 ns	0.3 ns	-0.3 ns
SM				1	0.5 ns	-0.6 *	0 ns	0 ns
LT					1	0.2 ns	0.3 ns	-0.3 ns
PST						1	0.07 ns	-0.07 ns
V							1	-1.0 **
NV								1

* =Significativo (P≤0.05), ** = Altamente significativo (P≤0.01) y ns = No significativo.

CONCLUSIONES

El genotipo de la semilla fue determinante para las respuestas físicas y fisiológicas de las semillas, hubo efecto heterótico en peso de semillas y en viabilidad.

La correlación entre peso seco total (PST) y la formación de plántulas normales (PN) fue alta y significativa (0.7**).

Se estableció la asociación entre peso de semilla, viabilidad y plántulas normales.

LITERATURA CITADA

Abdel-Aal, E-S y Hucl, P. (2003). Composition and stability of anthocyanin in blue-grained wheat. J Agric. Food Chem. 51: 2174-2180.

Antonio, M. M., J. L. Arellano, G. García, S. Miranda, J. A. Mejía, F. V. González. (2004). Variedades criollas de maíz azul raza chalqueño. Características Agronómicas y Calidad de Semillas. Revista Fitotecnia Mexicana 27(1): 9-15.

Arellano V., J.L., C. Tut C., A.M. Ramírez, y. Salinas Moreno y O. R. Taboada Gaytán. (2003). Maíz azul de los valles altos de México. 1. Rendimiento de grano y caracteres agronómicos. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 26 (2): 101-107.

Delouche J C, T Wayne S, M Raspet, M Lienhard (1971). Prueba de viabilidad de semillas con tetrazol. CRAT, AID. Buenos Aires, Argentina. 256 p.

Gutiérrez H, G. F., M. Ramírez M. y E. M. Fragoso P. (2005). Simulación del deterioro en semillas de maíz. In extenso CIBIA V

Guzmán-Maldonado, S. H. y Paredes-López, O. (1999). Funcional products of plant indigenous to Latin America: Amaranth, quinoa, common beans and botanical. In Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects. G. Mazza (ed). Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster PA., pp. 293-328.

Hollman, P. C. H, Hertog, M. G. L., Katan, M. G. (1996). Analysis and health effects of flavonoids Food. Chem. 57: 43-46.

International Seed Testing Association (ISTA). (1995). Handbook of vigour test methods. 2 Ed. Zurich, Suiza. 117 p.

Moore R. P., S. F. Goodsell. (1965). Tetrazolium test for predicting cold test performance of

seed corn. Agron. J. 1: 489-491.

Reyes C. P. (1980). Bioestadística Aplicada: Agronomía, Biología, Química. Ed. Trillas, México, D. F. 213 pp.

Statistical Analysis System (SAS). (2002). SAS Institute. Inc. Cary N. C., USA. Ver. 9.

ANÁLISIS GERMINATIVO DE SEMILLAS DE AGAVE PAPALOMETL

Germán Fernando Gutiérrez-Hernándezx
Yolanda Donaji Ortiz-Hernándezxi
Gabino Alberto Martínez-Gutiérrez2
Omar Federico Mendoza-Ibarra1

RESUMEN

El agave mariposa, papalometl en náhuatl, es una planta de muy diversa utilidad (combustible, papel, alimento, etc.) y su producto más importante es el mezcal. Precisamente a causa del proceso productivo de esta bebida tradicional mexicana, los agaves no completan su ciclo biológico dado que se elimina la inflorescencia cuando apenas se ha iniciado su formación. Con esto se evita la recombinación sexual. El agave mariposa, a diferencia de otras agaváceas que se propagan por hijuelos y rizomas, se reproduce primordialmente por semillas y al interrumpirse la formación de éstas ocurre la erosión genética de la especie. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue describir el desempeño fisiológico de las semillas del agave papalometl en términos de viabilidad, germinación y emergencia. Para ello, se colectaron semillas de esta especie en tres localidades del estado de Oaxaca, México: Sola de Vega (Sierra Sur) (SV 13) en el año 2013, Teposcolula (Mixteca) en el 2014 (TEP 14) e Infiernillo (Valles Centrales) en los años 2014 (INF 14) y 2015 (INF 15). Se evaluaron viabilidad, germinación y emergencia total con un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones de 100 semillas. Se advirtió que los caracteres fisiológicos medidos fueron interdependientes, *v gr.*, a mayor potencial metabólico (VIA) correspondió mejor brotación de plántulas (ET), las cuales tuvieron plántulas más largas (LRAD, LPLU y LT) y con cantidades altas de biomasa (PSRAD, PSPLU y PST). La colecta SV 13 obtuvo siempre los valores más bajos, inclusive su carencia de potencial metabólico (NVIA) fue el más elevado ($P \leq 0.05$), es decir, denotó la menor capacidad para germinar y emerger. En contraparte, destacaron las colectas TEP 14, INF 14, e INF 15, por su desempeño alto y consistente, dado que alcanzaron los mejores valores ($P \leq 0.05$) en VIAB, ET, LRAD, LPLU y LT, y en las demás variables (IVE, PSRAD, PSPLU y PST) tuvieron también los mejores valores.

PALABRAS CLAVE: *Agave potatorum*, brotación, germinación, tetrazolio.

INTRODUCCIÓN

Los agaves alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los seis años de edad, florean, fructifican y producen semillas y mueren, se considera que sus semillas poseen viabilidad y germinación escasas y las plántulas que se forman son muy heterogéneas (Valenzuela, 1994) y crecen lentamente.

El *Agave potatorum* Zucc. es una de las 37 especies de agave que se utilizan para producir mezcal, destilado alcohólico de mostos basados en los azúcares presentes en el acaule (tallo corto y suculento) de la planta, el cual se conoce como “piña o corazón” y mismo que se cuece previamente a su molienda, se fermenta y, por último, se destila el mezcal.

El *A. potatorum* Zucc., clasificado por Zuccarini en 1832 (García-Mendoza, 2010), se conoce como tobalá, papalomé o papalométl (agave mariposa, en náhuatl). Crece principalmente en bosques de Pinus-Quercus y selvas bajas caducifolias y es la especie más recolectada para

elaborar el mezcal artesanal Tobalá, el cual es muy apreciado por los consumidores debido a sus peculiares características organolépticas.

En diversas regiones de Oaxaca las poblaciones silvestres de *A. potatorum* Zucc. son cada vez más reducidas (Rangel-Landa *et al.*, 2015), porque su propagación asexual (por hijuelos, rizomas o bulbillos) es casi nula y a que no hay un manejo sustentable de este recurso.

En consecuencia, las semillas son el medio fundamental de propagación de esta especie (García-Mendoza, 2010), característica ventajosa para la variabilidad genética y evolución de la especie (Cruz *et al.*, 1985); no obstante, esta vía se interrumpe al procesar las plantas para destilar el mezcal y, en consecuencia, peligran la diversidad y la sobrevivencia del agave mariposa (Enríquez del Valle, 2008).

Los agaves desempeñan un relevante papel ecológico por contener la erosión edáfica, servir para combustible, construcción, alimento y hasta para obtener la bebida espirituosa denominada mezcal, muy arraigada en la cultura mexicana.

Precisamente la destilación del mezcal es una industria que emplea mucha mano de obra y genera atractiva plusvalía; no obstante, la excesiva recolección de estas plantas paulatinamente provocará la extinción del recurso. Por tanto, el análisis del proceso germinativo de las semillas de *A. potatorum* podría ser útil para generar estrategias de producción que coadyuven a la sustentabilidad del proceso de obtención del mezcal Papalometl o Tobalá.

Por lo anterior, el objetivo del presente proyecto fue describir el desempeño fisiológico de las semillas del agave papalometl en términos de viabilidad, germinación y emergencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colectas.

Se colectaron cápsulas maduras de plantas silvestres de A. potatorum Zucc. antes de su dehiscencia, en tres localidades del estado de Oaxaca, México: Villa Sola de Vega (Sierra Sur) en el año 2013 (SV 13), San Pedro y San Pablo Teposcolula (Mixteca) en el 2014 (TEP 14) e Infiernillo (Valles Centrales) en los años 2014 (IN 14) y 2015 (INF 15).

Análisis germinativo y de emergencia de plántulas.

Viabilidad.

Se empleó la prueba del cloruro de 2, 3 - 5 trifenil tetrazolio (Fragoso *et al.*, 2006). Para ello, las semillas se embebieron 24 h en agua destilada, posteriormente con un escalpelo se les hizo un corte longitudinal (respecto a su eje mayor), procurando partir a la mitad el cotiledón y el embrión para así exponer los tejidos internos de éste a la solución oxidada de tetrazolio. Cabe mencionar que se seleccionó e incubó sólo la mitad de la semilla que mostró el mejor corte.

Las mitades de semilla se depositaron en cajas Petri con 10 mL de la solución de tetrazolio (1 %, p/v) y se incubaron a 25 +/- 2 °C (Meditech MTAC26) durante 12 h en oscuridad (Ramírez-Tobías *et al.*, 2016) para que se desarrollara la tinción.

Transcurrido el lapso anterior, las semillas se observaron con un microscopio estereoscópico (Celestron Labs S10-60) y se evaluó la topografía y la intensidad del color desarrollado (compuesto rojo denominado formazán) en cada eje embrionario partido y se le ubicó en uno de los 16 casos del patrón de tinción para semillas monocotiledóneas de Delouche *et al.* (1971);

finalmente se calculó la proporción (%) de semillas viables (VIA) y no viables (NVIA) (Ramírez-Tobías *et al.*, 2016).

Germinación y emergencia.

Para estas variables las semillas fueron sembradas en un almaciguero con sustrato estéril (Peatmost) a dos cm de profundidad y se incubaron durante 15 días en cámara de germinación (Meditech MTAC26) a 25 ± 2 °C con luz continua.

La emergencia de plántulas inició cuatro días después de la siembra (DDS), a partir de entonces se contabilizó esta variable cada 24 h y se estimó el índice de velocidad de emergencia (IVE), se aplicó la fórmula (Maguire, 1962): IVE = ∑_(i=1)^n⁡〖Xi/Ni〗 ; donde: Xi = Número de plántulas emergidas por día, Ni = i días después de siembra, e i corresponde a los días de conteo a partir del inicio de la brotación de las plántulas.

Transcurridos los 15 DDS se hizo el conteo (%) final de plántulas emergidas (ET). Además, se extrajeron las plántulas y se midieron (mm) (vernier digital Mitutoyo CD-6" CSX) la longitud de radícula (LRAD), de plúmula (LPLU) y la total (LT); por último, estas mismas estructuras se secaron en horno (RIOSSA H-102) a 65 0C durante 72 h y se determinó (mg) su respectivo peso seco (PSRAD, PSPLU y PST) en balanza analítica (Sartorius AX) (Gutiérrez-Hernández *et al.*, 2011).

Análisis estadístico.

En los experimentos se empleó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones de 100 semillas. La comparación de medias de tratamientos se realizó por el método de Tukey ($P \leq 0.05$). La evaluación de las asociaciones entre las variables de estudio se hizo con un análisis de correlación ($P \leq 0.01$ y 0.05). El procesamiento estadístico de los datos se hizo con el programa SAS (2002, ver. 9.2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza practicado a las variables germinativas: Semillas viables (VIA), no viables (NVIA), índice de velocidad de emergencia (IVE), emergencia total (ET), longitud de radícula (LRAD), longitud de plúmula (LPLU), longitud total ((LT), peso seco de radícula (PSRAD), peso seco de plúmula (PSPLU) y peso seco total (PST), se detectaron diferencias altamente significativas ($P \geq 0.01$) en todas ellas (Cuadro 1). Lo anterior implica que las colectas de semillas fueron diferentes entre si con respecto a dichas características, *i. e.*, la fisiología germinativa varió según el origen de las semillas (lugar y año de colecta).

Cuadro 1. Cuadrados medios y significancia estadística de las variables evaluadas en las colectas de semilla de *A. potatorum* Zucc. bajo estudio.

Variable	Cuadrados Medios	Significancia	Coeficiente de variación (%)
VIA	1227.39	**	30.47
NVIA	1244.5	**	14.46
IVE	10.3	**	9.2
ET	6648.0	**	9.2
LRAD	132.9	**	21.4
LPLU	211.0	**	17.6
LT	677.6	**	19.2
PSRAD	0.0002	**	50.0
PSPLU	0.0059	**	17.9
PST	0.0083	**	20.9

** = Altamente significativo (P ≤ 0.01), CV = Coeficiente de variación.

Con base en los resultados antes señalados se procedió a la comparación de las medias de tratamientos para cada variable (Cuadro 2).

Germinación y emergencia.

Se advierte que SV 13 tuvo siempre los datos más bajos, inclusive su carencia de potencial metabólico (NVIA) fue el más elevado (P ≤ 0.05), es decir, denotó la menor capacidad para germinar y emerger. En contraparte, destacaron las colectas TEP 14, INF 14, e INF 15, por su desempeño alto y consistente, dado que alcanzaron los mejores valores (P ≤ 0.05) en VIAB, ET, LRAD, LPLU y LT, y en las demás variables (IVE, PSRAD, PSPLU y PST) alternaron su ubicación en los primeros dos niveles significativos (Cuadro 2).

Entre las colectas destacadas (TEP 14, INF 14, e INF 15) se advierten diferentes aptitudes fisiológicas. Las colectas TEP 14 e INF 14 fueron mejores (P ≤ 0.05) que INF 15 en la eficiencia de las plántulas para brotar (IVE), y ésta respondió mejor (P ≤ 0.05) que las otras en las mediciones involucradas en la formación y acumulación de peso seco (PSRAD, PSPLU Y PST). Cabe referir que ambos grupos de propiedades seminales son relevantes para la supervivencia de la especie y que una preponderará sobre la otra según las limitantes del ambiente del que dispongan para su desarrollo, esto es particularmente importante en especies silvestres, como *A. potatorum*, y en un clima árido y suelos delgados de fertilidad escasa, como son los de la denominada región del mezcal en Oaxaca, México.

Cuadro 2. Comparación de medias obtenidas por las variables de germinación evaluadas en las colectas de semilla de *A. potatorum* Zucc. bajo estudio.

Colecta	VIA	NVIA	IVE	ET	LRAD	LPLU	LT	PSRAD	PSPLU	PST
SV 13	7 b	93 a	0.1 c	4 b	0.9 b	1.0 b	1.9 b	0.00 c	0.00 c	0.00 c
TEP 14	47 a	53 b	3.3 ab	82 a	11.4 a	14.7 a	26.2 a	0.01 ab	0.05 b	0.08 b
INF 14	37 a	63 b	3.6 a	89 a	10.2 a	13.8 a	23.9 a	0.01 bc	0.07 b	0.06 b
INF 15	39 a	61 b	3.1 b	85 a	14.1 a	17.2 a	31.4 a	0.02 a	0.09 a	0.11 a
Tukey	20.7	20.6	0.49	12.5	4.1	4.3	8.4	0.01	0.02	0.03

Medias con la misma letra, en cada columna, son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

Ahora bien, las respuestas exiguas de las semillas de SV 13 podrían haber sido causadas por manejo inadecuado o por su composición química que les confiriera escasa longevidad, ya que difícilmente estarían codificadas en su genoma porque sería muy restringida su propagación sexual. Son aspectos que habría que estudiar en aras de implementar estrategias viables de siembra y propagación de esta interesante y valiosa especie.

Se advirtió una secuencia lógica en los caracteres fisiológicos medidos (Cuadro 3), *v gr*., a mayor potencial metabólico (VIA) correspondió mejor brotación de plántulas (ET), las cuales tuvieron plántulas más largas (LRAD, LPLU y LT) y con cantidades altas de biomasa (PSRAD, PSPLU y PST).

Cuadro 3. Coeficientes de correlación lineal entre las variables evaluadas en las colectas de semilla de *A. potatorum* Zucc. bajo estudio.

Variable	VIA	NVIA	IVE	ET	LRAD	LPLU	LT	PSRAD	PSPLU	PST
VIA	1	0.5 ns	0.8 **	0.8 **	0.8 **	0.8 **	0.8 **	0.7 **	0.8 **	0.8 **
NVIA		1	-0.8 **	-0.8 **	-0.8 **	-0.8 **	-0.8 **	-0.7 **	-0.8 **	-0.8 **

IVE	1	0.99**	0.9**	0.9**	0.9**	0.7**	0.8**	0.8**
ET		1	0.9**	0.9**	0.9**	0.7**	0.9**	0.8**
LRAD			1	0.99**	0.99**	0.9**	0.95**	0.9**
LPLU				1	0.99**	0.9**	0.9**	0.9**
LT					1	0.9**	0.95**	0.9**
PSRAD						1	0.9**	0.9**
PSPLU							1	0.99**
PST								1

** = Altamente significativo (P≤0.01) y ns = No significativo.

CONCLUSIONES

Las colectas TEP 14, INF 14, e INF 15, alcanzaron los mejores valores (P ≤ 0.05) en VIAB, ET, LRAD, LPLU y LT, y en las demás variables (IVE, PSRAD, PSPLU y PST) alternativamente también fueron superiores.

Los caracteres fisiológicos medidos fueron interdependientes, a mayor potencial metabólico (VIA) correspondió mejor brotación de plántulas (ET), las cuales tuvieron plántulas más largas (LRAD, LPLU y LT) y con cantidades altas de biomasa (PSRAD, PSPLU y PST).

La colecta SV 13 obtuvo siempre los valores más bajos, inclusive su carencia de potencial metabólico (NVIA) fue el más elevado (P ≤ 0.05), es decir, denotó la menor capacidad para germinar y emerger.

LITERATURA CITADA

Cruz, C., Del Castillo, L., Robert, M. y R. N. Ondarza. (1985). Biología y Aprovechamiento Integral del Henequén y otros Agaves. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. 297 pp.

Delouche, J. C., T. Wayne S., M. Raspet, M. Lienhard. (1971). Prueba de viabilidad de semillas con tetrazol. CRAT, AID. Buenos Aires, Argentina. 256 p.

Enríquez del Valle, J. R. (2008). La propagación y crecimiento de agaves. Fundación Produce Oaxaca, A.C. e Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Oaxaca, México. 48 pp.

Fragoso P., E. M., G. F. Gutiérrez H. y J. Virgen V. (2006). Repercusiones físicas y fisiológicas del envejecimiento natural de semillas de cruzas simples de maíz y sus líneas progenitoras. Revista Fitotecnia Mexicana 29 (Núm. Esp. 2): 75 – 80.

García-Mendoza, A. J. (2010). Revisión taxonómica del complejo Agave potatorum Zucc. (Agavaceae): nuevos taxa y neotipificación. Acta Botánica Mexicana (91): 71-93.

Gutiérrez-Hernández, G. F., J. M. Vázquez-Ramos, E. García-Ramírez, M. O. Franco-Hernández, J. L. Arellano-Vázquez y D. Durán-Hernández. (2011). Efecto del envejecimiento artificial de semillas de maíces criollos azules en su germinación y huella genómica. Revista Fitotecnia Mexicana 34: 77-84.

Maguire, J. D. (1962) Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2, 176-177.

Ramírez Tobías, H. M., R. Niño Vázquez, J. R. Aguirre. Rivera, J. Flores, J. A. De-Nova Vázquez y R. Jarquín Gálvez. (2016). Seed viability and effect of temperature on germination of Agave angustifolia subsp. tequilana and A. mapisaga; two useful Agave species. Genetic Resources and Crop Evolution 63(5): 881-888.

Rangel-Landa, S., A. Casas y P. Dávila. (2015). Facilitation of Agave potatorum Zucc.: An ecological approach for assisted population recovery. Forest Ecology and Management 347: 57-74.

Statistical Analysis System (SAS). (2002). SAS Institute. Inc. Cary N. C., USA. Ver. 9.

Valenzuela, A. (1994). El Agave tequilero: su cultivo e industrialización, 1ª. ed. Edit. Ágata, Guadalajara, Jalisco, México. pp.

EVALUACION DE LA CALIDAD DE GRANO DE 15 HIBRIDOS COMERCIALES DE MAIZ AMARILLO MEDIANTE EL EQUIPO INSTALAB 700 DE DICKEY JOHN

Jesús García-Pereyra[1xii]
Gabriel N. Aviña-Martínez[1xiii]
Rosa Bertha Rubio-Graciano[1]
Héctor García Barron[1]
Jesús García Montelongo[1]

RESUMEN
El maíz es el cultivo agrícola más importante en México, se producen alrededor de 18.2 millones de toneladas anuales en una superficie de 8.5 millones de hectáreas, en este sistema de producción laboran 3.2 millones de ejidatarios (sector social), aproximadamente el 90% de la producción se destina al consumo humano. La Siembra de maíz amarillo en el estado de Durango representa el 22 % de la producción de maíz por su valor económico y por su uso potencial que tiene para la alimentación animal. La determinación de valores nutrimentales por medio de equipos de medición rápidas como el INSTALAB 700® de Dickey John que tiene como característica la medición de proteína, aceite, almidón, cenizas, humedad del grano y densidad aparente mediante curvas de calibración. 15 diferentes granos de híbridos de maíz amarillo de diferentes casas comerciales fueron analizados empleando tecnología de medición de la calidad del grano mediante la metodología propuesta en el medidor INSTALAB 700® de Dickey John. Se empleo un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones y la comparación de medias fue por DMS a una $p \leq 0.05$, los trabajos se efectuaron en el laboratorio de Biología Agrícola del Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana de Durango, durante el periodo de octubre de 2016 a mayo de 2017. Los resultados indican que los híbridos Titán® de la compañía UNISEM y 357® de DEKALB fueron los que contienen más cantidad de proteína con 3.03 % respectivamente. En contenido de almidón el hibrido Arriero de la compañía CONLEE® y C4795® de DEKALB con 61.4 y 60.3 % fueron los mas representativos, adicionalmente se presentan resultados de contenido de aceite, humedad y cenizas.

PALABRAS CLAVE: Híbridos de maíz amarillo, INSTALAB 700®, calidad del grano

INTRODUCCIÓN

En maíz amarillo en México se han obtenido rendimientos a doble hilera de 22 ton/ha. Para este año se pretende reconvertir 150 mil hectáreas de maíz blanco a amarillo, para alcanzar un millón de hectáreas en 2018. Con ello, se producirían 1.5 millones de toneladas adicionales de maíz amarillo este año y 10 millones dentro de 5 años, lo que eliminaría las importaciones de ese grano (http://www.elfinanciero.com.mx/opinion/maiz-blanco-y-amarillo-reconversion.html). México importa alrededor de **50% de grano de maíz,** principalmente amarillo para uso pecuario e industrial, por lo que es necesario una reconversión en el campo para ampliar su producción, de las 25 millones de toneladas anuales que se producen en temporada normal de este grano en el país 90% es blanco y sólo 10% amarillo. Pero la necesidad del sector pecuario es de 10 millones de toneladas, más 2.5 millones para uso industrial, http://expansion.mx/manufactura/2011/10/11/maiz-amarillo-es-oportuno-para-mexico. Como se muestra en el Cuadro 1, las partes principales del grano de maíz difieren considerablemente en su composición química. La cubierta seminal o pericarpio se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87 por ciento, la que a su vez está formada fundamentalmente por hemicelulosa (67 por ciento), celulosa (23 por ciento) y lignina (0,1 por ciento) (*Burge y Duensing, 1989*). El endospermo, en cambio, contiene un nivel elevado de almidón (87 por ciento), aproximadamente 8 por ciento de proteínas y un contenido de grasas crudas relativamente bajo.

CUADRO 1. Composición química proximal de las partes principales de los granos de maíz (%)

Componente químico	Pericarpio	Endospermo	Germen
Proteínas	3.7	8.0	18.4
Extracto etéreo	1.0	0.8	33.2
Fibra cruda	86.,7	2.7	8.8
Cenizas	0.8	0.3	10.5
Almidón	73	87.6	83
Azúcar	0.34	0.62	10.8

Fuente: Watson, 1987.

En 1883 el investigador danés Johann Kjeldahl desarrolló el método más usado en la actualidad para el análisis de proteínas (método Kjeldahl) mediante la determinación del nitrógeno orgánico. En esta técnica se digieren las proteínas y otros componentes orgánicos de los alimentos en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores. El nitrógeno orgánico total se convierte mediante esta digestión en sulfato de amonio. La mezcla digerida se neutraliza con una base y se destila posteriormente. El destilado se recoge en una solución de ácido bórico. Los aniones del borato así formado se titulan con HCl (o H2SO4) estandarizado para determinar el nitrógeno contenido en la muestra. El método Kjeldahl ha sufrido varias modificaciones. Originalmente se utilizó permanganato de potasio para llevar a cabo el proceso de oxidación (digestión), sin embargo, los resultados no fueron satisfactorios, de manera que este reactivo se descartó.

En la actualidad se utiliza principalmente sulfato de cobre penta hidratado CuSO4.5H2O como catalizador. La norma para la determinación de la cantidad de proteína es la NMX-F-068-S-1980. ALIMENTOS. Determinación de proteínas. (http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F- 068-S-1980.PDF). Un método más confiable para determinar proteína es por el equipo Instalab®700 ofrece confiabilidad y precisión en pruebas de filtros fijos que son fáciles de operar y asequibles. El diseño y la construcción de calidad garantizan los resultados NIR más fiables disponibles. El Instalab®700 tiene una copa de muestra rotativa patentada que prácticamente elimina los problemas asociados con la no homogeneidad de la muestra. La rotación de la copa se controla por computadora, con 120 lecturas tomadas a intervalos de 3 ° y promediadas para cada longitud de onda. La copa de muestra líquida opcional tiene una característica de no rotación para la medición de líquidos y aceites. Completamente personalizable, permite cambiar los filtros para ajustar el ancho de banda de los componentes del producto, incluyendo proteína, celulosa, azúcar, cenizas, almidón, aceite y grasa, alcohol, algodón y poliéster. El Instalab®700 es una actualización analítica de la serie Instalab®600, es de diseño confiable y construido para un funcionamiento sin problemas en cualquier entorno, desde el laboratorio hasta la línea de producción (http://www.dickey-john.com/product/instalab700-nir-analyzer/).

En Durango solo un laboratorio ubicado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UJED, realiza análisis de la cantidad de proteína por el método Kjeldahl, con análisis en tiempo superior a 48 horas, el productor requiere resultados instantáneos en tiempo real. Los productores de maíz amarillo requieren estudios confiables que les permitan ofertar un grano de maíz con la mayor cantidad de proteína y almidón posible, esto está directamente con la cantidad de

fertilización de nitrógeno y fosforo realizada en el campo. Empresas como Su carne® que compran el maíz amarillo, requieren de un producto de la mayor calidad en cuanto a grano se refiere, que contenga la cantidad de proteína y almidón máximos para poder realizar sus formulaciones para la alimentación animal. El estudio trasciende por contar a nivel estatal el Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana con el medidor INSTALB 700® que ni las mismas empresas tienen en sus laboratorios, con este equipo una vez realizadas las curvas de calibración se puede obtener respuesta en la cantidad de proteína almidón y otras variables por este método con un grado de confiabilidad de 100 %.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon 15 híbridos de maíz amarillo de diferentes casas comerciales, granos obtenidos principalmente bajo sistema de riego provenientes del ciclo de siembra de primavera-verano del año 2016 y sembrados en los diferentes ecosistemas del estado de Durango los cuales se aprecian en el cuadro 2.

Cuadro 2. Diferentes híbridos de maíz amarillo sembrados en Durango

Hibrido	Casa comercial	Clasificación
1	CERES	XR 20A
2	ASGROW	7573
3	BERENTSEN	309
4	CROPLAN	6818 Y
5	BERENTSEN	SB 308
6	CONLEE	ARRIERO
7	CROPLAN	9009
8	CEROMEX	2120
9	UNISEM	APOLO
10	UNISEM	ORION
11	UNISEM	TEMIS
12	UNISEM	TITAN
13	DEKALB	HORTUS 7088
14	DEKALB	C 4795
15	DEKALB	357

La semilla se limpió y se adecuo para su evaluación en el medidor INSTALAB 700 de Dickey John, el cual se calibro para la evaluación de los diferentes maíces comerciales, el sistema consiste en moler el grano libre de impurezas en un molino ROMER SERIES II MILL, clasificando la molienda a grano molido en malla 200. La muestra tamizada se coloca en la cubeta almacén de grano molido para su análisis respectivo, se enciende el aparato INSTALAB 700 hasta que la temperatura alcance los 60 ^{o}C, se busca el análisis de maíz grano y se determinan los parámetros que se aprecian en el cuadro 3.

. **Cuadro 3. Análisis realizados en el medidor de proteína INSTALB 700®**

Clasificación	Análisis en %
1	Humedad
2	Proteína
3	Grasa
4	Almidón
5	Densidad

La metodología propuesta para el análisis del grano es de la forma siguiente:
Limpieza y molido del grano a malla 200
Colocación de la muestra en la cubeta especial para grano y limpieza con brocha
Encendido del aparato INSTALB 700® hasta que alcance la temperatura de 60 ºC
Dar enter en maíz
Esperar a que el medidor solicite cargado de la muestra y cargarla
Determinar las variables e imprimir la pantalla
El proceso dura aproximadamente 60 segundos, previa calibración del equipo con la instalación de las curvas de calibración.

Diseño experimental

Se evaluaron la cantidad de proteína, almidón y aceite, en este caso solo se evaluó la cantidad de proteína bajo el diseño experimental de bloques completamente al azar y si se detectan diferencias mínimas significativas se sometieron los resultados a la comparación de medias DMS a una probabilidad $p \leq 0.05$. El modelo matemático es el siguiente:

$$Y = U + T_{ij} + E_{ij}$$

En donde:
Y: variable dependiente
U: es la media de la población
T_{ij}: Tratamientos o híbridos evaluados
E_{ij}: Error experimental
El análisis de varianza se efectúa mediante el Software estadístico de (Olivares, 1996) y la comparación de medias protegida de Fisher, 1948.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de laboratorio de los granos analizados en el medidor INSTALAB 700® se aprecian en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Respuesta en el análisis de 5 variables evaluadas en el medidor INSTALB 700

Hibrido	Casa comercial	Clasificación	Proteína %	Humedad %	Grasas %	Almidón %	Densidad %
1	CERES	XR 20A	1.60	7.90	4.20	60.60	1.30
2	ASGROW	7573	0.80	9.70	3.80	60.00	1.35
3	BERENTSEN	309	1.90	9.10	6.50	56.50	1.40
4	CROPLAN	6818 Y	1.00	9.70	4.50	59.30	1.40
5	BERENTSEN	SB 308	1.40	9.10	5.30	57.90	1.40
6	CONLEE	ARRIERO	2.90	9.70	4.00	61.40	1.40
7	CROPLAN	9009	1.10	10.10	4.60	59.70	1.30
8	CEROMEX	2120	1.70	8.80	6.50	55.50	1.40
9	UNISEM	APOLO	2.30	9.20	3.80	60.20	1.40
10	UNISEM	ORION	1.80	9.10	4.00	55.70	1.42
11	TEMIS	UNISEM	1.90	9.30	4.20	57.70	1.40
12	TITAN	UNISEM	3.10	9.80	3.60	59.80	1.32
13	DEKALB	HORTUS 7088	2.80	9.40	3.90	58.70	1.40
14	DEKALB	C 4795	2.75	9.75	3.70	60.30	1.38
15	DEKALB	357	3.15	9.70	3.73	56.90	1.43

En este Cuadro se aprecia que para la variable contenido de almidón en porciento, el hibrido Arriero de la compañía CONLEE® y C4795® de DEKALB con 61.4 y 60.3 % fueron los mas representativos, en contenido de aceite los híbridos 309 de la compañía BERENTSEN y 2120 de CEROMEX con 6.50 % cada uno fueron los de mayor contenido. La humedad del grano analizado presento una fluctuación entre el de mayor valor de 10.10 a 7.90 % con valores no superiores a 2 % entre cada hibrido.

Los resultados para la variable proteína en el análisis de varianza se aprecian en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable proteína en 15 híbridos de maíz amarillo.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	14	23.732483	1.695177	217.9761	0.00
Error	30	0.233307	0.007777		
Total	44	23.955790			
CV: 4.45 %					

En el cuadro 5, se aprecia que existe una diferencia estadística significativa a una $p \geq 0.05$ en los tratamientos, lo que indica que al menos un hibrido es diferente en su contenido de proteína con respecto a los demás. En el cuadro 6, se muestran la comparación de medias para la variable proteína.

Cuadro 6. Comparación de medias para la variable proteína en 15 híbridos de maíz amarillo

Casa comercial	Hibrido	Proteína %
TITAN	UNISEM	3.10a
DEKALB	357	3.15a
CONLEE	ARRIERO	2.90 b
DEKALB	HORTUS 7088	2.80 b
DEKALB	C 4795	2.75 b
UNISEM	APOLO	2.30 c
BERENTSEN	309	1.93 d
TEMIS	UNISEM	1.90 de
UNISEM	ORION	1.80 ef
CERES	XR 20A	1.60 f
CEROMEX	2120	1.70 f
CROPLAN	9009	1.10 g
CROPLAN	6818 Y	1.00 h
BERENTSEN	SB 308	1.40 h
ASGROW	7573	0.80 i

Los resultados indican que los híbridos Titán de la compañía UNISEM y 357 de DEKALB fueron los que contienen más cantidad de proteína con 3.03 % siendo el hibrido 7573 de la compañía ASGROW el que menor cantidad de proteína encontrada con un 0.76 %.

El contenido de aceite y almidón para cada hibrido se aprecia en la Figura 1.

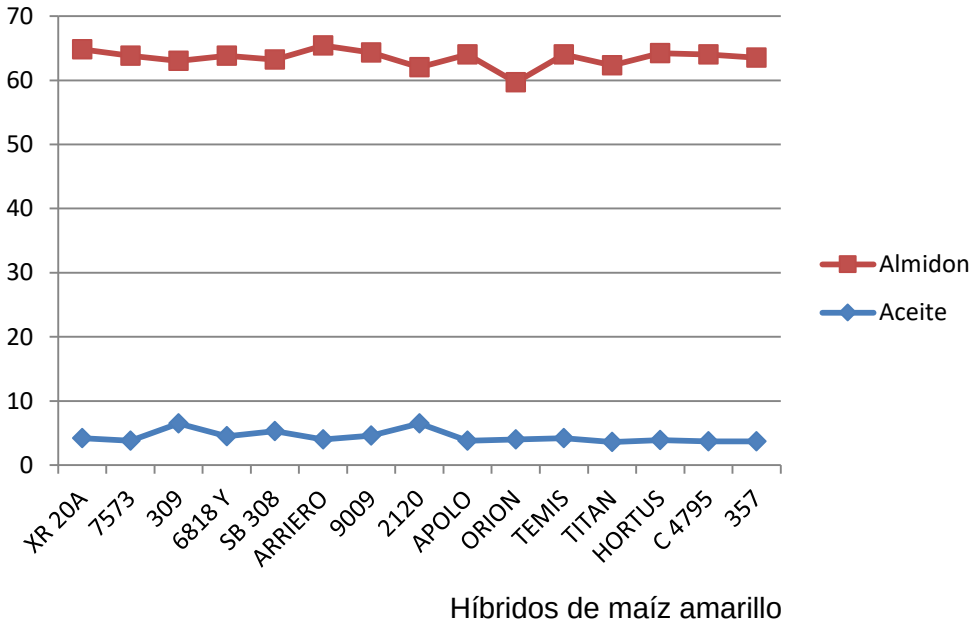


Figura 1. Porcentaje de aceite y almidón en 15 híbridos de maíz amarillo
HIBRIDOS DE MAIZ AMARILLO

Como se parecía en la Figura 1, el mayor contenido de aceite se presentó en los híbridos 2120 de la compañía CEROMEX con 6.50 %, cantidades similares se obtuvieron con el hibrido 309 de la compañía BERENTSEN. El hibrido de menor comportamiento en esta variable fue el Titán de la compañía UNISEM con 3.60 %. En cuanto al contenido de almidón Arriero de la compañía CONLEE con 61.4 fue el de mejor comportamiento.

FAO 1988, encuentran 3.7 % de contenido de proteína en el pericarpio y un 87.6 % de almidón en el endospermo. *Núñez et al., 2015*, encontraron contenidos de proteína en grano de maíz amarillo Orión de 8.15 % y de 48.3 % de contenido de almidón en el hibrido Garst 8285, resultados muy diferentes en cuanto a proteína y almidón en los híbridos evaluados que se siembran en el estado de Durango, lo que indica que el productor de maíz en Durango le aporta mayor cantidad del fertilizante a base de fosforo para incrementar el contenido de almidón y reduciendo el aporte de nitrógeno para obtención de proteína. *López et al., 2012*. Mencionan que el maíz amarillo contiene de un 58 a 72 de contenido de carbohidratos y un valor menor de 10 % en contenido de proteína,

CONCLUSIONES

Los híbridos de maíz amarillo con mayor contenido de almidón base para la producción de energía fue el Arriero de la compañía CONLEE, este hibrido es el que se recomienda para su siembra masiva en el estado de Durango si el grano se va a utilizar como fuente de energía, si el propósito es para formular fuente de proteína los híbridos 2120 de la compañía CEROMEX y 309 de la compañía BERENTSEN son los que se recomiendan para su siembra en el estado de Durango, pero su siembra depende de la variable rendimiento de grano y el ambiente de siembra.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo agradecen al Tecnológico Nacional de México, por la beca de estímulos al desempeño docente otorgada y las facilidades prestadas por la dirección de estudios de posgrado para la realización de este trabajo

LITERATURA CITADA

Burge, R.M. y Duensing, W.J. 1989. Processing and dietary fiber ingredient applications of corn bran. Cereal Foods World 34: 535-538.

FAO. 1988. Anuario FAO de Production 1987. Vol. 41. Roma, FAO.

Fisher, Ronald A.; Yates, Frank (1948) [1938]. *Statistical tables for biological, agricultural and medical research* (3rd edición). Londres: Oliver & Boyd. pp. 26-27.

López-Mazón S L, García Navarrete G. Ibarra Gutiérrez B N. (2012). El maíz (zea mays l.) y la cultura maya. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud www.biotecnia.uson.mx. Volumen 14, No. 3. Pág. 3-8.

Núñez-Hernández G. (2015). Híbridos de maíz forrajero con alto potencial de producción de leche de bovino. Revista AgroFaz, Volumen 15 No.1, Pág. 47-56.

Olivares-Sáenz E. (1994). Software de diseños experimentales versión 2.1. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Watson, S.A. 1987. Structure and composition. En S.A. Watson y P.E. Ramstad. eds. Corn: chemistry and technology, p. 53-82. St Paul, EE.UU., Am. Assoc. Cereal Chem.

http://expansion.mx/manufactura/2011/10/11/maiz-amarillo-es-oportuno-para-mexico.

http://www.elfinanciero.com.mx/opinion/maiz-blanco-y-amarillo-reconversion.html.

NMX-F-068-S-1980.

http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F- 068-S-1980.PDF.

CULTIVO IN VITRO DE MAGUEY PULQUERO (*Agave salmiana* Otto ex Salm); VARIEDAD 'Púa larga', VÍA ORGANOGÉNESIS DIRECTA

Areli Flores-Morales[1],
Víctor Manuel Chávez-Avila[2],
Octavio González-Caballero,
Ángel Jiménez-Rodríguez
Leopoldo González-Cruz[3].

RESUMEN

Ante los efectos del cambio climático provocado por la deforestación, contaminación, cambio de uso de suelo, la población magueyera ha ido desapareciendo, considerada como una especie amenazada (CITES). A pesar del estado actual que guarda su cultivo y de los beneficios que aporta a los pobladores, la importancia agroindustrial del maguey es aún transcendente. La técnica de Cultivo de Tejidos Vegetales, como alternativa de propagación de la especie, es viable, genera ventajas en la conservación, propagación y rescate de especies que estén en alguna categoría de riesgo o en peligro de extinción. El objetivo, fue establecer las condiciones *in vitro* vía organogénesis directa de plantas *Agave salmiana* (maguey pulquero), variedad Púa larga, cultivado en el estado de Tlaxcala. Se utilizaron plantas entre 2 y 5 años de edad fisiológica, se establecieron las condiciones de desinfestación de tejidos y su establecimiento aséptico *in vitro*, obteniendo 80% de viabilidad. La regeneración de brotes, se logró en 12 semanas después de iniciados los subcultivos en medio MS (50% de sales minerales) adicionado de carbón activado, ácido cítrico (100 mg/L, ampicilina 2mg/L y los reguladores de crecimiento: ANA-BAP (1/1), en $mg.L^{-1}$. La mayoría de los explantes generados en las condiciones de cultivo propuestas presentaron oxidación y contaminación lo que originó la pérdida del material vegetal, aun de la adición de antibióticos, fungicidas y/o antioxidantes.

Palabras clave: Agave, cultivo de tejidos vegetales, maguey pulquero

INTRODUCCIÓN

El pulque es una de las bebidas ancestrales y tradicionales de México, se obtiene de la fermentación natural de la savia dulce que emana de las pencas de maguey al ser removidas del centro de la planta. Las especies que constituyen la materia prima para esta bebida son principalmente: *Agave salmiana, A. mapisaga, A. atrovirens*, que se encuentran distribuidas principalmente en el Valle de México, Tlaxcala, Hidalgo y Puebla (García, 2007).

La variedad Púa larga es una planta fibrosa, de cutícula delgada. Pencas delgadas y abundantes, altura aproximada de 2.88 m, ocupa un área alrededor de 14.4 m², posee más de 45 pencas y la púa mide 10± 2 cm. La producción de aguamiel es de 12 a 15 litros por día, contenido de °Brix se encuentra entre 9 y 13 %. Es una variedad de maguey de mayor demanda por los productores del Altiplano de Tlaxcala.

Actualmente el paisaje de las zonas magueyeras se ve afectado por una disminución de áreas de siembra y de la lenta resiembra, la cantidad de plantas ha disminuido notoriamente; una de las causas principales es que el aprovechamiento del maguey cancela la posibilidad de generar semillas, pocos productores las emplean con poca experiencia en ello afectando la tasa de germinación de semillas, otros factores son el largo tiempo para la madurez de la planta, la cantidad de mecuates producidos al año, así como la industrialización actual del pulque y además el mal manejo que se les ofrece a estas plantas (Gómez, 2005). Otra limitante de importancia es en gran parte por la industria restaurantera de platillos como barbacoa y mixiotes, quienes carecen de cultivos de magueyes para proveerse del "papel" (cutícula) por lo que recurren a la devastación de los cultivos magueyeros destinados a producción de pulque, así una y otra industrias están destinadas a su desaparición.

La propagación tradicional de agave pulquero es mediante dos formas: por semillas o mecuates. La primera ha caído en desuso y en la actualidad pocos productores la llevan a cabo debido a que el tiempo de obtención de plantas es mayor. La segunda forma de propagar el maguey es la más utilizada por los productores con el inconveniente del bajo número de hijuelos obtenidos, no se asegura la calidad productiva de las plantas, el tiempo de madurez y explotación es de 8 a 10 años.

La falta de apoyos financieros y de asesoría para el cultivo adecuado por los productores, ha provocado su disminución en los campos tlaxcaltecas así como en otros estados del país, de tal forma que el maguey se encuentra en riesgo de ser una especie amenazada (CITES). En el estado de Tlaxcala se cultivan por parte de los productores de maguey principalmente las variedades, "Ayoteco", "Chalqueño", "Manso", y "Xaminí"y "Púa Larga", una variedad desarrollada por preferencia por los señores Del Razo, en el Rancho San Isidro de Nanacamilpa, Tlaxcala. Esta variedad tiene la base del tallo más gruesa, además presenta un mayor número de hojas que el maguey manso, igual su púa es más alargada, la cutícula o epidermis es más delgada en referencia a otros magueyes y en términos de productividad y calidad de aguamiel, esta inicia en un tiempo de 8 años de edad del maguey y se colectan en promedio 12 litros de aguamiel al día, con un contenido de 12 °Brix. Esta variedad es de preferencia para los productores de maguey en términos de productividad. Sin embargo el número de hijuelos es insuficiente para generar una propagación masiva de esta variedad, con base en esta problemática, surge la necesidad de regenerar e incrementar el cultivo de estas plantas a través de otras alternativas, la más probada entre otros cultivos es el Cultivo de Tejidos Vegetales (CTV). El CTV ha sido desde 1960 un elemento que ha modernizado y potenciado el cultivo de especies de alto consumo de gran importancia a nivel mundial, como el jitomate, arroz, papa, uva, espárragos, agave tequilero, fresa, plantas medicinales, árboles maderables, así como especies en peligro de extinción (Chávez; 2008), entre muchas otras por lo que es altamente recomendable su implementación junto con un programa de reproducción por semillas para hacer más eficientes los sistemas de producción del maguey pulquero. El objetivo del presente estudio fue explorar el establecimiento aséptico de explantes *in vitro* así como promover vía organogénesis directa, la regeneración de estructuras organizadas para la propagación masiva de A. *salmiana Otto ex Salm,* variedad púa larga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta de *Agave salmiana*, variedad 'Púa larga'.
Agaves inmaduros fueron donados por el Sr. Rodolfo del Razo, propietario del Rancho "San Isidro" de la comunidad de Nanacamilpa, Tlaxcala, ubicado en el Altiplano Central Mexicano a 2 720 metros sobre el nivel del mar.

De estas plantas se colectaron especímenes de 2 y 5 años de edad aproximadamente, con una talla de 30 a 50 cm respectivamente.

Proceso de desinfestación del agave y rompimiento de latencia de yemas axilares.
Esta, se realizó aplicando un fungicida (Benomil, producto comercial), en una concentración de 4g/L se asperjo sobre las plantas diariamente en un periodo de aplicación de 3 semanas antes de establecer el cultivo *in vitro*, a su vez se aplicó Benzil Amino Purina (BAP) 3 mg/L, cada tercer día, para estimular la división celular y romper la latencia de las yemas axilares haciéndolas brotar.

Proceso de desinfección de los explantes
El proceso consiste en:
a): Selección de la planta y eliminación de hojas dañadas.
b): Tallo, yemas axilares y partes de hojas inmaduras centrales se les realizó un enjuague con agua de la llave para quitar restos de tierra.
c): Usando jabón antibacterial (Dial®) se enjuagó el fragmento del agave seleccionado por un periodo de 20 minutos y se eliminaron residuos del jabón con agua destilada.
d): El explante se introdujo en una solución de etanol al 96 % v/v por 30 segundos, se enjuagó y se adicionó Agrimicin 4g/L, 30 minutos en agitación continua. Posteriormente se introdujeron los explantes en solución de hipoclorito de sodio al 30 % v/v (Cloralex blanqueador doméstico) por 30 minutos.
e): Se realizaron tres enjuagues con los antioxidantes; Ácido ascórbico (150mg/L) y Ácido cítrico 150m (g/L). Se introdujeron los explantes en solución de hipoclorito de sodio en una concentración de 10% v/v por 10 minutos y nuevamente se realizaron tres enjuagues con los antioxidantes.

Disección del tejido meristemático: Se obtuvieron los brotes del rizoma para disectar el meristemo apical en condiciones de asepsia.
Cultivo *in vitro* del explante en medio Murashige y Skoog (1962).
Todos los explantes se cultivaron en medio MS (Murashige y Skoog, 1962), al 50 % de compuestos inorgánicos y 100 % de compuestos orgánicos, adicionado con sacarosa (30 g/L). El pH se ajustó a 5.7 ± 0.2, se agregó carbón activado y gelificante (Gel rite®) 3.5 g/L.

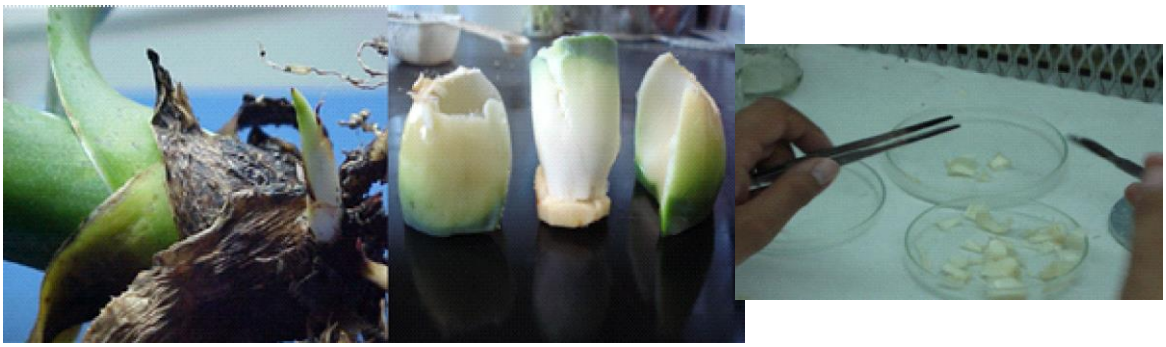
Tratamientos hormonales.
Se emplearon los reguladores de crecimiento, auxinas: ácido naftalén acético (ANA), y citocininas: bencil aminopurina (BAP), en una combinación de concentraciones de 1 y 2 mg/L., 9 tratamientos hormonales.
Unidades experimentales: Se emplearon 5 frascos por cada tratamiento hormonal y por cada frasco se sembraron 5 explantes.

Condiciones de cultivo
El material vegetal se colocó en una cámara de incubación con un fotoperiodo de 16 h luz y 8h de oscuridad a una temperatura de 25 ± 2 °C, donde se monitorearon los cultivos continuamente hasta la formación de callos y órganos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estrategia experimental para promover la brotación de forma directa (sin formación de callo) fue probar los explantes de la zona meristemática y de la parte basal de las hojas menos diferenciadas de las plantas de maguey variedad púa larga (Figura 1).

El cultivo *in vitro* se realizó con agaves entre 2 y 5 años de edad aproximadamente, después de la desinfestación solo un 80% de explantes fueron viables. Se obtuvieron un total de 123 explantes para el agave de 2 años de edad y 263 explantes para el de 5 años.



Los explantes de la zona meristemática y de la parte basal de las hojas fueron cultivados en medio MS (50% de sales minerales) adicionado de los reguladores de crecimiento ANA y BAP, con una concentración de 0, 1 y 2 mg/L en combinación, generando 8 tratamientos y un testigo por cada combinación hormonal, esto a fin de promover el desarrollo individual de los brotes de A. *salmiana*, var. púa larga, los resultados de este experimento indican que los tratamientos probados no incrementaron el tamaño del explante de la planta y tampoco el desarrollo de hojas como se esperaba, dado que en estas condiciones se desarrollarían brotes que adquirían la forma característica de una roseta, como se menciona en los trabajos de Nava (1988), quien uso la parte meristemática de agave *tequilana Weber azul*, igual Binh et al. (1990) obtuvieron la misma respuesta utilizando tejido meristemático. También Robert (2006) en la inducción de plántulas de agave, trabajo con tejido meristemático localizado en la parte derecha baja de los primordios de las hojas obteniendo brotes adventicios por organogénesis directa. Martínez (2003) trabajo con segmentos de hojas de Agave victoriae-reginae y distintas concentraciones de hormonas 2,4-D y BAP en donde en algunos explantes con 2,4-D solo o en combinación con BAP indujeron la formación de callos, y en la mitad de estos tratamientos ocurrió la formación de estructuras nodulares, sus mejores respuestas se obtuvieron con 2.26 y 4.52 µM 2,4-D sin BAP, al parecer BAP impide la formación de estructuras nodulares.

Por otro lado, solo el 65% del material vegetal (yemas axilares de la zona basal), en las condiciones de cultivo mencionadas presentó desdiferenciación celular, pero igual se observó el fenómeno de oxidación en la periferia del explante en un tiempo de 1 mes (Figura 2). Generalmente los cultivos se ven limitados en su desarrollo por la ocurrencia de oscurecimiento del tejido y del medio de cultivo, lo cual es letal para el desarrollo. Esto constituye uno de los problemas más serios y frecuentes que puede ocurrir, desde el inicio y durante el mantenimiento de un cultivo *in vitro*. El desarrollo de este problema está estrechamente relacionado al estrés oxidativo que sufren las células del explante al ser cultivado. Este fenómeno se produce por el desbalance entre las reacciones de oxidación (referida a las reacciones enzimáticas) y los mecanismos antioxidantes para destoxificar (antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos), generalmente causado por una generación incrementada de radicales libres (Turrens 2003).

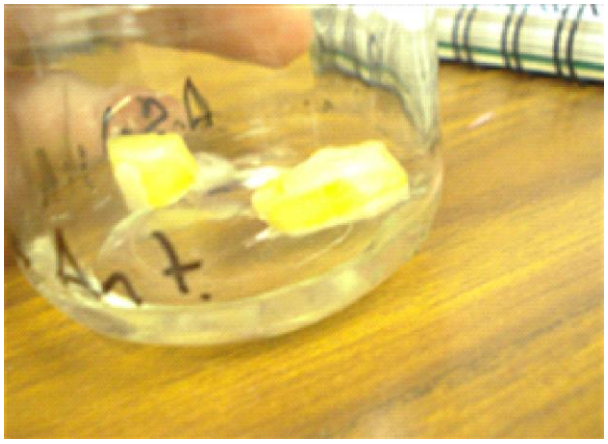


Figura 2. Explantes de yemas axilares de la zona basal de A. *salmiana*, variedad púa larga en proceso de oxidación

El subcultivo periódico del material en condiciones de menor intensidad luminosa y adicionando al medio de cultivo ácido cítrico (100 mg/L) como antioxidante disminuyó el efecto de oxidación. Aunado al proceso de oxidación también se presentó contaminación microbiana que afectó al desarrollo del cultivo, por lo tanto se realizaron subcultivos en el medio base agregando ampicilina en 2mg/L como antibiótico.

En los subsiguientes 30 días del subcultivo se observó la formación de callo (Figura 3). Este se presentó en la combinación hormonal (ANA:BAP), en concentración de 1:1 mg/L., donde el 90% de explantes formaron callo. En la concentración hormonal 1:2 mg/L, el 60 % y en la de 2:1 mg/L, el 50 %. Donde no había presencia de reguladores de crecimiento no ocurrió formación de callo, los explantes mostraron disminución en tamaño hasta generar una necropsia total del explante, aún de los subcultivos realizados.

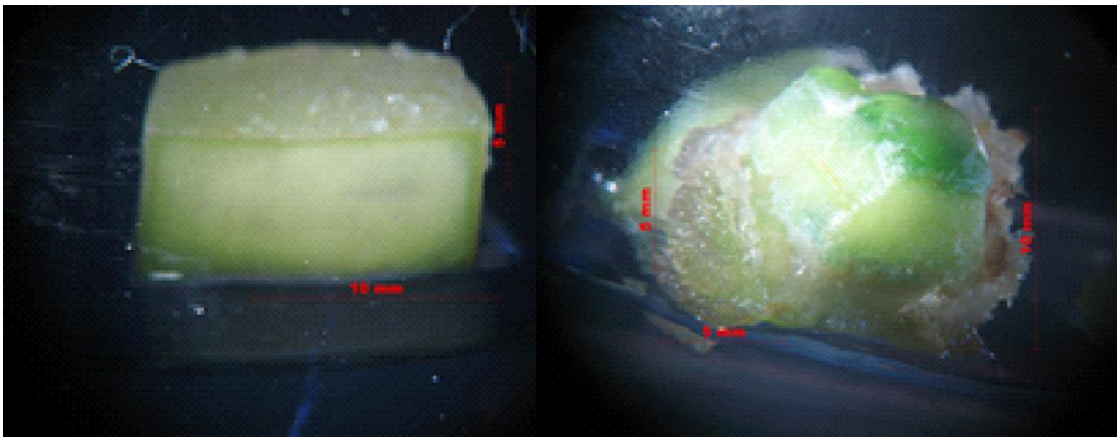


Figura 3. Desarrollo de callo a partir de los explantes proveniente de maguey de 2 años de edad, en medio MS (50% de sales minerales) adicionado de la combinación de los reguladores de crecimiento ANA:BAP, en concentración de: 1/1 mg/L.

Los explantes provenientes de maguey de 5 años de edad cultivados en medio MS (50% de sales minerales), adicionado de los reguladores de crecimiento ANA y BAP, con una concentración de 0, 1 y 2 mg/L en combinación, también presentaron el fenómeno de oxidación. Los tratamientos en la combinación de los reguladores de crecimiento ANA y BAP (1:1 y 1:2, mg/L) son los que generaron la formación del callo en el primer mes a partir de la segunda siembra en las mismas condiciones de cultivo de baja intensidad lumínica, con la adición de ácido cítrico (100 mg/L) como antioxidante. Del total de explantes solo el 55 % desarrollo callo.

En un tiempo de 2 meses el crecimiento de callo fue lento dado que todo el material vegetal presentó oxidación por lo tanto todos los explantes que mostraron callo fueron cultivados en medio MS (50% se sales), adicionado de carbón activado y antibiótico para evitar la pérdida del material vegetal.

A un mes del último subcultivo, se logró la regeneración de brotes a partir de yemas preformadas (apicales y axilares). Se formaron órganos (hojas) en explantes procedentes de la parte del ápice del tallo en las concentraciones hormonales de ANA/BAP (mg/L) 1/1 y 1/2, esta formación de órganos se presentó a las nueve semanas de iniciados los subcultivos (Figura 4).

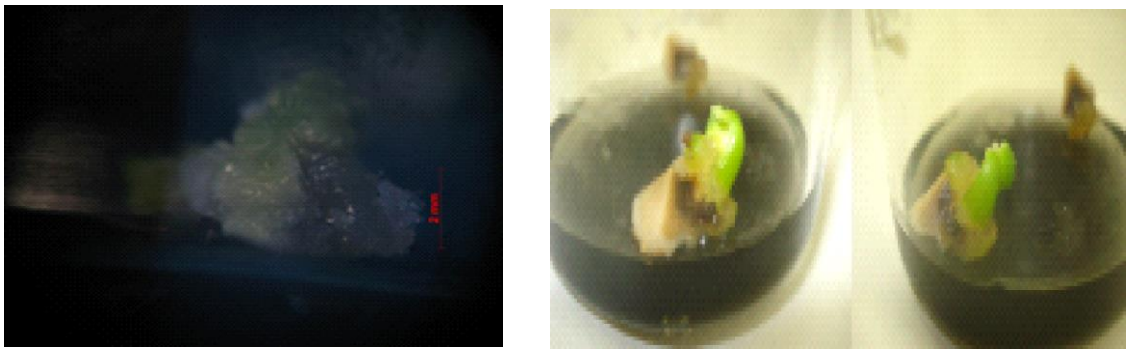


Figura 4. Formación de brotes vía organogénesis directa (hoja), medio de cultivo MS, adicionado de los reguladores de crecimiento ANA/BAP, 1:1 mg/L.

Se observa que las condiciones de cultivo establecidas fueron las óptimas para el desarrollo de los explantes, sin embargo, hay que remarcar que la mayoría de los callos desarrollados presentaron oxidación y contaminación lo que originó la pérdida de una gran parte de material vegetal, esto, a pesar de la adición de antibióticos, fungicidas y/o antioxidantes, incluso del uso de carbón activado en el medio. El diseño experimental no tuvo lugar debido a la perdida de unidades experimentales a lo largo del trabajo, por lo tanto, es necesario establecer a partir de este trabajo manipulaciones experimentales que permitan establecer la condiciones óptimas para lograr una metodología que apoye la propagación masiva de maguey pulquero variedad púa larga por vía de organogénesis directa (Flores et al., 2009).

Por otra parte, el presente trabajo apoyara en la conservación de la biodiversidad de genes, poblaciones y ecosistemas y con ello las variedades tradicionales. La propagación clonal, por secciones de plantas de ejemplares superiores permitirá mayores rendimientos de producción de

aguamiel y se conservará la cultura a través de sus tradiciones y conocimientos asociados y se conservará el paisaje que atrae al turismo en Tlaxcala.

CONCLUSIONES

El proceso de desinfestación establecido permitió eliminar microorganismos, no en su totalidad debido a que la mayor parte de explantes sembrados presentaron contaminación sistémica tanto por bacterias como por hongos, aún de la adición del antibiótico y fungicida en el medio de cultivo. Sin embargo, se logró generar una vía de organogénesis directa de explantes de A. *salmiana*, variedad púa larga de 2 y 5 años de edad, cultivados en medio de cultivo MS (50% de sales) adicionado de carbón activado, ampicilina 2mg/L, utilizando los reguladores de crecimiento ANA/BAP en combinación de 1:1 mg/L., en un tiempo de 13 semanas y en condiciones de cultivo de menor intensidad de luz, debido a que son susceptibles al proceso de oxidación.

LITERATURA CITADA

Binh, L. T.; Muoi, L. T.; Oanh, H. T. K.; Thang, T. D.; Phong, D. T. 1990. Rapid propagation of agave by *in vitro* tissue culture. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 23: 67-70.

Chávez-Ávila V. M. y Flores-Morales A. 2008. Germinación *in vitro* de semillas de *Stanhopea tigrina* (Bateman) (Orchidaceae) en distintas etapas de desarrollo, Tesis profesional: Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala.

García m. A. 2007. “Los agaves de México”, ciencias 87, México: Facultad de Ciencias UNAM, pp. 14-26.

George, E. F. and P. D. Sherrington.1984. Plant propagation by tissue culture. Handbook and directory of commercial laboratories. Exegetics ltd. Eversley, Basingstone, England. p 709.

Gómez F. M. y R. H. Morales 2005. Biología Floral de *Agave salmiana*. Tesis de licenciatura, Universidad de las Américas, Puebla.

Flores-Morales, et al. 2009. Mecanismos de Conservación y Uso del Maguey Pulquero Agave salmiana en el Altiplano Mexicano Obtenido de:http://www.somas.org.mx/imagenes_somas2/pdfs_libros/agriculturasostenible6/61/42.pdf (16 de octubre de 2012).

Nava-cedillo A. 1988. Agave *tequilana Weber azul in vitro*. Un modelo para estudios de morfogenesisi. MsC. Tesis de Maestría, CP-Montecillos, México.

Martínez P. 2003. Embriogénesis Somática Organogénesis de Agave victoreae- reginae: consideraciones para su conservación. Tiss. Org. Cult.

Robert M. L. et al, 2006. An Efficient Method for the Micropropagation of Agave Species, Methods in Molecular Biology, Vol. 318: Plant Cell Culture Protocols, Second Edition, Totowa, NJ: Humana Press Inc.

Turrens, J. 2003. Mitochondria formation of reactive oxygen species. Journal of Physiology 552: 335-344.

VARIABILIDAD EN RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN CULTIVARES DE AYOCOTE

Escalante-Estrada José Alberto Salvador[1]
Rodríguez-González María Teresa[1]
Díaz-Ruiz Ramón [2]
Escalante-Estrada Yolanda Isabel[3]

RESUMEN

El Ayocote (*Phaseolus coccineus* L.) es un cultivo de importancia para los agricultores de pequeñas extensiones por ser parte de su dieta alimenticia. Así, el estudio sobre la búsqueda de cultivares de alto rendimiento y los componentes morfológicos que lo determinan se justifica. El objetivo del presente estudio fue determinar: a) el rendimiento en grano y sus componentes morfológicos de cultivares de Ayocote provenientes del Estado de Puebla; y b) los índices agronómicos que presenten mayor relación con el rendimiento de grano. El estudio se realizó bajo condiciones de lluvia en Montecillo, Texcoco, Estado de México (19°29' N, 98°53' O y 2250 m de altitud) de clima templado, suelo arcilloso y pH de 7.8. La siembra de accesiones de Ayocote de tercera generación, procedentes del Estado de Puebla, México, fue el 6 de junio del 2014, a 4.16 plantas m^{-2}. El número de granos, vainas, granos por vaina, tamaño del grano, y los índices como rendimiento por vaina, el índice de llenado de vaina y en consecuencia en el rendimiento en grano, así como la altura y ancho del dosel presentaron diferencias significativas entre cultivares. Los componentes de mayor a menor relación con el rendimiento en grano fueron el tamaño del grano, rendimiento por vaina, número de vainas y el índice de llenado de vaina. En cuanto al rendimiento de grano, los cultivares sobresalientes fueron los de San Martín Tlapala de Atlixco y las de la Ranchería San Martín de San Salvador el Verde; y en menor grado los de San Simón de San Salvador el Seco. Los días a ocurrencia a etapas fenológicas fue similar entre cultivares. El calor acumulado durante el desarrollo del cultivo fue de 1096 °C d^{-1} con una ETc estimada de 349 mm y 343 mm de lluvia.

Palabras clave: *Phaseolus coccineus* L., fenología, elementos del clima, componentes del rendimiento.

INTRODUCCIÓN[xiv]

El Ayocote (*Phaseolus coccineus* L.) es una leguminosa originaria de las zonas templadas del altiplano mexicano, con gran potencial de uso y aprovechamiento con fines alimenticios para la población mediante el uso de su follaje, flores, vainas y semillas (Rojas *et al.,* 2015). El grano es de importancia económica, por el aporte de proteína (21%) y carbohidratos (24%) (Rojas, 2017) y presenta variabilidad por tamaño y color (Ramírez y Díaz, 2009). La siembra de Ayocote que puede ser de crecimiento indeterminado arbustivo o trepador por lo general, se realiza bajo condiciones de lluvia estacional o temporal, en monocultivo y asociado, en este caso el maíz sirve como espaldera viva o menos comunes tutores de madera para una mayor expresión de crecimiento y rendimiento (RG), es practicada por agricultores de pequeñas extensiones (Delgado *et al.,* 2014). Algunos antecedentes en la región de estudio (Montecillo Municipio de Texcoco, Estado de México, señalan que con la siembra de una accesión Ayocote de San Martín Texmelucan el 20 de mayo, con carrizo como tutor y fertilización de 100-100-00 de N, P y K, se logró un RG de 276 gm^{-2}, con 264 mm de precipitación pluvial (PP) y temperatura máxima y mínima media entre 26 y 30 ^{o}C y 6 y 11°C, respectivamente (Escalante *et al.*, 2010) y de 237 gm^{-2} con cultivares del Estado de México con siembra del 11 de junio y 327 mm de PP (Escalante *et al*., 2015a). Ayala *et al.* (2006) reportan un RG de 526 g $planta^{-1}$ en siembra del 2 de mayo a la densidad de 1.6 plantas m^{-2}. Escalante *et al*. (2015b), señalan que las accesiones de Ayocote

procedentes de Atlixco, Puebla, Méx., utilizando como espaldera el girasol (*Helianthus annuus* L.), cultivar Victoria en siembra del 14 de junio del 2012, a densidad de 8.3 plantas m^{-2}, presentan un RG de 72 a 112 g m^{-2}. El RG más bajo correspondió a las provenientes de San Andrés Calpan con 14 a 16 gm^{-2}. Además, mencionan que Los cambios en el RG se relacionaron con el número de vainas y número de granos. La PP durante el desarrollo del cultivo fue de 498 mm. En general, de acuerdo a los antecedentes se observa variabilidad en el rendimiento de grano y sus componentes morfológicos entre los cultivares sembrados; y dada la importancia social y económica del Ayocote para la región, la búsqueda de cultivares que expresen mayor crecimiento y rendimiento se justifica. Así, los objetivos del presente estudio fue determinar para Montecillo, Estado de México, de clima templado: a) el rendimiento en grano y sus componentes morfológicos de cultivares de Ayocote de tercera generación provenientes del Estado de Puebla; y b) ¿Qué índices agronómicos presentan mayor relación con el rendimiento de grano?

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó bajo condiciones de lluvia en Montecillo, Texcoco, Estado de México (19° 29' N, 98° 53' O, a 2250 m de altitud), con clima templado (Cw, García, 2015) en un suelo de textura franco-arenosa, con pH de 7.1, CE de 0.49 dSm^{-1} (sin problemas de salinidad), que presentó un contenido de materia orgánica (MO) de 2.3% y 26.25 kg de N aprovechable.

Los tratamientos consistieron en la siembra de accesiones de Ayocote (*P. coccineus* L.) de hábito indeterminado trepador provenientes del Estado de Puebla, tercera generación en Montecillo (Cuadro 1), sembrado con espaldera de carrizo el 6 de junio del 2014, a densidad de 4.2 plantas m^{-2} (80 x 30 cm). No se aplicó fertilización.

El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones. Se registró la ocurrencia a las etapas fenológicas, la temperatura máxima (Tmáx), mínima (Tmín) y la precipitación pluvial (PP, mm) durante el desarrollo del cultivo. Se determinó la acumulación de unidades calor por el cultivo (UC), utilizando el método residual como se indica en Snyder (1985) descrito por la siguiente relación: UC= [(Tmáx + Tmín) /2]-TB; dónde: Tmáx = temperatura máxima diaria (°C), Tmín = temperatura mínima diaria (°C) y TB = temperatura base umbral 10°C para frijol (Barrios *et al*., 2011). La evapotranspiración del cultivo (ETc, mm d^{-1}), se calculó a partir de la siguiente relación: ETc = Ev *0.6 * 0.65; donde Ev es la evaporación del tanque tipo “A”, 0.6 como coeficiente para el evaporímetro y de 0.65 coeficiente de cultivo (Kc) para frijol (Doorenbos y Pruitt, 1986).

A la cosecha, en 2 surcos centrales se tomaron 20 plantas por unidad experimental para registrar por m^2,según los criterios presentados en Escalante y Kohashi (2015c): el rendimiento en grano (RG, peso de la materia seca del grano, 10% de humedad), el número de granos (NG) y el número de vainas (NV) y el rendimiento por vaina (g $vaina^{-1}$, GV) mediante la expresión GV = RG/NV. El tamaño del grano (peso medio por grano (g), TG), el número de granos por vaina (GV), mediante la expresión GV = NG/NV).

Con el paquete SAS se aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) y de correlación con el objeto de determinar la relación entre los componentes y el RG. Además a los variables con diferencias significativas, se les aplicó la prueba de comparación de medias (Tukey α = 0.05). La cosecha fue a los 129 días después de la siembra (dds).

Cuadro 1. Procedencia de las accesiones de Ayocote (*P. coccineus* L.) utilizadas en el presente estudio. Tercera generación en Montecillo, Texcoco, Estado de México. México. Verano 2014.

No. ACCESIÓN	Comunidad	Municipio
16	San Martín Tlapala	Atlixco
12	Ranchería San Martín	San Salvador el Verde
17	San Salvador el Seco	San Salvador el Seco
13	San Simón	San Salvador el Verde
18	San Andrés Calpan	Calpan
22	San Lucas Atzala	Calpan
14	San Matías Tlalancaleca	San Matías Tlalancaleca
7	San Antonio Tlatenco	Lorenzo Chiautzingo
8		Domingo Arenas
3	San Antonio Tlatenco	Lorenzo Chiautzingo
5	San Antonio Tlatenco	Lorenzo Chiautzingo
11	San Simón	San Salvador el Verde
9	San Matías Tlalancaneca	San Matías Tlalancaneca
6	San Antonio Tlatenco	San Lorenzo Chiautzingo
10	San Miguel Tianguistenco	Tlahuapan
4	San Antonio Tlatenco	San Lorenzo Chiautzingo

Fenología y elementos e índices del clima

El tiempo de ocurrencia de las fases fenológicas del Ayocote fue similar entre genotipos. Así, la emergencia ocurrió el 14 de junio (6 días después de la siembra, dds), el inicio de floración el 15 de agosto (70 dds), y la cosecha el 29 de septiembre (130 dds). Durante el período vegetativo (PV), la Tmáx y Tmín fue de 31 y 8 ^{o}C y durante el reproductivo (PR) de 28 y 7 ^{o}C, respectivamente. La suma de la PP fue de 248 y 95 mm durante el PV y PR, respectivamente. La PP total durante el desarrollo del cultivo fue de 343 mm. Cabe señalar que una PP más baja durante el PR pudo limitar una mayor expresión del NV y RG. El calor acumulado (UC) fue de 96,

604 y 1096 °C d^{-1}; para la emergencia (V1), inicio de floración (R6) y madurez fisiológica (R9), respectivamente. Así mismo, la ETc fue de 32, 193 y 349 mm para V1, R6 y R9, respectivamente.

Rendimiento en grano, tamaño del grano, número de granos, número de vainas, granos por vaina y rendimiento por vaina.

Los cultivares de Ayocote en estudio (entre paréntesis el número de accesión) presentaron diferencias significativas en el rendimiento en grano y sus componentes (Cuadro 2). El Ayocote de San Martín Tlapala (16) y el de la Ranchería San Martín (12) presentaron el RG más alto (296 y 286 g m^{-2}, respectivamente); seguido del de San Salvador el Seco (17) y la de San Simón (13) con 260 y 206 g m^{-2}, respectivamente. Con RG inferior a 200 g m^{-2}, se encontró a los cultivares provenientes de San Andrés Calpan (18), San Lucas Atzala (22), San Matías Tlalancaneca (14), San Antonio Tlatenco (7) y Domingo Arenas (8); dos más accesiones de San Antonio Tlantenco (3 y 5) y de San Simón (11). Los RG más bajos (menores de 100 g m^{-2}), correspondieron a las accesiones provenientes de San Antonio Tlatenco (4 y 6); de San Matías Tlalancaneca (9); y de San Miguel Tianguistenco (10). Los componentes del RG como el NG, TG, NV, GV y RV, como se presenta en el Cuadro 2, también mostraron cambios significativos entre cultivares, que se relacionaron con los cambios en el RG.

Cuadro 2. Rendimiento en grano y sus componentes de Ayocote (*P. coccineus* L.), Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México, México. Verano 2014.

No. ACCESIÓN	Comunidad	Municipio	RG gm^{-2}	NG m^{-2}	TG (g)	NV m^{-2}	GV	RV g $vaina^{-1}$
16	San Martín Tlapala	Atlixco	296 a	932 ab	0.320 ab	412 ab	2.3 ab	0.735 a
12	Ranchería San Martín	San Salvador el Verde	286 a	746 abc	0.390 a	451 a	1.6 b	0.628 ab
17	San Salvador el seco	San Salvador el seco	260 ab	853 abc	0.306 abc	415 ab	2.1 ab	0.630 ab
13	San Simón	San Salvador el Verde	206 bc	710 bc	0.294 abcd	346 abcdef	2.0 ab	0.591 abc
18	San Andrés Calpan	Calpan	190 bc	690 bc	0.286 abcd	356 abcde	1.9 ab	0.538 abcd
22	San Lucas Atzala	Calpan	187 bc	1016 a	0.185 bcd	389 abc	2.6 ab	0.481 abcd
14	San Matías Tlalancaleca	San Matías Tlalancaleca	169 cd	669 bc	0.261 abcd	252 efg	2.7 a	0.685 ab

7	San Antonio Tlatenco	Lorenzo Chiautzingo	168 cde	710bc	0.275 abcd	382 abcd	1.9 ab	0.518 abcd
8		Domingo Arenas	150 cdef	564 cd	0.259 abcd	231 fg	2.5 ab	0.651 ab
3	San Antonio Tlatenco	Lorenzo Chiautzingo	134 cdef	718 bc	0.187 bcd	302 bcdefg	2.4 ab	0.444 bcd
5	San Antonio Tlatenco	Lorenzo Chiautzingo	110 def	592 cd	0.186 bcd	268 defg	2.2 ab	0.411 bcd
11	San Simón	San Salvador el Verde	104 def	647 bcd	0.177 bcd	264 efg	2.4 ab	0.398 bcd
9	San Matías Tlalancaneca	San Matías Tlalancaneca	98 def	714 bc	0.142 d	301 bcdefg	2.4 ab	0.324 cd
6	San Antonio Tlatenco	San Lorenzo Chiautzingo	94 ef	648 bcd	0.148 cd	326 bcdef	2.0 ab	0.297 d
10	San Miguel Tianguistenco	Tlahuapan	92 f	598 cd	0.154 cd	289 cdefg	2.1 ab	0.328 cd
4	San Antonio Tlatenco	San Lorenzo Chiautzingo	78f	371 d	0.215 bcd	186 g	2.0 ab	0.422 bcd
	Media		164	700	0.237	323	2.2	0.505
	Tukey α=0.05		74	293	0.163	117	0.9	0.288

En columnas valores con letra similar son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Tukey α = 0.05.

Así, estos componentes y el RG, presentaron una relación alta y significativa superior al 80% (Cuadro 3), lo que indica que los cambios en estos componentes influyen en la variabilidad del RG. Por su parte, el NG mostró una relación alta (r = 0.83**) con el NV, lo que indica que para lograr un mayor NG se requiere un mayor NV. El NV y GV mostraron una relación negativa (r = -0.71**), indica que al incrementar el NV el número de GV disminuye. Esto sugiere, que para lograr un mayor NG por planta o unidad de superficie se deben generar estrategias que hagan esta relación positiva, es decir que se incremente el número de GV no obstante que el NV aumente, puesto que este comportamiento entre los componentes, limita una mayor expresión del RG.

Cuadro 3. Coeficiente de correlación (r) y Probabilidad de F entre el rendimiento en grano (RG) y sus componentes en cultivares de Ayocote (*Phaseolus coccineus* L.). Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México. México. Verano 2014.

	NG	TG	NV	GV	RV	IV
RG	0.86**	0.92**	0.82**	0.41 NS	0.83 **	0.81**
NG		0.50 *	0.83**	0.22 NS	0.44 NS	0.34 NS
TG			0.67 **	- 0.47 NS	0.87 **	0.86 **
NV				-0.71 **	0.37 NS	0.38 NS

**,* Probabilidad de F>0.01 y >0.01, respectivamente; NS = diferencias no significativas (Probabilidad de F<0.05). RG = rendimiento en grano (g m^{-2}); NG = número de granos m^{-2}; TG = tamaño del grano (peso medio por grano); GV = número de granos por vaina; RV= rendimiento por vaina (g $vaina^{-1}$); IV = índice de llenado de vaina (%).

Altura y ancho del dosel vegetal

Los cultivares presentaron diferencias significativas en altura y ancho del dosel vegetal y el índice de llenado de vaina (Cuadro 4). El ayocote de San Simón (11) San Matías Tlanaleca (14) San Martín Tlapala (16), San Salvador el Seco (12) fueron los que presentaron altura y ancho de dosel superior a 170 cm y 60 cm, respectivamente; seguido de los Calpan como San Andrés (18) y San Lucas Atzala (22). A excepción de la procedencia de San Antonio Tlatenco (3), que presentó los valores más bajos con 140 y 30 cm de altura y ancho, respectivamente; la altura y ancho del dosel del resto de los cultivares fue entre 140 y 162; 40 y 54 cm, respectivamente. Estas variables son de importancia porque de su magnitud depende la cantidad de radiación interceptada y de ésta manera la producción de materia seca y producción de grano (Escalante *et al*., 2016).

Índice de llenado de vaina

El índice de llenado de vaina (FV), que indica la proporción de materia seca que representa el grano en la vaina, presentó diferencias significativas entre cultivares (Cuadro 4). El Ayocote proveniente de San Salvador el Verde (12) San Martín Tlapala (16) mostraron el FV más alto (57 y 53%, respectivamente).

Cuadro 4. Altura, ancho del dosel e índice de llenado de vaina de Ayocote (*P. coccineus* L.). Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México, México. Verano 2014.

No. ACCESIÓN	Comunidad	Municipio	Alt cm	Ancho cm	FV (%)
16	San Martín Tlapala	Atlixco	177 a	70 a	53 ab
12	San Martín	San Salvador el Verde	145 bc	47 abc	57 a
17		San Salvador el seco	177 a	67 a	47 abcdef
13	San Simón	San Salvador el Verde	170 abc	65 ab	48 abcde

18	San Andrés Calpan	Calpan	175 ab	65 ab	46 bcdefg
22	San Lucas Atzala	Calpan	172 ab	62 ab	40 cdefgh
14	San Matías Tlanaleca	San Matías Tlanaleca	182 a	64 ab	49 abc
7	San Antonio Tlatenco	San Lorenzo Chiautzingo	155 abc	40 bc	38 defgh
8		Domingo Arenas	155 abc	47 abc	49 abc
3	San Antonio Tlatenco	San Lorenzo Chiautzingo	140 c	30 c	42 bcdffg
5		San Lorenzo Chiautzingo	155 abc	50 abc	38 defgh
11	San Simón	San Salvador el Verde	187 a	62 ab	31 h
9	San Matías Tlanaleca	San Matías Tlanaleca	162 abc	54 abc	36 fgh
6	San Antonio Tlatenco	San Lorenzo Chiautzingo	162 abc	54 abc	30 h
10	San Miguel Tiangui	San Salvador el verde	170 abc	60 ab	35 gh
4	San Antonio Tlatenco	San Lorenzo Chiautzingo	165 abc	50 abc	42 bcdefg
	Media		164	55	42
	Tukey α=0.05		31	26	11

En columnas valores con letra similar son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Tukey α = 0.05. Alt = altura; FV = índice de llenado de vaina.

CONCLUSIONES

Bajo condiciones de régimen de lluvia de 343 mm durante el desarrollo del cultivo, los cultivares de Ayocote en estudio presentan diferencias significativas en el número de granos, tamaño del grano, número de vainas, número de granos por vaina y en sus índices como rendimiento por vaina, el índice de llenado de vaina y en consecuencia en el rendimiento en grano. Tendencias semejantes se observaron en la altura y ancho del dosel.

Los componentes que presentaron una relación alta con el rendimiento en grano fueron de mayor a menor el tamaño del grano, rendimiento por vaina, número de vainas y el índice de llenado de vaina.

En cuanto al rendimiento de grano, las poblaciones de Ayocote sobresalientes, fueron las de San Martín Tlapala de Atlixco y las de la Ranchería San Martín de San Salvador el Verde; y en menor grado la de San Simón de San Salvador el Seco.

Los días a ocurrencia a etapa fenológicas fue similar entre los cultivares. El calor acumulado durante el desarrollo del cultivo fue de 1096 °C d^{-1} con una ETc estimada de 349 mm.

LITERATURA CITADA

Ayala Garay, Oscar Javier; Pichardo González, Juan Manuel; Estrada Gómez, Julio Arturo; Carrillo Salazar José Alfredo; Hernández Livera, Adrián. 2006. Rendimiento y calidad de semilla de frijol ayocote en el Valle de México. Agricultura Técnica en México. 32 (3): 313-321.

Barrios Gómez E. J., López-Castañeda C.; Acosta-Gallegos J. A.; Miranda-Colín S.; Canul-Ku J. 2011. Efecto del estrés hídrico en el crecimiento y desarrollo de frijol. Investigación Agropecuaria. 8(1): 1-15.

Delgado M.R., Escalante-Estrada J.A.S., Díaz R., Trinidad S. A., Morales E. J. y Sosa M.E. 2014. Defoliación en maíz y su efecto sobre el rendimiento de frijol-maíz en asociación. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 5 (6) 1015-1027.

Díaz L. E.; Escalante Estrada J.A.S.; Rodríguez González M.T.; Gaytán A. 2010. Producción de frijol ejotero en función del tipo de espaldera. Revista Chapingo Serie Horticultura 16: 215-221.

Doorenbos J.; Pruitt O. W. 1986. Las necesidades de agua por los cultivos. Estudio FAO. Riego y Drenaje. Manual 24, ed. FAO, Roma. 194 p.

Escalante Estrada J. Alberto S., R. Díaz Ruiz, Ma. Teresa Rodríguez González y M. Nieves Cante. 2010. Biomasa, índice de cosecha, rendimiento y componentes de accesiones de ayocote.pp:335-339. En: Foro regional de Agricultura Sostenible. Editores: Ramón Díaz Ruiz, Jesús Felipe Alvarez Gaxiola y Arturo Huerta de la Peña. Colegio de Postgraduados .Campus Puebla. México.ISBN:978-968-839-580-6.

Escalante Estrada J.A.S., Rodríguez González M.T. y Escalante Estrada Y.I. 2015a. Rendimiento y Eficiencia en el uso del agua de *Phaseolus coccineus* L. con hileras intercaladas de *P. vulgaris*.L.pp:565-566.En: López-Reynoso, J.J.; Martínez-Solís, J.; Magaña-Lira, N. (eds). Memoria del III congreso Internacional y XVII Congreso Nacional de Ciencias agronómicas Chapingo, Estado de México. México.

Escalante Estrada J.A.S.; Rodríguez González M.T.; Escalante Estrada Y.I. y Díaz Ruiz Ramón.2015b. Rendimiento de Ayocote en espaldera viva de maíz y girasol.pp:434-471.En: Agricultura sostenible. Armonía entre el hombre y la naturaleza. Juan Antonio Villanueva Jiménez y Ramón Jarquín Gálvez (Coord.). ISBN 978-607-8359-94-3.Universidad Autónoma de Aguascalientes.www.uaa.mx/direcciones/difusión/editorial.

Escalante-Estrada J. A. S. y Kohashi-Shibata J. 2015c. El rendimiento y crecimiento del frijol. Un manual para toma de datos. Colegio de Posgraduados. Montecillos, Texcoco, México. 84 p.

Escalante Estrada, José Alberto Salvador, Rodríguez-González, María Teresa y Escalante-Estrada, Yolanda Isabel.2016. Modelos empíricos que estiman la biomasa en función de la

radiación interceptada y el índice de área foliar en girasol. pp: 53-58. In: Handbook de Matemáticas aplicadas. Sepúlveda-Jiménez, Daniel Pérez-Soto, Francisco Sepúlveda-Robles, Daniel Eduardo Figueroa-Hernández, Esther Salazar-Moreno, Raquel. Directores. Editorial ECORFAN-México, S.C. 145 p. ISBN: 978-607-8324-67-5.

García, E. L. 2005. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 4a (Ed.). Universidad Autónoma de México (UNAM). D. F., México. 217 p.

Ramírez Pérez, Ana Rosa y Díaz Ruiz, Ramón. 2009. Descripción de variedades criollas de Ayocote (*Phaseolus coccineus* L.) mediante caracteres de la semilla. En Pérez Vázquez A., Murguía G.J., Villanueva_Jimenéz A., Ruiz Rosado A., Ruiz R.B., Martínez D.J.P., Gallardo L.F., Rodríguez Ch. M., Landeros S. C., García P. E., López R. G., Torres R. J .A. , Paredes R.S.(ed). Agricultura Sostenible: Obligada ante los retos. Vol. 4.Colegio de Postgraduados, Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible. México.ISBN:978-607-75-33-32-0.

Rojas Victoria N.J.; Escalante Estrada J.A.S.; Rodríguez González M.T. 2015. Biomass and yield of runner bean (*Phaseolus coccineus* L.) in association with maize. Ann. Rep. Bean. Improv. Coop. 58,129-130.

Rojas Victoria N.J. 2017. Manejo del Ayocote (*Phaseolus coccineus* L.) para mayor eficiencia en el uso de insumos y calidad de rendimiento en espaldera viva y convencional en ambientes contrastantes. Tesis de Doctor en Ciencias. Postgrado en Botánica. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados.156 pág.

SAS Institute Inc. 2011. SAS® 9.3 Guide to Software updates. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Snyder R. L. 1985. Hand calculating degree days. Agri. For. Meterol. 3:353-358.

DIVERSIDAD MORFOLÓGICA Y AGRONÓMICA DE POBLACIONES DE MAÍZ NATIVO DE TAMAULIPAS

Rafael Delgado-Martínez *[88]
Mario Rocandio-Rodríguez[xv]
Ricardo Calvario-Vazquez[1]
Ma. Teresa de Jesús Segura-Martínez[1]
Venancio Vanoye-Eligio [2]

RESUMEN

En la actualidad la agricultura moderna se basa principalmente en materiales mejorados, caso muy común en maíz, siendo el maíz uno de los principales cereales cultivados a nivel mundial del cual se obtienen varios productos. El uso de estas variedades mejoradas implica dejar de trabajar con genotipos nativos o criollos, siendo que estos son de suma importancia debido a que poseen una gran variabilidad genética. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la variación morfológica en un conjunto de 46 poblaciones nativas y dos híbridos de maíz, y el grado de variación en características de la planta con fines de interés agronómico. En el ciclo otoño-invierno de 2016 se estableció el experimento en campo en condiciones de riego. 31 variables morfológicas de planta, mazorca y grano fueron medidas y se analizaron mediante estadísticos multivariados. La valoración de la diversidad indicó amplia variabilidad morfológica tanto a nivel intra como inter poblacional en los maíces nativos evaluados. El análisis de componentes principales (CP) se realizó con 18 características fenológicas, vegetativas, de espiga, mazorca y grano. Los tres primeros componentes explicaron 56.66 % de la varianza total, y nueve características fueron las de mayor importancia. En el CP 1 las características de mayor importancia en la explicación de la variación fueron: AlMz, AltMz/AltP, Htot, LonPE, DMz; en el CP 2 fueron: LonTRE, LonTRE/LonEs, AncG y en el CP 3 fue: P100G las de mayor importancia en la determinación de la variación observada. Por lo que existe una amplia variabilidad morfológica tanto entre como dentro de las poblaciones nativas de maíz cultivadas en la zona centro sur de Tamaulipas.

PALABRAS CLAVE: *Zea mays* L., dendograma, rendimiento, multivariado

INTRODUCCIÓN

Considerando la mega-diversidad de maíz existente en México, los antecedentes para estudiar la diversidad del maíz a nivel de nicho ecológico son pocos; se ha valorado la diversidad en regiones como Valles Altos de México (Perales *et al*., 2003; Herrera *et al*., 2004, Rocandio-Rodríguez *et al*., 2014); Valles Centrales de Oaxaca (Soleri y Cleveland, 2001; Bellon *et al*., 2003); Istmo de Tehuantepec (López *et al*., 2005); Valle de Puebla (Hortelano *et al*., 2008); Valles Altos de Chiapas (Perales *et al*., 2005) y Estado de Coahuila (Rincón *et al*., 2010). Sin embargo, se han realizado escasos trabajos sobre diversidad de maíz en el Estado de Tamaulipas (Castro *et al*., 2011; Pecina *et al*., 2011; Pecina *et al*., 2013). El Estado de Tamaulipas es considerado dentro de las áreas que son centro de origen y diversidad genética del maíz (*Zea mays* L.) en México (Ortega *et al*., 1991; SAGARPA, 2012), el cual se establece en la mayoría de los municipios; en las regiones tropicales del centro y sur aún se utiliza germoplasma nativo, principalmente porque los cultivares mejorados representan alta inversión y en ocasiones no presentan adaptación a las

condiciones específicas del clima y de los sistemas de producción (Reyes y Cantú, 2005; Castro *et al*., 2011), aun cuando está demostrado el potencial agronómico y heterótico que tienen algunas poblaciones nativas de Tamaulipas (Pecina *et al*., 2011; Pecina *et al*., 2013), su aprovechamiento ha sido mínimo, debido entre otras causas a la falta de continuidad en trabajos de investigación, y a la escasa información sobre su comportamiento y aprovechamiento de las poblaciones nativas de maíz en estas regiones. Por lo que los objetivos de este trabajo fueron: a) Evaluar la variación morfológica en un conjunto de 46 poblaciones nativas de maíz en el centro-sur de Tamaulipas. b) Evaluar el grado de variación en características de la planta de interés agronómico en un conjunto de 46 poblaciones nativas de maíz, en el centro-sur de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Genético

El material genético que se utilizó en este estudio consistió de un conjunto de 46 poblaciones de maíces nativos procedentes de la zona centro-sur del Estado de Tamaulipas, colectados de 2008 a 2014 y que se encuentran resguardados en el Banco de Germoplasma del Instituto de Ecología Aplicada (IEA), además de dos híbridos comerciales DEKALB-3000 (H1) y la variedad Breve Padilla (H2) recomendados para esta zona utilizados como testigos.

Localización del Sitio Experimental

La evaluación se realizó en el municipio de Güémez (23º 45' LN y 98º 59' LO, altitud de 145 msnm, temperatura y precipitación promedio anual de 22 ºC y 700 mm, respectivamente) Tamaulipas.

Conducción de la Evaluación

La siembra se realizó el 19 de febrero de 2016 en el Campo Experimental de Güémez. Se depositaron tres semillas de maíz cada 0.50 m entre matas y 0.80 m entre surcos. Se realizó un aclareo posterior a la segunda labor, dejando dos plantas por mata. La fertilización se realizó con las dosis 135–50–00, de la cual se aplicó la mitad del nitrógeno y el total del fosforo en la siembra, y el resto del nitrógeno en la segunda escarda. El control de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae, se realizó con Denim® 19 CE (Ingrediente activo: Benzoato de emamectina: Benzoato de 4 “-epi-metilamino-4“-deoxiavermectina B1) en dosis de 150 mL ha^{-1}. La maleza se controló de manera manual. La cosecha se realizó en agosto de 2016, después de que todos los genotipos llegaron a madurez fisiológica.

Diseño y Unidades Experimental

En el campo las poblaciones se distribuyeron en un diseño experimental de bloques completos ala azar con dos repeticiones. La unidad experimental consistió de dos surcos de 5 m de longitud y 0.80 m de ancho, con una población final de 44 plantas, que corresponden a una densidad de población de 55 mil plantas ha^{-1}.

Caracteres Evaluados

En cada parcela experimental se eligieron al azar cinco plantas con competencia completa, de las cuales se registraron caracteres fenológicos, vegetativos, de espiga, mazorca y grano. Los caracteres de tipo fenológico evaluados fueron días a floración masculina (FM) y femenina (FF), contados a partir de la siembra hasta el momento en que 50 % de las plantas liberen polen y 50 % de los estigmas estaban expuestos, respectivamente. La asincronía floral (AF) se consideró como la diferencia entre FM y FF. Durante el ciclo vegetativo se evaluaron el número de hijuelos por planta (HP); altura de planta (AltP) y altura de mazorca (AltMz), desde el nivel del suelo hasta la punta de la espiga y hasta el nudo de inserción de la primera mazorca, respectivamente;

número total de hojas (Htot) y número de hojas arriba de la mazorca (HarrMz), contadas al momento de antesis; longitud (LonH) y anchura de la hoja (AncH) de la mazorca principal registrada. Después de la antesis se evaluaron en la espiga la longitud del pedúnculo (LonPE), desde el nudo superior hasta la primera ramificación; longitud del tramo ramificado de la espiga (LonTRE), desde la primera hasta la última ramificación; longitud de la rama central de la espiga (LonRCE), desde la última ramificación hasta la punta de la espiga; longitud total de la espiga (LonEs), desde el nudo superior hasta la punta, y el número de ramificaciones primarias de la espiga (RPE). Al momento de la cosecha se seleccionaron cinco mazorcas para medir la longitud (LonMz) y diámetro medio de mazorca (DMz); número de hileras de grano por mazorca (HiMz); longitud del pedúnculo de la mazorca (LonPMz) y diámetro del olote (Dolt). Las cinco mazorcas de cada parcela experimental fueron desgranadas, y se tomaron 10 granos de cada una para medirles en mm la longitud (LonG), anchura (AncG) y espesor (EspG), registrando el promedio de los 10 granos. Se formó una muestra con 100 granos de las cinco mazorcas y se obtuvo su peso (P100G); los mismos 100 granos se colocaron en una probeta y se registró el volumen (V100G); el porcentaje de grano (PorcGMz) se obtuvo del peso total de la mazorca**/**peso del grano de la mazorca × 100. De los datos obtenidos se estimaron seis relaciones: de la parte vegetativa (AltMz/AltP); espiga (LonTRE/LonEs); mazorca (DMz/LonMz), y de grano (AncG/LonG, EspG/LonG y P100G/V100G).

Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza simple bajo el diseño empleado, mediante el paquete SAS V.9 (SAS Institute, 2002). Se realizó una selección de variables a través de la obtención de los valores y vectores propios a partir de la matriz de correlaciones (Rawlins, 1988), junto con una gráfica de Gabriel (Gabriel, 1971) para generar una representación visual de la estructura de correlaciones entre variables y la magnitud de cada variable sobre la varianza global de los datos (Pla, 1986). Se realizó un análisis de componentes principales (ACP), con base en la matriz de correlaciones entre las variables seleccionadas, así como un análisis de conglomerados con datos estandarizados a la distribución normal (0, 1), utilizando distancias euclidianas y el método de ligamiento promedio (UPGMA). Estos análisis se realizaron con los paquetes estadísticos SAS V.9.0. (SAS Institute, 2002) y NTSYSpc® V.2.21 (Rohlf, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de Varianza

Para tener una mejor valoración agronómica y morfológica de las poblaciones de maíz nativo en la localidad de Güémez, se eligió una parcela homogénea en relieve y tipo de suelo y con disponibilidad de riego, a fin de garantizar la buena producción del cultivo y estudiar las variables con la mayor precisión posible. Se detectó un alto grado de variación entre los genotipos para las todos los caracteres evaluados, excepto para: LonPE, LonRCE, LonEs, PorcGMz, DMz, LonMz, DMz/LonMz, NumHilMz, por lo que se infiere la existencia de una gran diversidad genética entre los mismos (Cuadro 1). Esto concuerda con los reportados por Herrera *et al*. (2000), Chávez-Servia *et al*. (2011) y Rocandio-Rodríguez *et al*. (2014), quienes señalan que las diferencias estadísticas son un indicador de diversidad genética en ellos, bajo el carácter en análisis. Lo que demuestra considerable contraste entre los genotipos evaluados, para lo cual influyeron además de las características naturales de la procedencia de cada colecta la raza a la cual pertenecen. Lo anterior lleva a señalar que el manejo de las poblaciones nativas de maíz en la región centro-sur de Tamaulipas por parte de los agricultores, ha propiciado un proceso de evolución constante en las poblaciones nativas, lo cual se ve reflejado en el grado de diferenciación fenotípica entre las poblaciones.

Selección de Variables

La multicolinealidad está definida como la dependencia lineal entre variables; su presencia implica singularidad (la matriz no es de rango completo) en la matriz de varianzas-covarianzas de Mahalanobish (parte exponencial de la distribución normal multivariada), que estima las distancias y los parámetros que forman y definen los grupos en estudios de diversidad. Una forma de detectar y eliminar multicolinealidad es realizando un análisis de correlación, seguida de un método de selección de variables; dichos análisis se hicieron utilizando la matriz de correlaciones y gráficas de Gabriel (Figura 1), eliminando una de las variables cuando el coeficiente de correlación fuera menor de 0.6, definiéndose con ello 18 variables (FF, AltMz, Htot, LonH, AncH, LonPE, LonTRE, LonRCE, LonMz, DMz, GraHilMz, Dolt, AncG, P100G, PorcGMz, AltMz/AltP, LonTRE/LonEs, AncG/LonG). Con las cuales pudo obtenerse información de calidad para valorar la diversidad genética de las poblaciones analizadas. Dichas variables seleccionadas producen una reducción significativa en la suma de cuadrados del error, la mayoría de las variables seleccionadas concuerdan con estudios de diversidad (Mijangos, 2005; Hortelano *et al*., 2008).

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza de 31 variables morfológicas y agronómicas evaluadas en 46 poblaciones nativas de maíz y dos materiales mejorados de maíz en el municipio de Güemez, Tam. 2016.

Variable	Genotipos	REP	ERROR	CV (%)
Floración masculina (días)	38.30**	364.09	14.72	5.1
Floración femenina (días)	36.87**	557.88	15.77	5.0
Hijuelos por planta (numérico)	0.069*	0.403	0.041	63.1
Asincronía floral (días)	2.42ns	19.76	1.70	37.6
Altura de planta (cm)	478.32 **	6147.75	227.22	6.7
Altura de mazorca (cm)	326.59 *	1336.91	166.21	13.2
Altura de mazorca/Altura de planta	0.002*	0.00005	0.001	9.4
Hojas totales por planta (numérico)	1.51**	2.78	0.455	4.6
Hojas arriba de la mazorca (numérico)	0.175*	0.017	0.09	4.9
Longitud hojas de la mazorca (cm)	27.33*	13.16	15.98	4.6
Ancho hojas de la mazorca (cm)	0.517*	0.122	0.308	6.2
Longitud pedúnculo de la espiga (cm)	5.08ns	18.42	3.45	9.9
Longitud de la rama central de la espiga (cm)	6.002ns	0.195	5.01	8.2
Longitud del tramo ramificado (cm)	2.77*	7.81	1.66	10.6
Longitud total de la espiga (cm)	7.50ns	10.48	7.21	6.8
Longitud del tramo ramificado/Longitud de la espiga	0.001*	0.002	0.0008	9.3
Ramas primarias de la espiga (numérico)	6.42*	1.93	3.86	15.6
Porcentaje de grano de la mazorca (%)	38.69ns	10.03	25.88	6.1
Diámetro de mazorca (cm)	0.817ns	0.924	0.564	18.6
Longitud de mazorca (cm)	1.58ns	1.85	1.39	8.0
Diámetro de mazorca/Longitud de mazorca	0.003ns	0.001	0.002	18.1
Hileras de la mazorca (numérico)	2.81**	0	0.28	4.5
Granos por hilera (numérico)	25.96ns	48.90	18.11	11.8
Diámetro de olote (cm)	11.13ns	11.43	11.95	139.4
Espesor de grano (mm)	0.229*	0.003	0.144	10.14

Anchura de grano (mm)	0.577**	0.056	0.257	5.82
Longitud de grano (mm)	0.829*	0.562	0.512	6.43
Anchura de grano/Longitud de grano	0.002*	0.001	0.001	5.28
Peso de 100 granos (g)	30.30**	1.41	11.69	12.13
Volumen de 100 granos (cm^3)	85.91**	0.024	27.41	12.53
Peso de 100 granos/Volumen de 100 granos	0.001ns	0.003	0.001	6.01

***,**, ns:** Diferencia significativa α=0.05%, α=0.01%, no significativa, respectivamente.

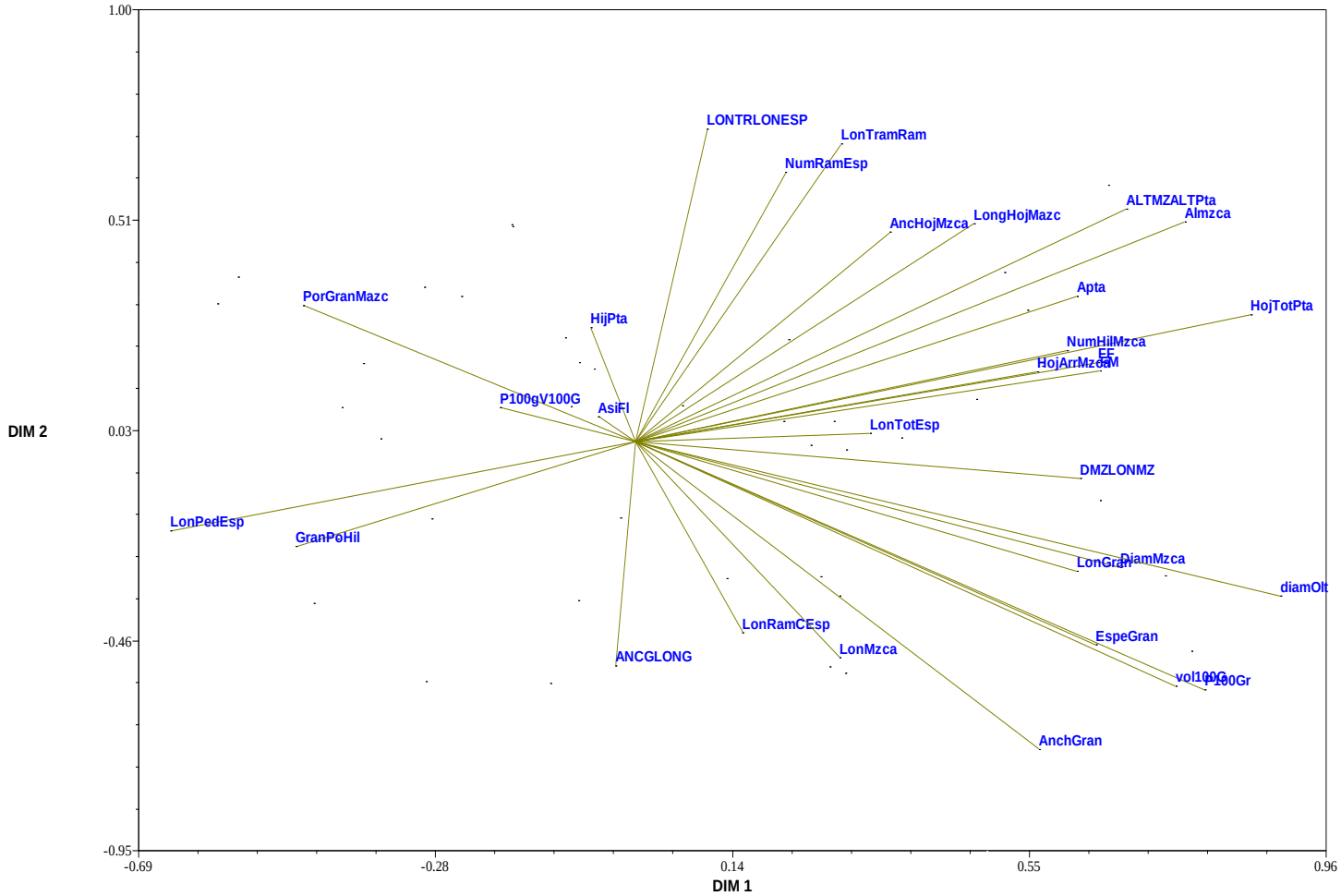


Figura 1. Selección de variables morfológicas y agronómicas mediante vectores y valores propios a partir de la estructura de la matriz de correlaciones.

Agrupamiento de la Diversidad

El análisis de componentes principales (CP) se realizó con 18 características fenológicas, vegetativas, de espiga, mazorca y grano. Los tres primeros componentes explicaron 56.66 % de la varianza total, y nueve características fueron las de mayor importancia. En el CP 1 las características de mayor importancia en la explicación de la variación fueron: AlMz, AltMz/AltP, Htot, LonPE, DMz; en el CP 2 fueron: LonTRE, LonTRE/LonEs, AncG y en el CP 3 fue: P100G las de mayor importancia en la determinación de la variación observada (Cuadro 2).

Cuadro 2. Proporción de la varianza total, vectores y valores propios de los tres primeros componentes principales, en 46 poblaciones nativas de maíz y dos híbridos en la zona centro-sur de Tamaulipas, 2016.

Variable	**CP1**	**CP2**	**CP3**
Floración femenina	0.2794	-0.0090	-0.0353
Altura de mazorca	0.3640	-0.1023	-0.2029
Altura de mazorca/Altura de planta	0.3507	-0.1312	-0.1958
Hojas totales por planta	0.3629	-0.0332	-0.1059
Longitud hojas de la mazorca	0.2366	-0.2251	-0.0149
Ancho hojas de la mazorca	0.2034	-0.1499	-0.3978
Longitud pedúnculo de la espiga	-0.3040	-0.0283	0.1335
Longitud del ramo central de la espiga	0.0124	0.3029	-0.3193
Longitud del tramo ramificado	0.1461	-0.3564	0.2856
Longitud del tramo ramificado/Longitud de la espiga	0.0873	-0.4183	0.3690
Porcentaje de grano de la mazorca	-0.1860	-0.2499	0.0912
Diámetro de mazorca	0.0727	0.2941	-0.0200
Longitud de mazorca	0.2248	0.0349	0.1997
Granos por hilera	-0.1922	0.0967	-0.0607
Diámetro de olote	0.3138	0.2549	0.1161
Anchura de grano	0.1601	0.3305	0.4238
Anchura de grano/Longitud de grano	-0.0075	0.3056	-0.0363
Peso de 100 granos	0.2537	0.2762	0.4067
Valor propio	**4.879**	**3.464**	**1.854**
Varianza explicada (%)	**27.11**	**19.25**	**10.30**
Varianza acumulada (%)	**27.11**	**46.35**	**56.66**

El análisis de componentes principales, sugirió que la diversidad de maíz en la zona centro- sur de Tamaulipas está integrada por variantes de las razas Ratón, Tuxpeño y Tuxpeño Norteño, de acuerdo con Wellhausen *et al.* (1951) y con mayor frecuencia formas intermedias de ellas. La dispersión de las poblaciones con base en los tres primeros componentes principales y el dendrograma derivado del análisis de conglomerados (Figura 2, 3) permitieron distinguir cinco grupos. Los grupos estuvieron claramente separados y fueron definidos principalmente por variables de mazorca, espiga y grano. Las variables que determinaron en mayor grado al componente principal 1 fueron: AlMz, AltMz/AltP, Htot, LonPE, DMz (Cuadro 2). El segundo componente fue determinado en mayor proporción por características de espiga (LonTRE, LonTRE/LonEs) y de grano (AncG), lo cual se asemeja a lo reportado por Sánchez *et al.* (2000).

Los grupos 1, 2 y 3 se observan de mejor manera en el gráfico de dispersión representado por los componentes principales 1 y 3 (Figura 3). El grupo 1 y 2 se constituyeron con solo una población (Variedad Breve Padilla y la colecta 27, respectivamente), ubicándose en la parte superior de los cuadrantes I y II (Figura 3) y presentan el mayor tamaño de grano y de altura de la mazorca en la planta (Cuadro 2). Los grupos 4 y 5 se visualizan en el gráfico de dispersión representado por los componentes principales 1 y 2 (Figura 2).

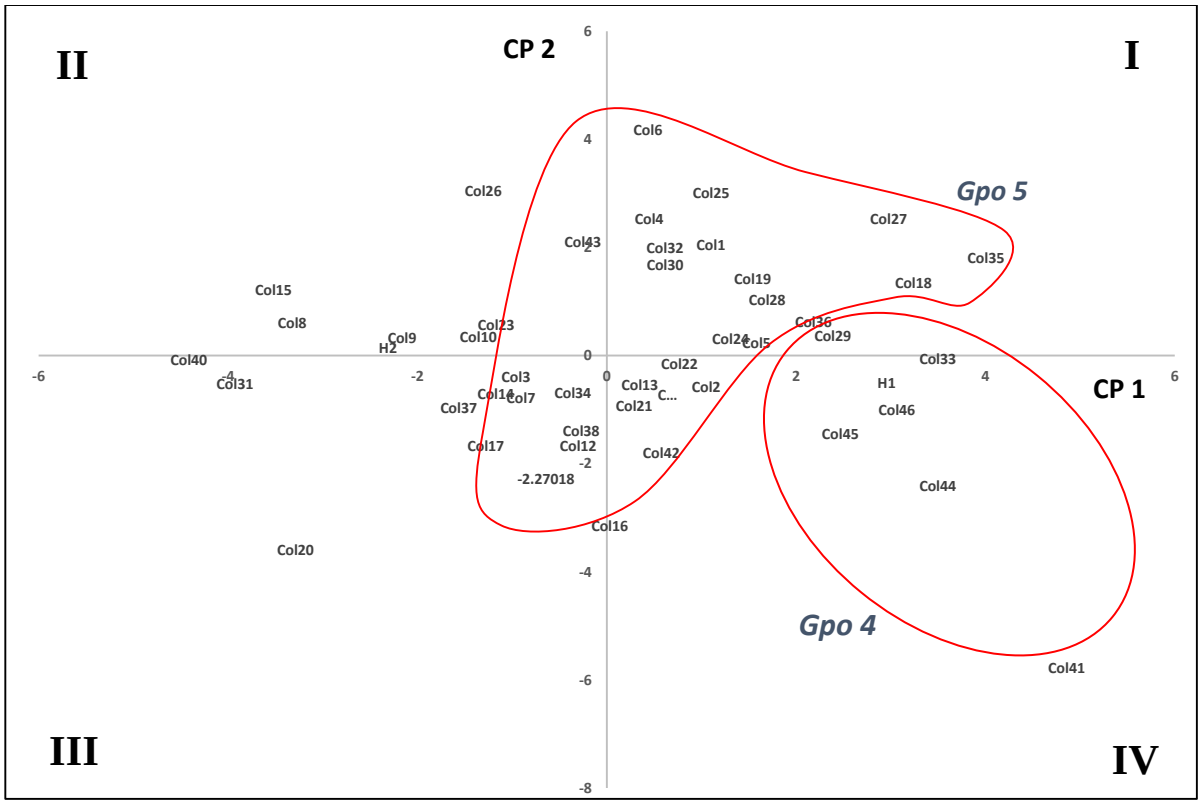


Figura 2. Dispersión de 46 poblaciones nativas de maíz y dos genotipos mejorados con base en el primer y segundo componente principal de 18 variables morfológicas y agronómicas.

El grupo 3 se integró con 16 poblaciones en el sector negativo, distribuidas en los cuadrantes II y III mostrando diversidad entre las poblaciones que integran a dicho grupo, siendo los de menor altura a la mazorca principal, menos hojas totales por planta menor relación altura de mazorca/altura de planta, menor diámetro de olote y los de menor tamaño en grano (Cuadro 2). El grupo 5 lo compusieron 25 poblaciones distribuidas en los cuatro cuadrantes y mostro la mayor heterogeneidad, mostrando un continuo entre las variables que lo componen. La distribución de las poblaciones nativas de maíz y los dos híbridos comerciales con base en los tres componentes principales, mostró una dispersión continua, mostrando poblaciones con magnitudes intermedias para las variables: longitud del pedúnculo de la espiga, longitud del tramo ramificado de la espiga, la relación entre ambas variables de espiga y tamaño de planta; que se distribuyen a lo largo y ancho de la figura.

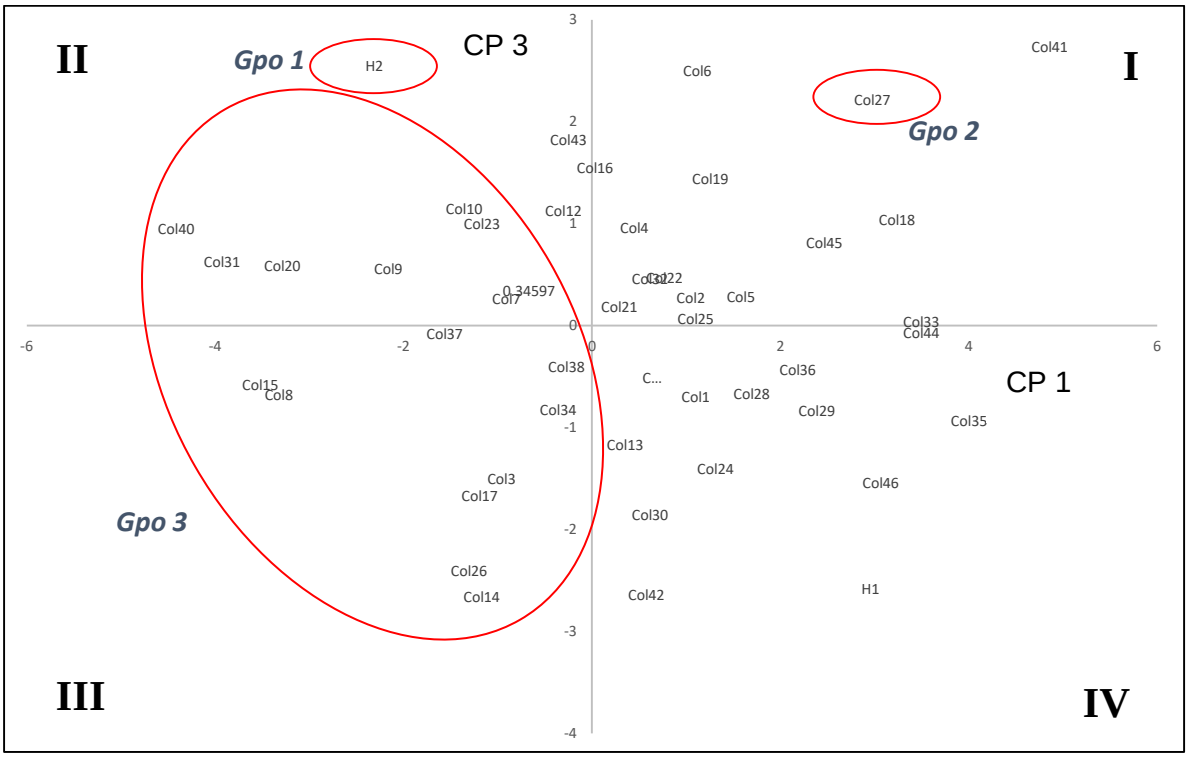


Figura 3. Dispersión de 46 poblaciones nativas de maíz y dos genotipos mejorados con base en el primer y tercer componente principal de 18 variables morfológicas y agronómicas.

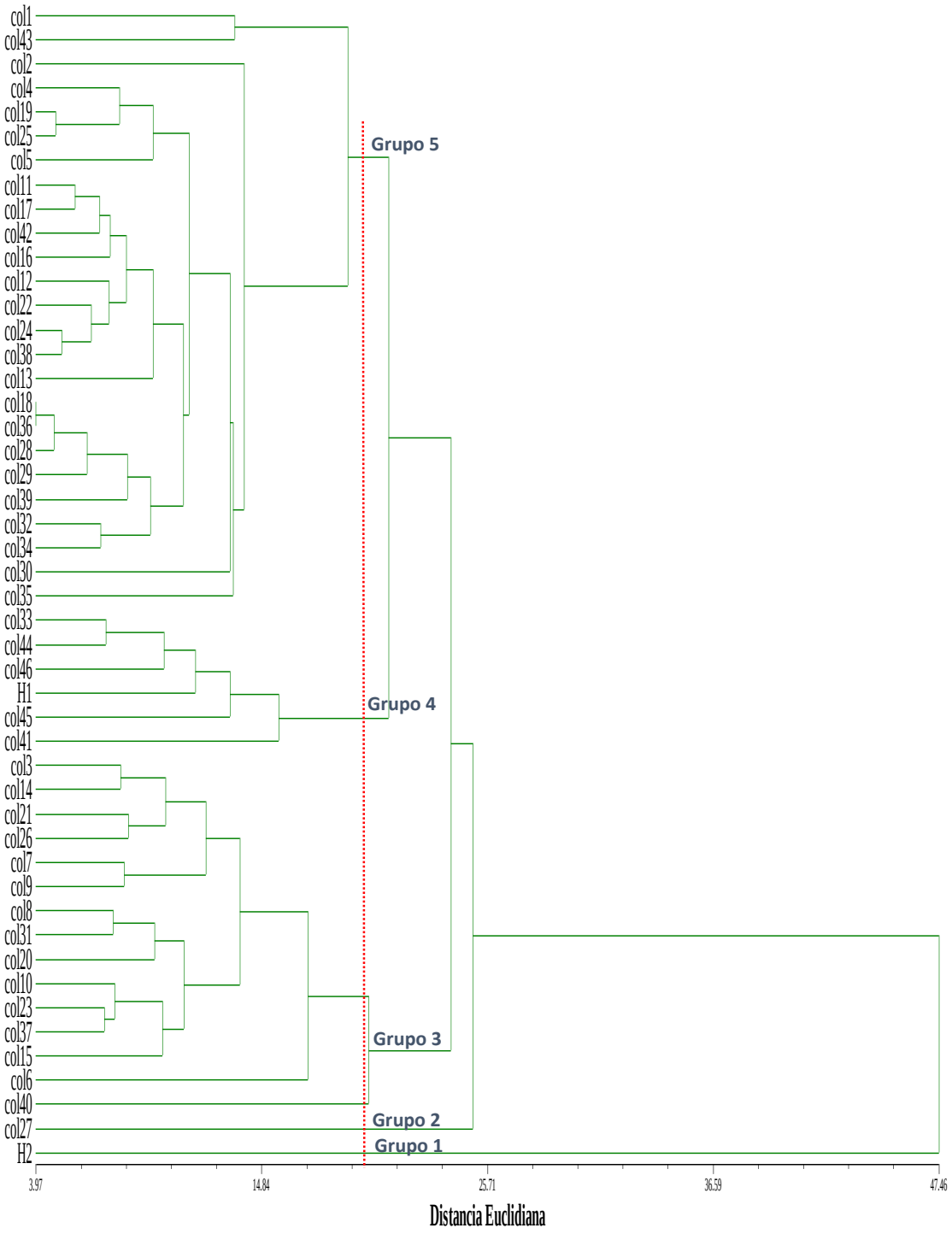


Figura 4. Dendrograma de 46 poblaciones nativas de maíz y dos genotipos mejorados con base en 18 variables morfológicas y agronómicas en Güemez, Tamaulipas, 2016.

Para definir relaciones de similitud más precisas entre las poblaciones nativas de maíz, se generó un dendrograma con base en las 18 variables seleccionadas, lo cual permitió formar agrupamientos que reforzaron y/o precisaron lo encontrado con el análisis de componentes

principales. El agrupamiento con base en los componentes principales concuerda con el análisis de conglomerados (Figura 4), el que a la distancia euclidiana de 20.98 unidades separa cinco grupos. Es factible afirmar que existe una variabilidad genética continua, producto de la selección que está imponiendo el agricultor, y que quizá sea uno de los factores más importantes en la diferenciación de las poblaciones nativas.

CONCLUSIONES

Las evidencias experimentales confirman la existencia de una amplia variabilidad morfológica tanto entre como dentro de las poblaciones nativas de maíz cultivadas en la zona centro sur de Tamaulipas. Tal variación se hizo evidente tanto en caracteres fenológicos como de espiga, mazorca y grano. La evaluación de las poblaciones nativas tiene un alto valor biológico y agronómico, ya que permite el conocimiento de la diversidad genética, así como incrementar la eficiencia en la conservación, utilización y mejoramiento de poblaciones de maíz, y en un futuro cercano la obtención de variedades más productivas y con mayor adaptación, apropiadas para la zona centro de Tamaulipas. La diversidad de poblaciones de maíz nativo en la región podría estar influenciada, entre otros factores, por el intercambio de semilla, la diversidad ecológica regional y las preferencias regionales. Las formas de aprovechamiento a nivel de autoconsumo por los productores, han permitido que la variación genética de maíz se conserve y sea una fuente dinámica de variabilidad, conservando y manteniendo la riqueza genética de la especie.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo económico otorgado a través del proyecto de Investigación PFI2015-05 de la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

LITERATURA CITADA

Bellon, M. R., J. Berthaud, M. Smale, J. A. Aguirre, S. Taba, F. Aragon C., J. Diaz, and H. Castro. 2003. Participatory landraces election for on farm conservation: An example from the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. Genetic Resources and Crop Evolution 51:401-416.

Castro, N. S., Ramos, O. V. H., Reyes, M. C. A., Briones, E. F. y López, S. J. A. 2011. Preliminary field screening of maize landrace germplasm from Northeastern Mexico under high temperatures. Maydica 56(4):77-82.

Castro, N. S., López, S. J. A., Pecina, M. J. A., Mendoza, C. M. C. y Reyes, M. C. A. 2013. Exploración de germoplasma nativo de maíz en el centro y sur de Tamaulipas, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 4:645-653.

Chávez-Servia, J. L., P. Diego-Flores, J. C. Carrillo-Rodríguez. 2011. Complejos raciales de poblaciones de maíz evaluadas en San Martin Huamelulpan, Oaxaca. Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable Ra Ximhaì 7:107-115.

Gabriel, K. 1971. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. Biometrika 58:453-467.

Garza-Castillo M. R. 2010. La conservación de recursos genéticos del maíz nativo en Tamaulipas. CienciaUAT 4:22-27.

Herrera, C., B. E., F. Castillo G., J. J. Sánchez G., J. M. Hernández C., R. A. Ortega P. y M. M. Goodman. 2004. Diversidad del maíz Chalqueño. Agrociencia 38:191-206.

Herrera C B E, F. Castillo G, J J Sànchez G, R Ortega P, M M Goodman. 2000. Caracteres morfológicos para valorar la diversidad entre poblaciones de maíz en una región: caso la raza Chalqueño. Revista Fitotecnia Mexicana 23: 355-354.

Hortelano, S. R., R., A. Gil M., A. Santacruz V., S. Miranda C., y L. Córdova T. 2008. Diversidad morfológica de maíces nativos en el Valle de Puebla. Agricultura Técnica en México 34:189-200.

López, R. G., A. Santacruz V., A. Muñoz O., F. Castillo G., L. Córdova T. y H. Vaquera H. 2005. Caracterización morfológica de poblaciones nativas de maíz del Istmo de Tehuantepec, México. Interciencia 30:284-290.

Muñozcano, R. M. 2011. Diversidad genética del maíz, perspectivas para su conservación y desarrollo de una comunidad mixteca de Oaxaca: Santa Maria Tataltepec. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México. 64 p.

Ortega, P. R., Sánchez, G. J. J., Castillo, G. F., Hernández, C .J. M. 1991. Estado actual de los estudios sobre maíces nativos de México. En: Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México. Ortega, P. R.; Palomino, H. G.; Castillo, G. F.; González, H. V. A. y Livera, M. M. (eds.). Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. Chapingo, México. 161-185 pp.

Pecina, M. J. A.; Mendoza, C. M. C., López, S. J. A., Castillo, G. F., Mendoza, R. M. y Ortíz, C. J. 2011. Rendimiento de grano y sus componentes en maíces nativos de Tamaulipas evaluados en ambientes contrastantes. Revista Fitotecnia Mexicana 34(2):85-92.

Pecina, M. J. A. Mendoza, C. M. C., López, S. J. A., Castillo, G. F., Mendoza, R. M. y Reyes, M. C. A. 2013.Genetic potential of S1 lines derived from native maize populations of Tamaulipas, México. Maydica 58:127-134.

Perales, R. H., S. B. Brush, C. Qualset O. 2003.Landraces of maize in central México: An altitudinal transect. Economic Botany 57: 7-20.

Pla, L. E. (1968) Análisis Multivariado: Métodos de Componentes Principales. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. 94 p.

Rawlings, O. J. (1988) Applied Regression Analysis: A Research Tool. Wadsworth & Brooks/Cole. Advanced Books & Software. Pacific Grove, California. 553 p.

Reyes, M. C. A. y Cantú, A. M. A. 2005. H-439, nuevo híbrido trilineal de maíz para áreas de riego en el subtrópico de México. Agricultura Técnica en México 31(1):97-100.

Rincón S., F., F. Castillo G. y N. A. Ruiz T. 2010. Diversidad y Distribución de los Maíces Nativos en Coahuila, México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, Chapingo, México. 116 p.

Rocandio-Rodríguez, M., A. Santacruz-Varela, L. Córdova-Téllez, H. López-Sánchez, F. Castillo-González, R. Lobato-Ortiz, J.J. García-Zavala, R. Ortega-Paczka, R. 2014. Caracterización

morfológica y agronómica de siete razas de maíz de Valles Altos de México. Revista Fitotecnia Mexicana 37:351-361.

Rohlf F. J. 2009. NTSYS pc: numérical taxonomy system. Version 2.21c. Exeter Software: Setauket: New York.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2012. ACUERDO por el que se determinan Centros de Origen y Centros de Diversidad Genética del Maíz. Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección. 2 de noviembre de 2012.

Sánchez G., J. J., M. M. Goodman, and C. W. Stuber. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. Economic Botany 54: 43–59.

SAS Institute. 2002. SAS user's guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC. USA. 4424 p.

Soleri D. and D. A. Cleveland. 2001.Farmer's genetic perceptions regarding their crop populations: An example with maize in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. Economic Botany 55: 106-128.

Wellhausen E. J., L. M. Roberts y E. Hernández X. 1951. Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. Folleto técnico no. 5. Oficina de los Estados Especiales. Secretaria de Agricultura y Ganadería. Mexico, D. F. 237 pp.

DINÁMICA POBLACIONAL DE *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) DE TRES AÑOS CONSECUTIVOS EN INDAPARAPEO MICHOACÁN CON FEROMONA SEXUAL

Helios Escobedo-Cruz[89]
Fernando Bahena-Juárez[xvi]
Celeste Alvarado-Alonso[1]
Emma Castolo-Calderón[1]

RESUMEN
En México el maíz es un cultivo de gran importancia económica, el cual es afectado por el gusano cogollero, plaga primaria que causa más del 60% de mermas en la producción; para mitigar el daño ocasionado, el uso de agrotóxicos ha sido la alternativa más utilizada sin tomar en cuenta los riesgos que acarrea como es el daño a la salud pública, rompimiento de equilibrio natural al disminuir la población de enemigos naturales y generando una gran resistencia en plagas. Debido a este gran problema que se tiene a nivel nacional, regional y local, se han estado implementado alternativas etológicas mediante el uso de feromona sexual durante tres años consecutivos en el municipio de Indaparapeo, Michoacán, donde se instalaron cuatro trampas ha-1, monitoreando dos veces por semana y realizando un cambio de septo a los treinta días, manteniendo la rampa sobre el dosel del cultivo. Con los datos de las capturas se realizó un ANOVA y test de comparación de medias (LSD) con el Software SAS 9 versión para Windows 6.1.7601 2002-2012. La captura total fue en 2015 de 24,281 palomillas, lo que superó significativamente a la captura de 2014 de 3,636, pero en 2016 se mantiene una captura elevada de 22, 336. Se logró disminuir la población de 10’051,200 individuos de posible descendencia en 2016, de 2015 con 10’926,450 muy superiores a 2014 donde se logró evitar la descendencia de1’636,200 sin llegar a esto hace una diferencia de 20,645 individuos (85.1%); de igual manera el comportamiento en la captura promedio/trampa/noche, en 2015 fue en promedio de 23.66 palomillas, superando el año anterior en un 73.2%, con capturas de 6.58 machos. Las capturas de palomillas están impactando en incidencia de plaga. El uso de Feromonas Sexuales es importante, ya que permite hacer monitoreo y captura masiva y, a su vez, un manejo sustentable.

PALABRAS CLAVE: Gusano Cogollero, monitoreo, palomilla, Feromonas sexuales

INTRODUCCIÓN

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (GC) es una plaga polífaga que causa daños económicos considerables a diferentes cultivos, siendo el maíz su hospedante preferido (Nexticapan-Garcés *et. al.,* 2009), llegando éste a presentar daños por alrededor de 60 diferentes organismos, considerando todas las etapas del cultivo hasta su almacenamiento, según refirieron en 1983 MacGregor y Gutiérrez (Bahena y Cortez, 2015). Actualmente el GC se encuentra en todas las regiones productoras de maíz, que van desde cero msnm hasta más de los 2800 msnm, por lo cual se considera una plaga de gran importancia, pues es sabido también que llega a causar daños de más del 50%, según Banda en 1981, Andrews en 1988 y Willink *et. al.* en 1993, referidos por Bahena y Cortez (2015)., existe información de Chango en 2012 que dice que las

pérdidas llegan a superar el 60%, citado por Escobedo *et. al.* (2016). En literatura científica anterior a los años 90 se consideraba al gusano cogollero un plaga tropical y de regiones templadas y sus daños eran únicamente al cogollo de la planta, pero actualmente los hábitos del GC se ha diversificado llegando a causar daños como trozador, elotero, incluso como soldado. Esto ha generado una gran problemática para los productores, es por ello que en los últimos 30 años se han estudiado diversas estrategias de control, donde los agrotóxicos son los de mayor uso y de manera indiscriminada, generando resistencia a diversos grupos toxicológicos, exterminio de enemigos naturales, daños a la salud pública de manera directa o indirecta.

Es importante mencionar que existen diversas estrategias de Manejo Agroecológico, en donde el monitoreo es pilar fundamental, al igual que el conocimiento de la biología, ciclo de vida y hábitos del insecto blanco, de tal manera que se pueda tomar una decisión adecuada para su mejor manejo: procediendo a la aplicación de extractos vegetales elaborados de manera artesanal como macerados, tés e infusiones (Contreras *et. al.*, 2011); el uso de entomopatógenos específicos nativos, denominado control biológico por conservación o, inducidos como control biológico por aumento (Cortez y Rodríguez, 2012); preservando alternativas de acción mecánica como tierra diatomea, jabón agrícola, aceites diversos entre otros, así como insecticidas de bajo impacto ambiental como los RCI, sin dejar de mencionar el control etológico a base de semioquímicos, como es el caso de las feromonas sexuales de las cuales es indispensable conocer la duración del ciclo de vida, para así establecer las trampas en el momento preciso como se muestra en la Figura 3.



Figura 1. Ciclo de vida del gusano cogollero *S. frugiperda*

Debido al uso indiscriminado de agrotóxicos, Hilman en 1990 menciona que en los últimos 50 años había existido un uso creciente de insecticidas que asciende a más de 250,000 ton por temporada a escala mundial; Oerke (1994) menciona que el uso excesivo de sustancias químicas

ha aumentado el daño por artrópodos en un 42%. Lo que estas cifras nos indican es la gran problemática que se ha generado en el manejo de plagas, lo que conlleva a buscar manejos con enfoque agroecológico, es por ello que la feromona sexual se ha venido utilizando cada vez más, aunque falta mucho por implementar y saber sobre el uso adecuado de los volátiles de los insectos, conociendo que en algunos casos se comunican por sonidos, pero los olores son parte fundamental en su interacción; de igual manera los volátiles son parte de todas las especies tanto vegetales como insectiles que participan dentro del ecosistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

La región de estudio es el Valle Morelia-Queréndaro durante tres años consecutivos, en el predio denominado La Loma, del productor Francisco Rodríguez López en el municipio de Indaparapeo, Michoacán, ubicado geográficamente en la latitud 19°47'49.66"N y longitud 100°57'04.44"W, con una altitud de 1888 msnm. La región cuenta con suelos vertisoles, temperaturas que van desde los 2.5 hasta los 30°C, con una precipitación media anual de 800 a 1200 mm (INEGI, 2013).

El ensayo consiste en la captura de *S. frugiperda* mediante el trampeo, teniendo como atrayente feromona sexual, la evaluación se ha realizado entre el 07 de Junio y 10 de agosto durante los tres años consecutivos, se establecieron un total de 4 trampas ha^{-1}, realizado conteos dos veces por semana con cambio de septo a los 30 días; la trampa utilizada fue garrafa de 20 L reciclada artesanalmente, con abertura en tres de sus lados dejando 10 cm de base para almacenamiento de agua jabonosa destinada a romper la tensión superficial y lograr el ahogamiento de la palomilla. La distribución de las trampas fue de manera aleatorizada (Figura 2), cuidando el radio de acción de 50 mts, la altura fue siempre arriba del dosel del cultivo levantando la trampa en dos ocasiones, al ras de suelo, 1 m y a 1.5 m de altura máxima recomendada.

Los datos de campo se analizaron como refiere Bahena y Velázquez (2012), se tomó el promedio de palomillas capturadas por trampa, dividiendo entre las noches de captura logrando el promedio de machos capturados/trampa/noche. Con los datos de las capturas se realizó un ANOVA y test de comparación de medias (LSD) con el Software SAS 9 versión para Windows 6.1.7601 2002-2012.

Localización del área de estudio

El municipio de Indaparapeo se localiza al norte del estado de Michoacán, a una distancia de 28 km de la capital, su actividad económica principal es la producción de granos básicos, entre los que más destacan es el maíz.



Figura 2. Establecimiento, distribución y monitoreo de palomilla adulto macho de *S. frugiperda*

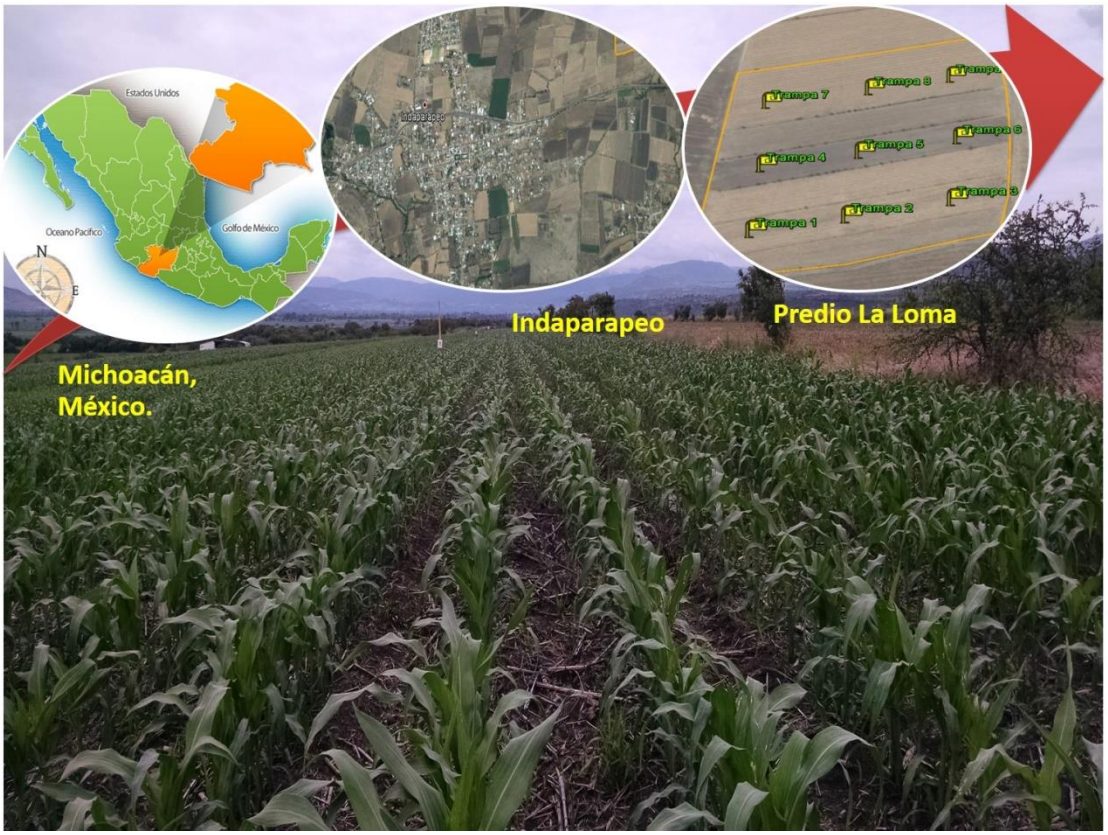


Figura 3. Localización del área de evaluación durante tres años consecutivos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se logró la captura de palomillas adultos macho en tres años consecutivos, obteniendo de igual manera el promedio de palomilla capturada/trampa/noche, teniendo una variación significativa en el 2014 con 3636 adultos capturados comparado con 2015, siendo incluso mayor que 2016, la variación fue de 1945 palomillas de diferencia. En 2015 se ha presentado mayor incidencia de palomillas superando al primer año con 20,645 adultos capturados y el de menor captura, 2014 presentó 3,636 palomillas totales, en el año 2015 de mayor captura fue de 24,281 y en 2016 el total fue de 22,336, es importante comentar que el conteo se realizó en un periodo de dos meses con un cambio de septo y como se muestra en la imagen el patrón de comportamiento no ha sido igual ya que en 2014 las capturas mayores con 25.67 se presentó el 29 de junio, el siguiente año la mayor captura se registró entre el 15 de junio al 01 de julio, posteriormente bajo en dos siguientes conteos y volvió a aumentar la captura siendo menor a las primeras fechas, en el año 2016 la primer incidencia se presenta el 29 de junio con menor captura que el anterior pero el 28 de julio presenta una gran captura, por lo que debemos de seguir colocando las trampas en los meses de a finales de junio y principios de agosto (Figura 4).

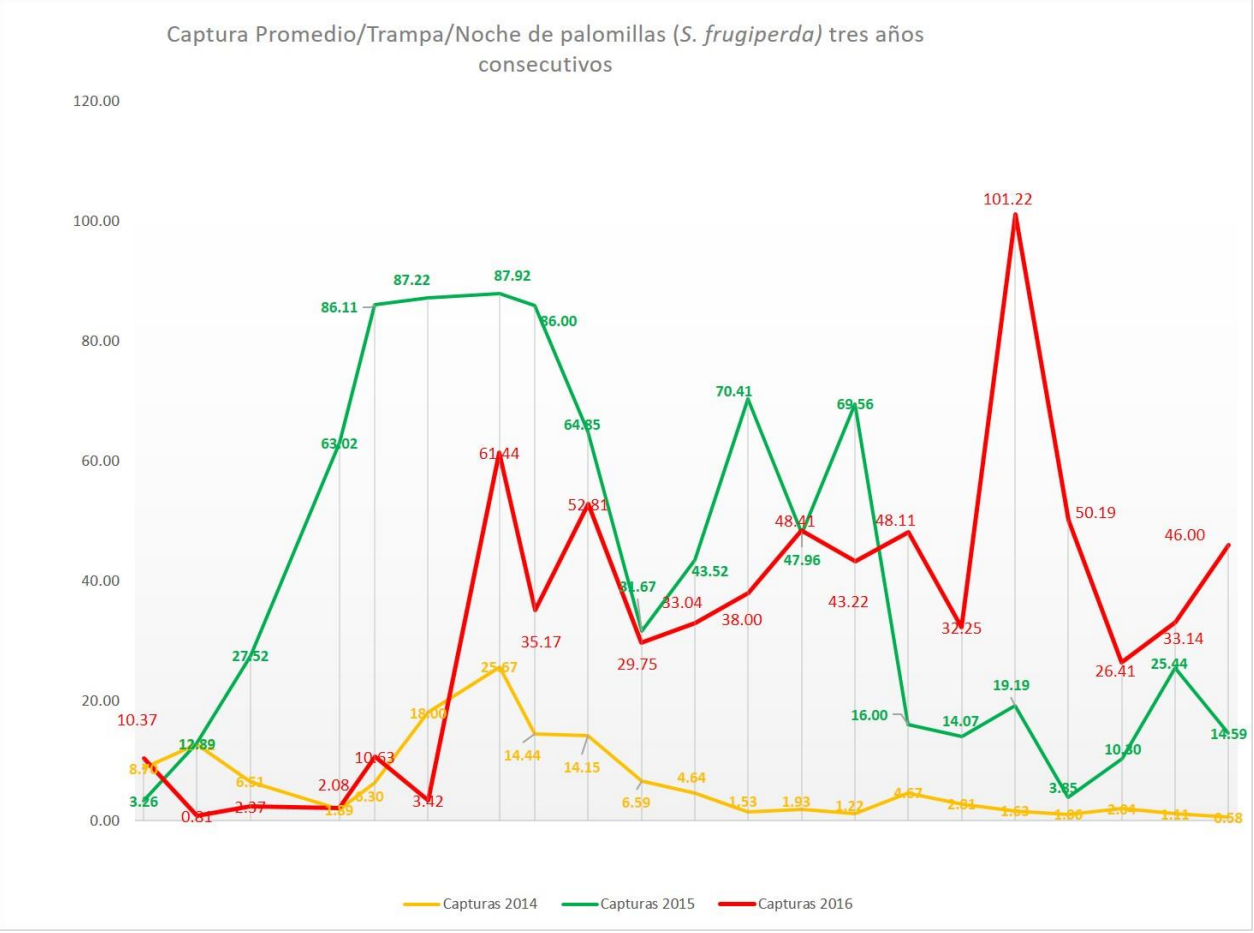
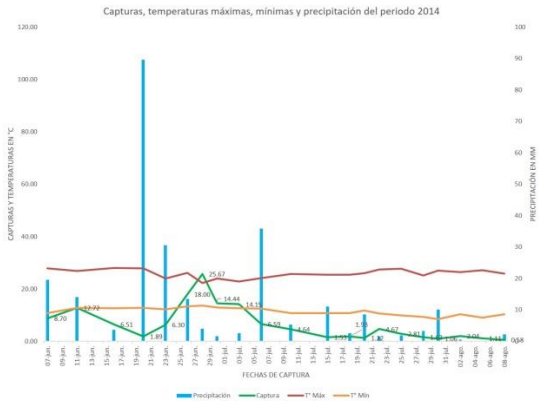


Figura 4. Comparativo de captura de palomillas macho de *S. frugiperda*, captura promedio/ trampa/noche



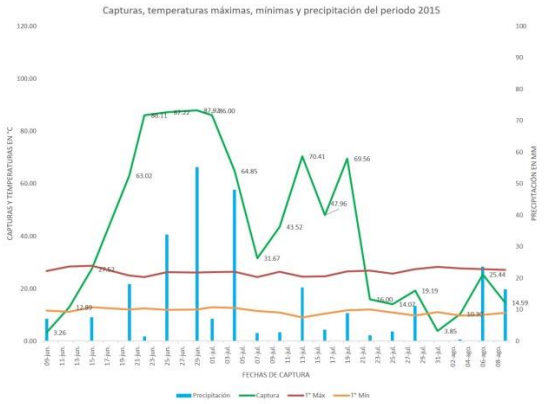


Figura 5.Captura, temperatura y precipitación 2014 Figura 6.Captura, temperatura y precipitación 2015

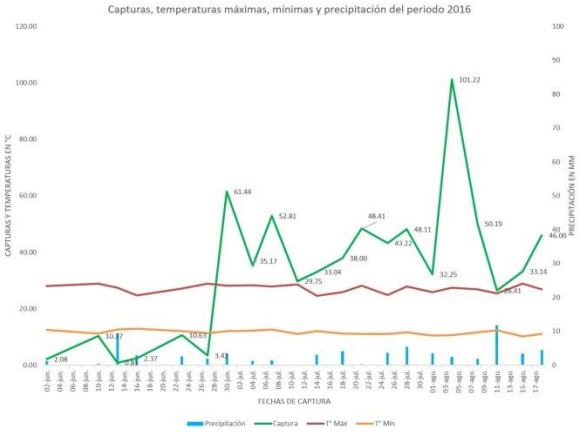


Figura 7.Captura, temperatura y precipitación 2016

En las Figuras 5, 6 y 7 se muestra el comportamiento de temperaturas máximas, temperaturas mínimas y precipitación registradas durante el periodo de monitoreo en los años 2014, 2015 y 2016 (Conagua), así como las capturas realizadas en cada uno de los periodos que comprendió el monitoreo, se puede observar que no hay diferencia significativa en las temperaturas máximas y mínimas registradas. Durante el año 2014 la mínima fue de 8.5°C el 14 de julio y la máxima registrada fue el 16 de junio con 31°C, en tanto que el año 2015 tuvo una mínima de 7.8°C el 10 de julio y la máxima fue de 30°C el 12 de junio, en 2016 la mínima registrada es de 8.8 el 24 de julio y máxima el día 03 de julio con 30.9°C; si se corroboran las fechas de máxima temperatura coincide con el aumento en la fluctuación de palomilla. Si de precipitación pluvial hablamos, en el periodo comprendido del 1 de junio al 9 de agosto, en 2014 se tuvo un acumulado de 262.4 mm, y 270.3 mm en el año siguiente, en 2016 prácticamente se presenta una sequía en el periodo de monitoreo, ya que la precipitación acumulada es de 68.8 mm, es decir 192 mm menos que en el año 2014. Sin embargo, la presencia de lluvias tuvo un comportamiento diferente, pues el primer ciclo llegó a tener un acumulado de hasta 89.6 mm del 16 al 20 de junio, en tanto que en 2015 el máximo acumulado fue de 55.3 mm del 25 al 29 de junio y en 2016 el máximo acumulado es 11.8 el 11 de agosto. Podríamos inferir entonces que, las condiciones de precipitación no tuvieron un efecto significativo en el comportamiento del gusano cogollero, dado que éstas fueron muy similares en dos años y en el siguiente, un año seco, presentó menor incidencia que el anterior con mayor precipitación, en comparación de las capturas registradas.

CONCLUSIONES

Actualmente en México se han realizado infinidad de estudios en lo que se refiere a GC, realizando el monitoreo en campo como herramienta fundamental, como lo mencionan Bahena y Cortez, en los últimos 30 años se han registrado diversos trabajos de *Spodoptera frugiperda,* haciendo uso de alternativas sustentables basadas en la agroecología, referido por Altieri y Toledo (2011), que dicen se debe ir más allá de las prácticas alternativas y desarrollar ecosistemas con una mínima dependencia de agroquímicos. Lo anterior conlleva al desarrollo de biodiversidad, generando interacciones biológicas sinérgicas que favorezcan los ecosistemas.

Hasta hace poco el uso de feromona estaba muy limitado, pero en los dos últimos años se ha logrado difundir y masificar la tecnología que anteriormente se utilizaba como monitoreo y que actualmente se ha tenido un control con capturas masivas (Escobedo *et. al.*, 2014), a diferencia de lo que se había venido realizando en otros estados como en el estado de Chiapas que ha llegado a evaluar dos tipos de feromonas, registrando un promedio de 0.37 palomillas/trampa/noche (Malo *et. al.*, 1999 y 2001).

De igual manera, existen estudios en otras partes del mundo que han demostrado la disminución en la oviposición e incidencia larval mediante el uso de esta tecnología. La palomilla hembra llega a ovipositar 150 huevecillos o más en cada postura, y puede realizar varias posturas, teniendo una capacidad reproductiva de 1000 a 1500 descendientes; el macho se llega a aparear mínimo en tres ocasiones, esto quiere decir que por cada macho capturado se evita la eclosión de al menos 450 larvas (Bahena y Velázquez). Gutiérrez (1988) comentó que al hacer uso de la feromona sexual se reduce el número de aplicaciones con insecticidas para el control de *S. frugiperda*.

La cantidad de capturas que se tiene es variable en cada uno de los años, pero las fechas de mayor incidencia son de suma importancia, pues en base a ello se puede determinar un plan de acción haciendo uso de alternativas de control, como semioquímicos, y poder tomar en cuenta también el establecimiento en tiempo adecuado para evitar infestaciones masivas.

Es importante realizar un manejo holístico, aprovechando los recursos necesarios y disponibles para poder dar un mejor manejo del cogollero, así como la identificación de epizootias locales para el aislamiento de entomopatógenos, igualmente al conservar la fauna benéfica favoreciendo la biodiversidad funcional (Bahena, 2008) esto con la gran ayuda de no aplicar agrotóxicos si no es necesario y usando alternativas de bajo impacto ambiental.

Agradecimiento al productor Francisco Rodríguez López por su apoyo y colaboración con la investigación de alternativas sustentables para el desarrollo de conocimiento local y regional y, a todos los productores que han colaborado en la implementación de la Agricultura de Conservación en cada una de sus regiones. Se agradece el apoyo de la iniciativa MasAgro, que nos ha permitido realizar estos trabajos y la interacción con los agricultores.

Al INIFAP, por el respaldo científico que nos ha brindado en este trabajo y los años anteriores, así como a Eduardo Cano Arreola del Instituto Tecnológico del Valle de Morelia: por su labor y desempeño en los monitoreos dentro de las actividades de residencia profesional.

LITERATURA CITADA

Altieri, M. y Toledo, V. 201.La Revolución Agroecológica en América Latina: rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino.

Bahena J., F. 2008. Enemigos Naturales de las Plagas Agrícolas. Del maíz y otros cultivos. Primer Edición. Libro técnico N° 5. SAGARPA-INIFAP. RAPAM. Uruapan, Michoacán, México. 180 p. ISBN: 978-607-425-013-8

Bahena J., F. y J. J. Velázquez G. 2012. Manejo Agroecológico de Plagas en maíz para una Agricultura de Conservación en el Valle Morelia-Queréndaro, Michoacán. SAGARPA. INIFAP. CIRPAC. Campo Experimental Uruapan. México. Folleto Técnico Núm. 27. 81 p. ISBN: 978-607-425-772-4

Bahena J., F. y E. Cortez M. 2015. Gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae). Casos de control biológico en México 2. BBA. México. pp.181-250. ISBN: 978-607-715-258-3

Contreras M., I. R., Aragón-García, A., Ramírez –g., M. S., Blanco G., O. y Tapia, R., J. L. 2011. Metodología para realizar el análisis fitoquímico a extractos vegetales y su actividad tóxica sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae). Alternativas ecológicas contra plagas. Agricultura sostenible 7. Colegio de Posgraduados y Benemérita Universidad de Puebla. Montecillo, Texcoco, Estado de México. pp. 201-216. ISBN: 978-607-7533-87-0

Cortez M., E. y F. G. Rodríguez C. 2012. Manejo integrado de gusano cogollero basado en el aprovechamiento de enemigos naturales en maíz, en Sinaloa, México. SAGARPA. INIFAP. CIRNO. Campo Experimental Valle del Fuerte. México. Folleto Técnico Núm. 36. 26 p. ISBN: 978-607-425-899-8

Escobedo-Cruz, H., Bahena-Juárez, F., Alvarado-Alonso, C., Ortiz-Hernández, E., Sesmas-Garfias, J.J., Carapia-García, J. 2014. Captura de *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera:Noctuidae) con feromona sexual en cuatro municipios del estado de Michoacán. Memorias del XXXVII Congreso Nacional de Control Biológico. Yucatán, México.

Escobedo-Cruz, H., F. Bahena-Juárez, C. Alvarado-Alonso. Comportamiento de *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera:Noctuidae) con feromona sexual en Indaparapeo, Michoacán. 2016. Revista Mitigación del daño ambiental agroalimentario y forestal de México Vol. 2 Núm. 2. INIFAP. México. pp.36-43 ISSN: 2395-9150

Gutiérrez M., A. 1988. Captura de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera:Noctuidae). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 76 p.

Hilman, B. 1990. Alternative agricultural, en Chem. Eng. News, núm. 5. pp. 26-40

INEGI. 2012. Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa. México.

Malo, E. A., Zabeche, A., Virgen, A. 1999. Evaluación preliminar de trampas y feromonas para el monitoreo de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae) en maíz. Simposio Nacional de Ecología Química. Aguascalientes, Ags. pp. 73-79

Malo, E. A., Cruz-López, L., Valle-Mora, J., Virgen, A., Sánchez, J. A., Rojas, J. C. 2001. Evaluation of comercial pheromone lures and tramps for monitoring male fall army worm (Lepidoptera:Noctuidae) in the coastal región of Chiapas, Mexico. Flo. Entomol, 84(2):288-292.

Oerke, E. C. 1994. Estimated losses in major food and cash crops. Elsevier, Amsterdam.

EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN TRADICIONALES EN LA SIERRA NEVADA DE PUEBLA, MÉXICO

Ricardo Mendoza-Robles[90]
Ernesto Hernández-Romero[xvii]

RESUMEN

La agricultura tradicional continúa pasando por una importante crisis que se desprende del encarecimiento actual de los insumos para producir, precios bajos de los productos, falta y desconocimiento de tecnologías orientadas a los sistemas de producción tradicionales, escasez de recursos económicos, entre otros, que conllevan a una baja productividad de los cultivos. El objetivo de este trabajo es analizar las características de sistemas agrícolas tradicionales, así como, evaluar la eficiencia de sistemas de producción que involucran a una, dos y tres especies, anuales (maíz, frijol, otros) y perenes (durazno). El análisis se realiza comparando la eficiencia productiva de cultivos simples y compuestos (intercalados, asociados, rotaciones anuales), utilizando series de trabajos de campo llevados a cabo en la Sierra Nevada del estado de Puebla, en los periodos de 1970-1984, 1996-2004 y 2015-2017. Los resultados indican que la eficiencia en los rendimientos de cultivos intercalados (maíz-frijol mata, maíz-girasol, frijol guía-frijol mata) es mayor que la de cultivos simples (solos) de 33-56%, que los cultivos asociados (maíz-frijol guía) son más productivos de 28-72% y que el maíz-frijol-durazno incrementa la productividad en 50%. Por otra parte, en una parcela que se maneja comercialmente con 6 especies frutícolas, 6 anuales y 20 variedades, el maíz-frijol guía bajo riego de auxilio mejora los rendimientos en 67% y la rentabilidad (relación beneficio/costo de 3.5), en comparación con el maíz y frijol establecidos como cultivos simples. En este y otro estudio la caracterización realizada indicó la presencia de 18 especies y cultivos simples y 14 patrones de cultivo con dos o más especies. La conclusión es que el sector tradicional de Puebla produce una gran variedad de cultivos (entre y dentro de parcelas), en donde aquellos manejados en forma conjunta (policultivo) son más eficientes y productivos que los establecidos en forma separada (unicultivo).

PALABRAS CLAVE: Cultivos simples, compuestos, intercalados, asociados, eficiencia.

INTRODUCCIÓN

La agricultura tradicional de México continua en estado de crisis como consecuencia, en parte, de las políticas sectoriales de desarrollo agrícola y de liberación de precios que se formulan en forma centralizada, más encaminadas al sector agrícola empresarial, en contraposición de una política de descentralización del financiamiento agrícola (Farrel y Thirion, 2000; De Ayala, 2001), y que se aplican de igual manera en las zonas tradicionales sin considerar que en este caso se requiere de una política diferenciada, orientada a fomentar la productividad de las pequeñas explotaciones (Suárez, 2015). Por lo que esto ha contribuido a que el sector tradicional enfrente un encarecimiento desleal de los insumos, políticas o tendencias de precios de los productos agrícolas a la baja, y si además de presentan aspectos como la falta de conocimiento por los campesinos de tecnologías generadas para sus condiciones, o que no pueden realizar las inversiones necesarias para su aplicación debido a escasez de recursos económicos, entonces,

la resultante es un sector empobrecido que no cuenta con los medios necesarios para lograr una buena productividad y una producción rentable (Iglesias, 2005).

En el caso de la Sierra Nevada del estado de Puebla, los productores utilizan una gran variedad de cultivos tendientes a hacer frente a la situación anterior, pero también, para contrarrestar en alguna medida los riesgos asociados al clima cambiante actual (precipitación baja y mal distribuida, temperaturas altas o bajas, humedad relativa alta, reducción de las horas frío en invierno). Lo que está ocasionando la incidencia cada vez más agresiva de insectos plaga (frailecillo, araña roja, etc.) que afectan a varios cultivos y de hongos que causan enfermedades en los frutales (roya del tejocote, cenicilla y otros en durazno, etc.), entre otros, como el agrietamiento del fruto en chabacano, y daños por heladas y granizadas que en algunas parcelas prácticamente acaban con las cosechas (Mendoza *et al*., 2017).

Por lo que otra forma de enfrentar esta situación, desde un punto de vista más técnico y productivo (Iglesias y Ramírez, 2008), conjuntamente con los productores se ha venido realizando trabajos de campo, para conocer y tratar de entender los cultivos únicos y los sistemas de cultivo compuestos que se están utilizando. Y una vez logrado esto, se ha empleado enfoques que permiten su evaluación y análisis, desde una orientación productiva y económica, bajo la condición de un manejo adecuado de los principales factores controlables de la producción, que contribuya a que los productos tengan una buena aceptación en el mercado local.

El objetivo de este trabajo consiste en analizar la eficiencia productiva (rendimientos) de cultivos simples comparándolos con cultivos compuestos que incluyen las mismas especies, así como, efectuar una caracterización de sistemas de unicultivo y de patrones de policultivo que vienen realizando los productores, como una forma para que se cuente con conocimiento tácito y explícito y de otras opciones tecnológicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos de campo que se analizaron fueron establecidos en la Sierra Nevada del estado de Puebla, que corresponde a una parte en donde estuvo la base de operaciones del Plan Puebla (CIMMYT, 1974). Este estudio se llevó a cabo con información que se recabó y estimó, recientemente, en una gran variedad de especies anuales y de frutales establecidos en una parcela comercial de San Lorenzo Chiautzingo, Puebla, de 2015-2017, y con resultados de trabajos de campo experimentales realizados anteriormente, en los años de 1996-2004 donde se incluyó a tres especies (maíz, frijol, durazno) y en el periodo de 1970-1984 donde se involucró a patrones de cultivo con dos especies anuales.

El análisis efectuado consistió en concentrados de datos de los rendimientos asociados, en forma conjunta, a diversos cultivos anuales y perennes (simples) y patrones de cultivo compuestos (intercalados, asociados, imbricados, rotaciones anuales, etc.). La caracterización de estos patrones de cultivo corresponde a la desarrollada por Turrent (1979), algunos evaluados experimentalmente y en forma comercial, y otros recogidos de la práctica productiva de los agricultores pero que no se valúan en este estudio.

Un sistema de cultivo intercalado consiste en establecer en forma conjunta una especie de ciclo largo o intermedio y otra especie de ciclo corto en la misma fecha, por lo que la segunda se cosecha antes que la primera; en este trabajo se analiza, por ejemplo, el sistema agrícola de maíz intercalado con frijol de mata (arbustivo), el que a su vez, en otro momento y otro trabajo se intercala en hileras anchas de durazno, donde en este caso cada especie (maíz, frijol, durazno)

ocupa una tercera parte de la superficie. Por otra parte, un cultivo imbricado es una forma de intercalamiento donde primero se siembra maíz y posteriormente un cultivo de ciclo corto como el frijol de mata, de tal manera que ambos maduran aproximadamente en la misma fecha. La asociación consiste de dos especies que tienen el mismo ciclo biológico por lo que se establecen y cosechan al mismo tiempo, la rotación anual se refiere a que en un año se siembra maíz como cultivo simple y en el siguiente se planta la leguminosa, la sucesión alude al establecimiento sucesivo de dos especies, generalmente de ciclo corto, en un mismo ciclo agrícola (una vez que se cosecha la primera se siembra la segunda en el mismo sitio) y el monocultivo de maíz indica que en todos los años se pone maíz en el mismo terreno.

Para el análisis de estos sistemas se calculó la eficiencia relativa de la tierra (ERT) de los rendimientos, que es traducida de la literatura como relación de superficie equivalente (Turrent, 1979; Mead y Willey, 1980), para que fuera lo más adecuada posible, la evaluación y comparación entre los componentes de los sistemas de cultivo simples y compuestos disponibles. La ERT consiste en dividir el rendimiento de cada especie como cultivo compuesto entre sus respectivo rendimiento como cultivo simple.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Patrones de cultivos anuales: simples, intercalados y asociados

En el Cuadro 1 se observa que la eficiencia productiva de los cultivos intercalados, imbricados y asociados es mayor en todos los casos en comparación con los cultivos simples, o sea, en el maíz imbricado e intercalado con frijol de mata y con girasol, en el caso del frijol de guía larga en espalderas intercalado con frijol de mata, así como también, en la asociación de maíz con frijol de guía larga. Esto, dado que las ERT totales de los rendimientos de los cultivos compuestos son superiores a 1.0 (de 1.28-1.72), por ejemplo, la ERT de 1.72 indica que el sistema asociado de maíz y frijol rindió un 72% más que sus cultivos simples, lo que se relaciona con lo que plantean y encontraron Francis y Decoteau (1993). La ERT es la cantidad de tierra necesaria para que los cultivos solos rindan igual que los cultivos intercalados.

Esto se puede interpretar de la siguiente manera: que los cultivos intercalados, imbricados y asociados rinden más porque tienen ventajas de tipo agronómico con respecto a sus cultivos simples, por ejemplo, una especie de mayor porte como el maíz al intercalarse o imbricarse con otra especie más pequeña como el frijol, tiene la posibilidad de recibir mayor radiación solar, o bien, como en el caso de la asociación maíz-frijol de guía donde se aprovecha la ventaja que ofrece el maíz de ser soporte del frijol. Estos son ejemplos de casos de sinergia, que se refieren a obtener un efecto superior al que se conseguiría con la suma de los efectos individuales. Los rendimientos del Cuadro 1 fluctúan de acuerdo con las condiciones de clima en cada ciclo agrícola (cantidad y distribución de la lluvia), del contenido de humedad en el suelo (temporal estricto o humedad residual) y el grado de manejo realizado en cada sitio (densidad de plantas, fertilización, control de las hierbas, etc.).

Patrones de cultivos anuales intercalados en hileras de durazno mejorado

Este caso incluye principalmente el uso de tres especies intercaladas en cada sitio o parcela, dos anuales (maíz y frijol) y una perenne (durazno), donde cada especie ocupa una tercera parte de la superficie (Cuadro 2), estableciendo franjas alternas de maíz y frijol de mata de dos surcos cada una, las que a su vez se intercalan en hileras anchas de durazno (12-15 m). Nuevamente el sistema agrícola de maíz-frijol-durazno es más eficiente que el maíz, frijol y durazno por

separado, ya que la ERT total es del orden de 1.5, lo que significa que el sistema intercalado produce un 50% más que los cultivos simples. Para que se entienda, esto es como si se comparara una superficie determinada (una ha) de los tres cultivos intercalados con la siembra de los mismos tres cultivos solos (⅓ de ha de maíz, ⅓ de ha de frijol y ⅓ de ha de durazno).

Cuadro 1. Rendimientos y eficiencia relativa de la tierra (ERT) de variedades criollas en varios sistemas de producción de cultivos anuales en temporal y humedad residual en el periodo de 1970-1984. ("n" es el número de trabajos de campo, incluye sitios dentro de años).

Sistema de producción[1]	Sup.	Rendimiento (ton/ha)		ERT		
	%	Maíz	Frijol	Maíz	Frijol	Total
1. Maíz-frijol de mata intercalados	50	4.5	0.7	0.78	0.64	1.41
Cultivo simple (n=1 exp.)	100	5.8	1.1	1.0	1.0	1.0
		Maíz	Girasol	Maíz	Girasol	Total
2. Maíz-girasol en forma intercalada	50	2.4	0.7	0.86	0.70	1.56
Cultivo simple (n=1 exp.)	100	2.8	1.0	1.0	1.0	1.0
		F. Guía	F. Mata	F.Guía	F.Mata	Total
3. Frijol guía en espaldera-frijol mata int.	50	2.1	1.6	0.53	0.80	1.33
Cultivo simple (n=6 exp.)	100	4.0	2.0	1.0	1.0	1.0
		Maíz	Frijol	Maíz	Frijol	Total
4. Maíz-frijol de mata imbricados	50	1.9	1.0	0.61	0.83	1.45
Cultivo simple (n=2 exp.)	100	3.1	1.2	1.0	1.0	1.0
		Maíz	Frijol	Maíz	Frijol	Total
5. Maíz-frijol de guía en asociación	50	3.3	1.2	0.72	1.00	1.72
Cultivo simple (n=1 exp.)[2]	100	4.6	1.2	1.0	1.0	1.0
a. Maíz-frijol de guía en asociación	50	3.2	1.1	0.73	0.85	1.57
Cultivo simple (n=5 exp.)	100	4.4	1.3	1.0	1.0	1.0
b. Maíz-frijol de guía en asociación	50	4.0	1.3	0.74	0.54	1.28
Cultivo simple (n=4 parc. demost.)	100	5.4	2.4	1.0	1.0	1.0
c. Maíz-frijol de guía en asociación	50	3.2	1.0	0.80	0.50	1.30
Cultivo simple (n=21 lotes climat.)	100	4.0	2.0	1.0	1.0	1.0

Fuente: Elaboración propia a partir de Mendoza *et al.* (1993).

[1] En el caso de maíz y frijol, las fórmulas de producción en los sistemas intercalado, imbricado y asociado son del orden de 120-40-40,000-60,000 (kg/ha de N y P_2O_5 y plantas/ha de maíz y frijol), 130-40-50,00 (kg/ha de N y P_2O_5 y plantas/ha de maíz solo) y 60-60-90 (kg/ha de N y P_2O_5 y plantas/ha de frijol solo); en los casos intercalado e imbricado, el maíz y frijol ocupan un 50% de la superficie cada uno, por lo que se hacen los ajustes en plantas y fertilizantes.

[2] En este caso se usó frijol de guía como cultivo simple (lo que no se considera apropiado), por eso la ERT es más alta (0.72), mientras que en los demás casos de asociación se utilizó al frijol de mata como cultivo simple (que es más comparable desde el punto de vista de la práctica productiva).

La interpretación en este caso es que los valores de ERT de maíz y frijol intercalados de 0.53 y 0.33, respectivamente (ambos ocupan un 33% de la superficie), indican que la especie de mayor porte (maíz) fue la que aprovechó mejor la luz solar y por eso rindió más que en cultivo simple, de ahí su mayor ERT. Lo cual se da al establecerse en franjas alternas de dos surcos cada una

con frijol de mata (especie de menor porte), por lo que esta especie rindió lo mismo como cultivo intercalado que como cultivo simple, por eso su ERT es igual a la proporción de superficie sembrada (33%).

Por otra parte, el durazno mejorado fue el que contribuyó más a la ERT total del sistema integrado por tres cultivos, con un valor promedio de 0.63 (casi el doble que la superficie en que se plantó). Y es que el durazno, por ser la especie con mayor porte de las tres que conforman este sistema agrícola, es la que resulta ser más beneficiada en la condición de intercalamiento, lo que debe estar relacionado con un mejor aprovechamiento de la energía luminosa por la copa de los árboles, y en cuanto al sistema de raíces, por una mayor absorción de los nutrientes y humedad del suelo, dado que se ha observado un abundante crecimiento y exploración de raíces del durazno en el sistema intercalado comparado con su cultivo simple.

Cuadro 2. Rendimientos y eficiencia relativa de la tierra (ERT) de varios sistemas de producción de cultivos anuales de temporal y humedad residual intercalados en hileras anchas de durazno mejorado en el periodo de 1996-2004. (“n” es el número de trabajos de campo, incluye sitios dentro de años).

Sistema de producción	Sup.	Rendimiento (ton/ha)		ERT		
	%	Maíz	Frijol	Maíz	Frijol	Total
1. Maíz-frijol mata en franjas alternas	33	2.8	0.4	0.53	0.33	0.86
Cultivo simple (n=10 y n=5)[1]	100	5.6	1.1	1.0	1.0	1.0
		Maíz	Frijol	Maíz	Frijol	Total
2. Maíz-frijol mata en rotación anual	67	5.7	1.2	0.96	0.67	1.63
Cultivo simple (n=3 y n=1)	100	6.0	1.8	1.0	1.0	1.0
		Maíz	Avena	Maíz	Avena	Total
4. Maíz-avena en franjas y tiras alternas	33	2.7	-	0.52	-	-
Cultivo simple (n=2)	100	5.2	-	1.0	-	-
		Diamante		Diam.		
5. Durazno1 intercalado con maíz-frijol	33	6.2		0.62		
Cultivo simple (n=6 obs., 3 años)	100	10.7		1.0		
			CP91-12		CP	Prom.
6. Durazno2 intercalado con maíz-frijol	33		5.3		0.64	0.63
Cultivo simple (n=6 obs., 3 años)	100		8.7		1.0	1.0
			Durazno	Maíz	Frijol	Total
ERT total del sistema maíz-frijol-durazno			0.63	0.53	0.33	1.49

[1] En el caso de maíz y frijol en franjas alternas, las fórmulas de producción pueden considerarse del orden de 160-70-30-60,000-60,000 (kg/ha de N, P_2O_5, K_2O y plantas/ha de maíz y frijol), 160-70-30-60,000 (kg/ha de N, P_2O_5, K_2O y plantas/ha de maíz en cultivo simple) y 60-70-20-120 (kg/ha de N, P_2O_5, K_2O y plantas/ha de frijol en cultivo simple); las variedades de maíz en temporal estricto y todas las de frijol fueron criollas, mientras que en humedad residual y punta de riego en maíz fueron mejoradas. El durazno mejorado se fertiliza con la fórmula 30-15-30 (gramos de N-P_2O_5-K_2O al momento de la plantación) y durante el segundo, tercero y cuarto años se duplica, triplica y cuadruplica esa cantidad, y de ahí en adelante se usa la fórmula 120-60-120; la densidad de plantación es de 400 árboles/ha en el sistema intercalado y de 1,200 árboles/ha en el cultivo simple. En el caso intercalado el maíz, frijol y durazno ocupan un 33% de la superficie cada uno, por lo que se hacen los ajustes en plantas y uso de fertilizantes.

En el caso de la rotación anual de frijol-maíz se observa una ERT cercana a la unidad (cuando el cultivo ocupa sólo dos terceras partes de la superficie), lo que indica que después de frijol hay un mejoramiento importante en la productividad de maíz (siguiente ciclo), pero no ocurre lo mismo cuando la rotación anual es de maíz-frijol, porque la ERT de 0.67 indica una falta de respuesta, o sea, que a diferencia del caso anterior no se presentó un efecto positivo en esta rotación. Y por lo tanto, está caro que el maíz no influye en la producción de frijol del siguiente ciclo agrícola.

Caracterización y productividad de patrones tradicionales de cultivo

Un primer caso de las características que distinguen a la agricultura tradicional de la Sierra Nevada se presenta en el Cuadro 3. Por una parte, como lo fue en la década de 1960 (CIMMYT, 1974), siguen predominando los cultivos simples de maíz y frijol y sus asociaciones (55%), principalmente bajo condiciones de temporal. Pero por otro lado, como consecuencia de la perforación de pozos profundos para irrigación que se dio en esta zona a partir de la década de 1980, los patrones de cultivo se han diversificado aún más, y donde los cultivos de riego han venido cobrando importancia, como el caso de la alfalfa que en este trabajo se ubica en el segundo lugar de importancia, dado que el durazno mejorado y este estudio, desde los años 90, estuvieron más orientados a este régimen hídrico. Sin embargo, se estima que cerca del 70% de los terrenos de los productores están plantados con distintas especies nativas y variedades criollas de frutales como durazno, manzano, chabacano, peral, tejocote y capulín, entre otros, siguiendo la tradición que se viene dando desde la colonización española, en hileras anchas (10 m o más) donde se intercalan también cultivos como los que se están señalando.

Cuadro 3. Número de cultivos anuales intercalados en hileras anchas de durazno mejorado por 13 productores de ocho comunidades de la Sierra Nevada de 2001-2004 (n=50 sitios).

Patrón de cultivo	No. obs.	%	% integ.
Cultivos simples			
1. Maíz	23	26	
2. Alfalfa	15	17	53
3. Frijol de mata	9	10	
4. Chile poblano (ancho)	6	7	
5. Durazno (otra variedad intercalada)	4	5	22
6-7. Calabaza, Avena forrajera (2 de cada uno)	4	5	
8-11. Haba, Ayocote mata, Cempasúchil, Gladiola (bulbo)	4	5	
Subtotal	65	75	75
Cultivos compuestos			
1. Maíz intercalado con frijol mata en franjas alternas (2 surcos c/u)	6	7	8
2. Maíz intercalado con calabaza (un surco de cada uno)	1	1	
3. Maíz asociado con calabaza	4	5	
4. Maíz asociado con frijol de guía larga	2	2	11
5. Maíz asociado con frijol de guía larga y calabaza	1	1	
6-7. Frijol asociado con calabaza, Ayocote asociado con chile	2	2	
8. Ebo (veza) asociado con alfalfa	1	1	
9-10. Haba con sucesión de cempasúchil, Calabaza con suc. de haba	2	2	6
11-12. Cañuela con sucesión de haba, Cañuela con sucesión de quelite	2	2	
13. Cañuela con sucesión de avena forrajera	1	1	
Subtotal	22	25	25
Total	87	100	100
Promedio de especies por sitio (de 1 a 6 incluyendo al durazno)	1.7	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de Mendoza *et al*. (2011).

Por lo que además de la alfalfa el chile ancho, la calabaza, haba, cempasúchil y gladiola bajo riego y la avena y ayocote de temporal, son cultivos simples que también están presentes en este estudio en una proporción importante (22%), sin dejar de mencionar la relevante presencia de una gran cantidad de hortalizas (verdes) y cultivos florícolas en la zona (rosa de corte y otros). También el 25% de las especies constituyen cultivos compuestos, lo que indica su importancia, entre los que predominan el maíz intercalado con frijol de mata y con calabaza, la asociación de maíz con frijol de guía larga y calabaza y las sucesiones de haba con calaza, cempasúchil y cañuela, etc. En un mismo sitio y año se han identificado parcelas con una a seis especies y un número aproximadamente igual de variedades, incluyendo tanto cultivos simples como compuestos de los ya mencionados.

Otro caso de caracterización en este trabajo es el relacionado con una parcela de 2.4 hectáreas que dispone de riego y se ubica en San Lorenzo Chiautzingo, Puebla (Figura 1). En esta figura y el Cuadro 4 se observa que en los ciclos agrícolas de 2015-2017 en total se establecieron comercialmente seis especies de frutales (durazno, manzano, chabacano, peral, tejocote e higo).

(1. Parte sur del terreno) → N

Área del terreno vecino (durazno criollo)		● Árboles de tejocote aislados (30 surcos de calabaza) Camino
(canaleta de riego) →		2.0 m ●●●● Durazno criollo (canaleta de riego) ●
5.7 m	Regadera para riego	(4 surcos de ayocote de mata)
5.0 m	Chabacano	(3 surcos de maíz Niebla-ayocote de guía asociado)
5.0 m	Peral (5 variedades)	(4 surcos de maíz Niebla-ayocote de guía asociado)
7.0 m	Chabacano	(6 surcos de maíz Niebla-ayocote de guía asociado)
13.0 m	Vid (5 variedades)	(11 surcos de maíz-frijol de guía asociado, 8 con maíz Niebla y 3 con maíz Criollo)
5.0 m	Durazno Oro Azteca Mejorado	(3 surcos con chile poblano)
5.0 m	Durazno Oro Azteca Mejorado	(3 surcos con frijol de mata)
5.0 m	Durazno Oro Azteca Mejorado	(3 surcos con chile poblano)
1.5 m	· · · · · · · · · · · · · · · Hilera de árboles de varias especies de frutales · · · · · · · · · · · · · · ·	
22.5 m	(27 surcos de amaranto con inflorescencia de color rojo)	
13.5 m·····Manzana Gala B.·····		(6 surcos de amaranto con flor roja)
		(6 surcos de amaranto con flor verde y roja)
13.5 m·····Manzana Gala B.·····		(6 surcos de amaranto con flor verde y roja)
		(6 surcos de amaranto con flor verde y roja)
13.5 m·····Manzana Gala B.·····		(6 surcos de amaranto con flor verde y roja)
		(6 surcos de amaranto con flor verde)

(2. Parte norte del terreno) → N

	● Árboles grandes de tejocote, aislados
(20 surcos de ayocote de mata) ● ● Durazno criollo	Camino (continuación…) ●
10.5 m ● Peral Kieffer	(9 surcos de chile poblano)

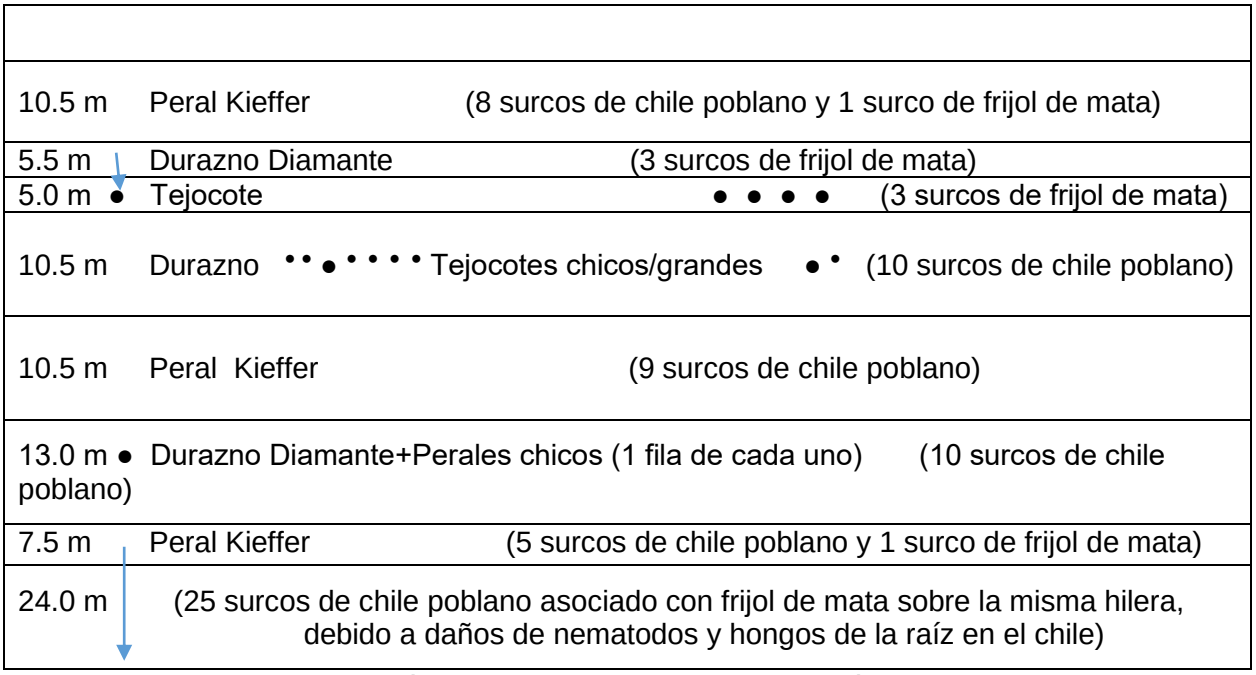


Figura 1. Ejemplo de distribución en el terreno de las hileras de árboles frutales y de los surcos de cultivos anuales intercalados en 2015 (estos entre paréntesis).

Y se incluyó una especie frutal más con fines de evaluación: vid, entre otras de las ya indicadas como manzano y peral; también se sembraron otras seis especies de cultivos anuales (maíz, frijol, ayocote, chile, calabaza y amaranto) y alrededor de 20 variedades de ambos tipos de especies, perennes y anuales. Estas especies y variedades, además de establecerse como cultivos simples se integran en cultivos compuestos como maíz-frijol guía, maíz-ayocote guía y maíz-calabaza, los que a su vez se intercalan entre las hieleras de árboles frutales. Estos son indicadores de la alta biodiversificación agrícola que se está dando en esta parcela, la cual es mucho mayor a la que se observa en los trabajos de campo ya presentados en este estudio, al igual que en el caso anterior sobre caracterización (Mendoza *et al*., 2011).

Cuadro 4. Resumen del número de especies y variedades de frutales y cultivos anuales sometidos a un esquema de evaluación y de producción comercial en una parcela bajo riego de 2015-2017 y productividad de maíz híbrido asociado con frijol y ayocote de guía larga.

Año	Evaluación experimental			Producción comercial		
	Especies frutales	Especies anuales	Variedades	Especies frutales	Especies anuales	Variedades
2015	4	1	29	6	6	20
2016	4	0	19	7	6	20
2017	4	0	19	7	7	21
Total	4	1	29	7	7	21

Rendimientos comerciales (ton/ha) de maíz híbrido, frijol y ayocote en condiciones de riego

Año	Asociación maíz-frijol		Asociación maíz-ayocote		Cultivos simples		
	Maíz1 asociado	Frijol asociado	Maíz2 asociado	Ayocote asociado	Maíz solo	Frijol solo	Ayocote solo
2015	11.1	1.3	11.0	2.0	13.9	1.4	2.5
2016	10.4	2.2	9.9	3.8	12.6	2.7	5.2

Promedio	10.8	1.8	10.5	2.9	13.3	2.1	3.9
ERT[1]	0.81	0.86	0.79	0.74	1.0	1.0	1.0
ERT total	1.67 = 167%		1.53 = 153%		1.0 = 100%		

[1] ERT significa eficiencia relativa de la tierra (maíz asociado/maíz solo, frijol asociado/frijol solo, etc.).

En este cuadro también se presentan los resultados de las estimaciones de rendimientos de maíz, frijol y ayocote, observándose que la eficiencia de las asociaciones de maíz-leguminosas de guía es mayor en 67 y 53%, aun en condiciones en donde la familia involucrada maneja la gran diversidad de especies, variedades y sistemas de cultivo ya descritos. Donde la asociación maíz-ayocote es la más productiva aunque igualmente rentable que la de maíz-frijol, porque el ayocote si bien rinde un 50% más que el frijol común en asociación con el maíz y el doble que el frijol como cultivo simple, tiene un menor valor en el mercado local. El maíz asociado al ayocote rinde un poco menos que el asociado al frijol como consecuencia de la mayor producción de biomasa del ayocote (follaje, grano), lo que afecta en mayor medida el desempeño del maíz.

Lo anterior concuerda con lo encontrado por Mendoza *et al*. (2016) en el mismo híbrido (Niebla®) asociado con frijol de guía: una eficiencia superior de 51%, y en un maíz criollo asociado una eficiencia mayor de aproximadamente 80%, así como, rendimientos de maíz como cultivo simple por arriba de 10 ton/ha (híbrido HS-2®) en terrenos con riego de auxilio (Mendoza *et al*., 2002), que en el caso actual de la familia de Chiautzingo en punta de riego son de 13 ton/ha.

Por lo que un rendimiento promedio por hectárea de más de 10 ton de maíz, más casi 2 ton de frijol o casi 3 ton de ayocote, y tomando en cuenta una inversión de 20 mil pesos/ha de maíz en asociación con frijol o ayocote, esto se asocia a un ingreso neto del orden de 50 mil pesos/ha y una relación beneficio/costo de aproximadamente 3.5, en ambos casos, maíz-frijol o maíz-ayocote. Pero hay que tener en cuenta que la superficie de la parcela en asociación de maíz con frijol y con ayocote fue en promedio de 2,200 m^2 en los últimos tres años, por lo que las ganancias anuales derivadas de estas asociaciones son alrededor de 11 mil pesos por ciclo agrícola.

CONCLUSIONES

El sistema de cultivos anuales intercalados es más eficiente que sus respectivos cultivos simples, en menor o mayor grado, dependiendo del sitio y el cultivo que se trate (maíz, frijol guía, frijol mata, girasol); el incremento de los rendimientos fluctuó de 41 a 56%. También la eficiencia productiva en las asociaciones de maíz-frijol de guía larga es mayor de un 28 a 72%, en comparación con los cultivos simples.

Cuando se involucran tres especies en los sistemas de intercalamiento (maíz, frijol y durazno mejorado), la eficiencia relativa de la tierra total es del orden de 1.5, o sea, que se mejora la productividad en 50%, en donde el frutal es el que aporta más al valor de ERT (más de 60%) y le siguen el maíz (alrededor de 50%) y el frijol (33%). El frijol produce lo mismo tanto en cultivo simple como intercalado, e inclusive menos, debido a la competencia que tiene con el maíz que lo sombrea y porque el frijol se siembra por lo menos dos meses después que el maíz, cuando este ya tiene cerca de un metro de altura.

En la práctica comercial, como lo hace el pequeño productor, el frijol o ayocote arbustivos que se intercalan en las hileras de árboles, o bien, que se interponen en el maíz de ciclo largo, deben corresponder al patrón imbricado, aun bajo la competencia indicada. O sea, en siembras de junio alternando con el maíz que se establece en abril, con el fin de que estas leguminosas salgan una vez que se retiran las lluvias (octubre a noviembre), por el contrario, si el frijol o ayocote de mata

se siembran junto con el maíz en abril se tendrían que cosechar en septiembre (mes más húmedo), lo que provocaría riesgos de que el grano se manche e inclusive se pudra.

El maíz asociado con frijol de guía, que son de ciclo largo, cuando se dispone de riego se pueden cosechar hasta que ambos cultivos están completamente secos (noviembre o antes). Esto porque no se tiene la presión de "amogotar" antes de este mes para roturar y arropar humedad en el suelo, práctica necesaria en el caso de siembras de temporal con humedad residual, porque el siguiente ciclo se puede sembrar en "punta de riego" (riego de presiembra).

La caracterización de especies (12 solo en una parcela y más de 20 variedades) y cultivos implicados en las explotaciones de los pequeños productores (18 especies y cultivos simples y 14 patrones de cultivo con dos o más especies), indica que se cuenta con una amplia diversidad de cultivos simples como compuestos (anuales y perennes), como una forma de enfrentar las necesidades de la familia, riesgos de clima y la demanda del mercado, sobre todo, ante la disponibilidad actual de agua para riego.

Sobre la productividad y rentabilidad de algunos sistemas agrícolas que se están utilizando, inclusive en forma comercial, se observa un alto grado de eficiencia, sobre todo, en el caso de la asociación de maíz con frijol común o ayocote (relación beneficio/costo de 3.5), al igual que el cultivo simple de estas y otras especies, anuales y perennes, cuando se les maneja adecuadamente desde una perspectiva técnica.

LITERATURA CITADA

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1974. El Plan Puebla 1967-1973: siete años de experiencia. El Batán, México.

De Ayala L., Martínez R. y Ruiz-Huerta J. 2001. La descentralización territorial de las prestaciones asistenciales: efectos sobre la igualdad. Papel de trabajo No. 16/01. Instituto de Estudios Fiscales, España. 47 p.

Farrel G. y Thirion S. 2000. La financiación local en los territorios rurales. Innovación en el medio rural. Observatorio europeo LEADER. Cuaderno de la innovación N° 9. Comisión Europea, Dirección de Agricultura, Madrid.

Francis R. and Decoteau D. R. 1993. Developing an effective southernpea and sweet corn intercrop system. Hort Technology 3(2).

Iglesias P. D. y Ramírez H. J. J. 2008. La formación de sistemas productivos locales. Teoría y Praxis 5:51-67.

Mead R. and Willey R. W. 1080. The concept of a "land equivalent ratio" and advantages in yield from intercropping. Expl. Agric. 16:217-228.

Mendoza R. R., Cortés F. J. I. y Turrent F. A. 1993. Análisis de eficiencia del maíz sembrado solo y como cultivo compuesto con varias especies. Memorias del I Simposio Internacional y II Reunión Nacional sobre Agricultura Sostenible. Puebla, México. p. 175-182.

Mendoza R. R., Hernández R. E., Cortés F. J. I., Turrent F. A., Lerma V. L. y Aceves R. E. 2002. Tecnologías sobre fertilización, densidad de población y variedades de maíz a escala comercial. Terra Latinoamericana. 20(4):485-495.

Mendoza R. R., Hernández R. E., Cortés F. J. I., Turrent F. A. y Parra I. F. 2011. Apropiación de tecnología en el sistema de producción de maíz y frijol intercalados en durazno. En: Díaz R., Álvarez F., y Huerta A. (coords.). Desarrollo de la agricultura sostenible: alternativas tecnológicas y enfoques sociales. Ed. Colegio de Postgraduados y Altres Costa-Amic Editores. p. 221-235.

Mendoza R. R., Hernández R. E. y Regalado L. J. 2016. La Microrregión de Atención Prioritaria (MAP) Huejotzingo: Enfoque y acciones en un sistema intercalado de frutales-cultivos anuales. En: Ocampo F., I. y J. Ramírez J. (coords.). Libro en prensa… Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. p. 120-157.

Mendoza R. R. y Hernández R. E. 2017. Sistema de producción milpa intercalada en árboles frutales (MIAF-durazno). Desarrollo tecnológico. Colegio Postgraduados, Campus Puebla. 112p.

Suárez C. V. 2015. El potencial productivo del pequeño productor. En: La Jornada del campo, suplemento informativo de La Jornada. No. 95, año VIII, 15 de agosto de 2015, p. 4-5.

Turrent F. A. 1979. El sistema agrícola, un marco de referencia necesario para la planeación de la investigación agrícola en México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Colegio de Postgraduados, CEICADAR, Unidad Puebla. 103 p.

COMPARACIÓN DEL MODELO DE LAS ESCUELAS DE CAMPO Y EXPERIMENTACIÓN PARA AGRICULTORES (ECEA) EN LA SIERRA HUASTECA POTOSINA

Norma Torres – Castro[1]
Ramón Jarquin – Gálvez[1]
Gisela Aguilar – Benitez[1]
Jorge Alberto Flores – Cano[1]

Resumen

La cafeticultura es una actividad agrícola de gran importancia en la Huasteca Potosina, en esta participan cafeticultores campesinos e indígenas en general de origen Tenek y Náhuatl, ellos han hecho de ésta actividad uno de sus principales fuentes de ingresos aunque enfrentan problemáticas diversas, entre ellas las prácticas erróneas de cosecha y poscosecha del café afectando gravemente la calidad del producto. Como respuesta a la problemática señalada se desarrolló el proyecto "Innovación tecnológica en el cultivo de café en procesos de cosecha y poscosecha en la sierra Huasteca Potosina" (2013-2014), implementado mediante prácticas participativas y módulos formativos teórico-prácticos bajo el modelo de Escuelas de Campo y Experimentación para Agricultores (ECEA). La presente investigación comparó el conocimiento adquirido por los productores participantes en el modelo ECEA versus participantes de un proyecto de capacitación convencional, denominado PIIEX y cafeticultores no participantes en procesos de capacitación agrícola, para ello se aplicaron 279 cuestionarios en 6 localidades, los cuales abordaron prácticas de cosecha y poscosecha del café. Los datos fueron comparados con la prueba Chi cuadrado de Pearson, arrojando resultados que muestran ventaja formativa del modelo ECEA en cuanto a adquisición de conocimiento en prácticas de innovación como el secado en zaranda y prácticas adecuadas poscosecha. A su vez se identificó el conocimiento que tienen los cafeticultores en general sin haber participado en modelos de formación agrícola, lo cual manifiesta las capacidades autogestivas campesinas y las limitantes académicas para mejorar las formas de producción.

Palabras Clave: Cafeticultura, Conocimiento, Campesinos, Capacitación.

Introducción

México ocupa el 9º lugar a nivel mundial en producción de café y el 2º en producción de café orgánico según la SAGARPA (2015), mientras que San Luis Potosí ocupa el 8º lugar en producción de café a nivel nacional aportando 1.1% de la producción promedio nacional de acuerdo al Plan Rector para la Competitividad del Sistema Producto (2012). Por su parte la región cafetalera de San Luis Potosí se encuentra en la zona huasteca, compuesta de 20 municipios de los cuales Xilitla y Aquismón mantienen 1º y 2º lugar de producción con un 21% y 40%, respectivamente, el 39% restante se produce en los municipios de Huehuetlan, Axtla de Terrazas, Matlapa, Coxcatlán y Tamazunchale (SIAP, 2016).

Según Becerra y Hernández (2009) los cafeticultores de la región han enfrentado una problemática general que involucra la escasa adopción de tecnología, bajos rendimientos del cultivo**,** precios inferiores de café, incertidumbre de los posibles compradores, intermediarios, y limitaciones de transporte para la venta externa a las comunidades dónde producen y viven los productores campesinos. Tal problemática generalizada en el país, ha dado pie a la generación de acciones alternativas para el rescate de la cafeticultura, como son: producción orgánica, el sistema el sistema de "Comercio Justo", creación de redes entre pequeños productores, retención de las exportaciones, destrucción de café con mala calidad y participación de diversas organizaciones (Pérez-Grovas, 2002).

Paralelamente a dichas acciones han operado en la huasteca potosina modelos de capacitación agrícola convencionales y alternativos. Un ejemplo de capacitación convencional es la promovida por los Proyectos Integrales de Innovación y Extensión (PIIEX) que metodológicamente buscan la relación entre el aprendizaje y el desarrollo integral de los participantes involucrando sus territorios y el trabajo en el mismo, por medio del aprendizaje teórico y vivencial, mejorando el trabajo, con el objeto de posibilitar el rendimiento del individuo, su trabajo y su organización para lograr ventajas competitivas (SAGARPA, 2014).

Por otra parte un ejemplo de modelo de capacitación alternativa es lo que genéricamente se ha denominado “Escuelas Campesinas”, que para Mata (2013) son instancias de capacitación con diversos niveles de autogestión, donde los campesinos aprenden a desarrollar capacidades multifuncionales para organizarse y ejecutar actividades en beneficio de la comunidad. Las Escuelas Campesinas cuentan con diferentes modalidades, entre ellas las “Escuelas de Campo y Experimentación para Agricultores” (ECEA), definiéndose como un modelo formativo de cuadros técnicos locales, denominados ‘educadores campesinos’ o ‘promotores’, quienes en sus localidades, forman a otros productores, mediante un componente de formación teórico y otro de experimentación, complementarios entre sí, fortaleciendo las capacidades de los productores y generando conocimientos nuevos de manera horizontal, según Jarquin (2010).

Ambos modelos de capacitación trabajan con metodologías apoyadas en técnicas de aprendizaje de las cuales se adquiere el conocimiento, este es parte de la naturaleza humana como un proceso cognoscitivo que puede ser o no transmitido de manera formal, de acuerdo con Wenger (2001) y González (2003). Es así que los modelos de capacitación se valen del conocimiento como herramienta al ser considerado un motor de desarrollo económico y social permitiendo el cambio como innovación, invitando a la creación y modificación del entorno para el beneficio humano de manera ética (Aguerrondo, 2009).

Los modelos de capacitación agrícola normalmente son dirigidos a adultos, en algunos casos a campesinos analfabetos y pequeños agricultores, los cuales según Holt-Gímenez (2008) no separan las prácticas de enseñar y aprender, siendo la experiencia esencial en el aprendizaje pues por medio del “aprender-haciendo” se genera el conocimiento compartido entre los agricultores campesinos. Aunado a lo anterior Alemán (2016) considera que el conocimiento para el campesino surge de la experiencia individual y la propia vida comunitaria haciendo del conocimiento un recurso esencial para la comunidad, adquiriéndose por medio de procesos de aprendizaje cotidiano (Núñez, 2004b y Holt-Gímenez, 2008).

En 2013-2014 en la huasteca potosina se implementaron proyectos con los modelos de capacitación agrícola PIIEX y ECEA que impartieron temas referentes a buenas prácticas de cosecha y poscosecha de café, siendo este el campo de oportunidad para comparar y describir el conocimiento que adquirieron los participantes directos de ambos modelos en contraste con productores no participantes en procesos formativos, en referencia a conocimientos sobre cafeticultura. Tal comparación se hizo bajo la hipótesis de si el modelo formativo de ECEA ofrece ventajas formativas con respecto al modelo convencional PIIEX.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en los meses de Julio del 2015 y Febrero del 2016 en 6 localidades de la región cafetalera en la Huasteca Potosina, tres comunidades con formación de productores bajo el modelo alternativo ECEA y tres localidades con formación de productores bajo el modelo convencional PIIEX. El conocimiento se comparó como se enumera a continuación:

Promotores comunitarios de ECEA Vs Técnicos de PIIEX

Participantes directos de ECEA Vs participantes directos de PIIEX
Participantes directos de ECEA Vs cafeticultores no participantes dentro de la misma localidad.
Participantes directos de PIIEX Vs cafeticultores no participantes dentro de la misma localidad.
La herramienta de comparación fue un cuestionario con preguntas referentes a buenas prácticas de cosecha y poscosechas del café, éste se aplicó de acuerdo a la distribución presentada en el Cuadro 1., el tamaño de muestra respetó poblaciones finitas y representativas de cafeticultores (Pineda *et al.,* 1994).

Cuadro 1. Productores encuestados por grupos y localidades.

Modelo	Localidad y municipio	Población de cafeticultores	Total de participantes por modelo	Total de encuestados por modelo	Total de productores no participantes en el modelo	Total de no participantes encuestados	Promotor o Técnico por modelo
ECEA	El Aguacate, Aquismón	126	11	11	102	15	1
	Tamcuem, Aquismón	104	73	35	31	31	1
	Arroyo Seco, Xilitla	52	19	19	33	29	1
PIIEX	El Aguacate Barrio II, Aquismón	126	11	11	104	15	1
	Octojub, Aquismón	70	23	23	47	35	1
	El Naranjal, Xilitla	150	15	15	134	40	1

La comparación se hizo por medio del paquete estadístico SPSS versión IBM SPSS Statistics 17–2008, con la prueba Chi cuadrado de Pearson, utilizando tablas de frecuencia 2x2, el nivel de significancia de α=.05 (no direccional), de una cola con gl= 1, el valor crítico de la prueba x_{α}^{2}=3.84, con un valor de confianza de 95%, a su vez se formularon las hipótesis propias de la prueba:

H0: No muestra ventaja formativa en conocimiento sobre buenas prácticas de cosecha y poscosecha de café el modelo formativo ECEA sobre PIIEX y productores no participantes.

H1: Si muestra ventaja formativa en cuanto al conocimiento sobre buenas prácticas de cosecha y poscosecha de café el modelo formativo ECEA sobre PIIEX y productores no participantes.

Resultados

El cuestionario fue aplicado a un total de 279 productores de café, incluyendo a todos los niveles de comparación.

Promotores Campesinos de ECEA Vs Técnicos de PIIEX

Los seis pequeños productores de origen Tenek y Nahuatl que fungieron como instructores, 3 promotores campesinos de ECEA y 3 técnicos de PIIEX, se sometieron a comparación de conocimientos en buenas prácticas de cafeticultura, mediante la prueba de T, al ser la apropiada para contrastar grupos pequeños, los resultados señalan qué no hubo diferencias significativas en relación a tales conocimientos.

Cuadro 2. Contraste de conocimientos sobre cafeticultura entre Promotores de ECEA y Técnicos de PIIEX.

Capacitadores (Localidad)	Modelo	Acierto	Media	P(T<=t) una cola
Ricardo (Arroyo Seco)	ECEA	100		0.12
Teodora (El Aguacate)	ECEA	90		
Agustín (Tamcuem)	ECEA	100	96.67	
Doña Julia (El Naranjal)	PIIEX	40		
Romualdo (Ocotjub)	PIIEX	90		
Faustino (El Aguacate BII)	PIIEX	90	73.33	α=.05

Participantes de ECEA Vs participantes de PIIEX, por localidades.

El Aguacate Vs El Aguacate Barrio II, Aquismón.

Se compararon 11 participantes de ECEA contra 11 participantes del modelo PIIEX, dónde los participantes directos de ECEA mostraron ventajas formativas con mayores conocimientos en prácticas poscosecha (Figura 1.) el adecuado secado del café (Fígura 2.). Aceptándose H1 en ambas comparaciones.

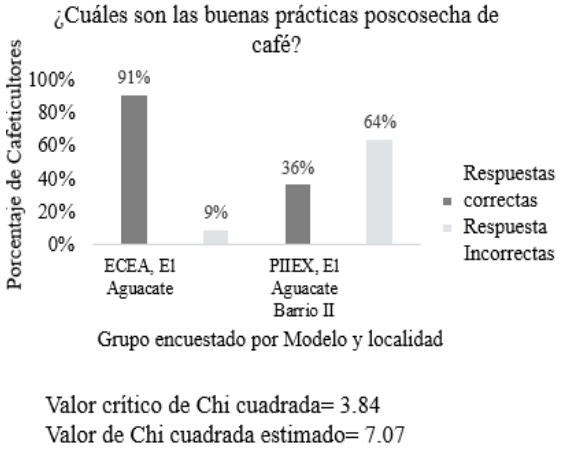


Figura 1. Poscosecha, contraste entre participantes de ECEA y PIIEX, localidades El Aguacate y El Aguacate II, Aquismón.

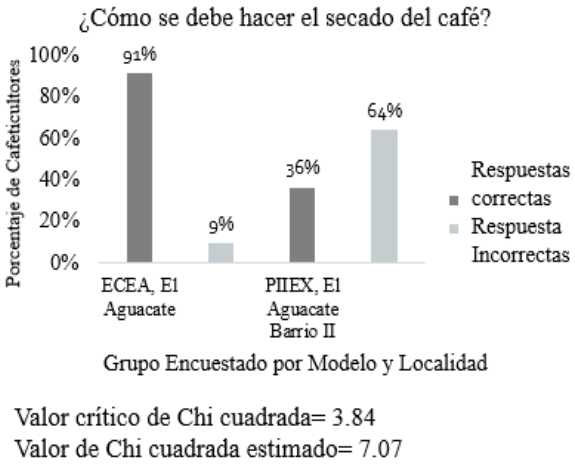
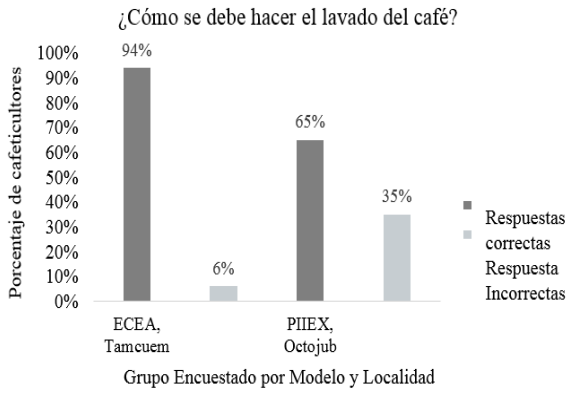


Figura 2. Secado, contraste entre participantes del modelo ECEA y PIIEX localidades El Aguacate y El Aguacate II, Aquismón.

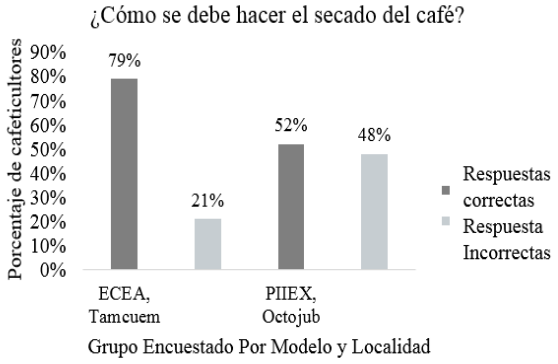
Tamcuem Aquismón Vs Octojub, Aquismón

Entre la comparación de 33 participantes de ECEA y 23 participantes de PIIEX, se acepta H1 mostrando ventaja formativa en conocimiento sobre lavado y secado del café los participantes de ECEA (Figuras 3. y 4.).



Valor crítico de Chi cuadrada= 3.84
Valor de Chi cuadrada estimado=7.62

Figura 3. Lavado, contraste entre participantes de ECEA y PIIEX, localidades Tamcuem y Octojub, Aquismón.

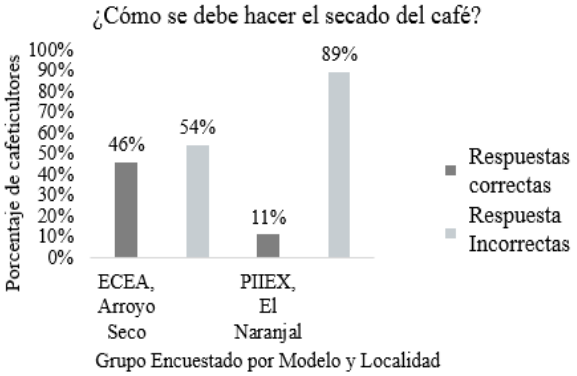


Valor crítico de Chi cuadrada= 3.84
Valor de Chi cuadrada estimado= 4.40

Figura 4. Secado, contraste entre participantes de ECEA y PIIEX, localidades Tamcuem y Octojub, Aquismón.

Arroyo Seco, Xilitla Vs El Naranjal, Xilitla

La comparación estadística entre los 19 participantes directos de ECEA de la localidad “Arroyo Seco” y 15 participantes de PIIEX en la localidad “El Naranjal”, mostró constancia en el mayor conocimiento sobre la técnica de innovación en el secado de café por los participantes de ECEA, aceptándose H1 (Figura 6).



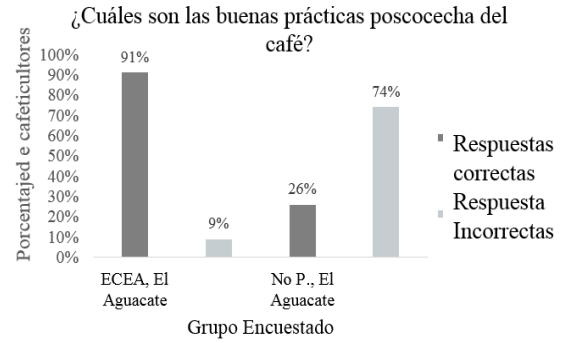
Valor crítico de Chi cuadrada= 3.84
Valor de Chi cuadrada estimado= 4.43

Figura 6. Secado, contraste entre participantes de ECEA y PIIEX, localidades Arroyo Seco y El Naranjal, Xilitla.

Participantes de ECEA Vs Cafeticultores no Participantes dentro de la misma Localidad.

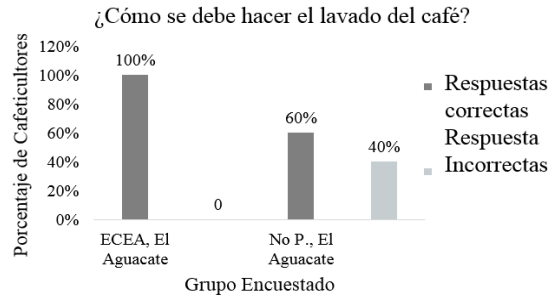
El Aguacate, Aquismón

La comparación estadística entre los 11 participantes de ECEA y 15 productores de café no participantes en dicho modelo dentro de la misma comunidad, aceptó H1 mostrando ventajas formativas del modelo ECEA en cuanto a conocimientos sobre buenas prácticas poscosecha (Figura 7.), como se debe hacer el lavado (Figura 8.) y secado de café (Figura 9.), siendo los participantes de ECEA mayormente acertivos.



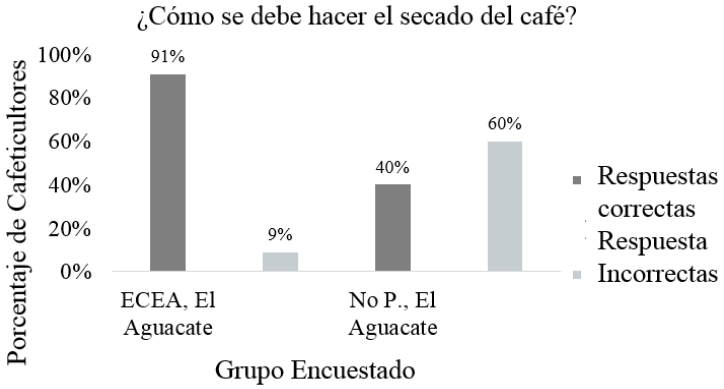
Valor crítico de Chi cuadrada= 3.84
Valor de Chi cuadrada estimado= 10.53

Figura 7. Poscosecha, contraste entre participantes de ECEA y productores no participantes, localidad El Aguacate, Aquismón.



Valor crítico de Chi cuadrada= 3.84
Valor de Chi cuadrada estimado= 5.72

Figura 8. Lavado, participantes de ECEA y productores no participantes, localidad El Aguacate, Aquismón.



Valor crítico de Chi cuadrada= 3.84
Valor de Chi cuadrada estimado= 6.94

Figura 9. Secado, contraste entre participantes de ECEA y productores no participantes, localidad El Aguacate, Aquismón.

Tamcuem, Aquismón

La comparación estadística entre los 33 participantes directos de ECEA y 33 cafeticultores no participantes del modelo en la misma comunidad, aceptó H1 mostrando ventajas formativas del modelo ECEA en cuanto a los conocimientos impartidos de manera práctica, principalmente secado, prácticas poscosecha y en menor grado sobre las prácticas de fermentación del café, como se muestra en las figuras 10., 11., y 12.

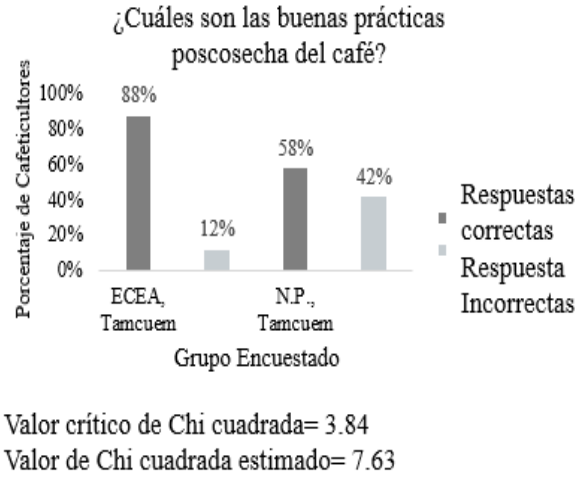


Figura 10. Poscosecha, contraste entre participantes de ECEA y productores no participantes, localidad Tamcuem, Aquismón.

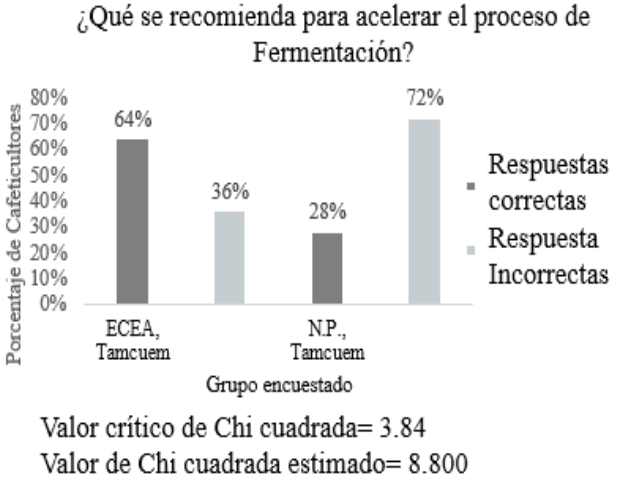


Figura 11. Fermentación, contraste entre participantes de ECEA y productores no participantes, localidad Tamcuem, Aquismón.

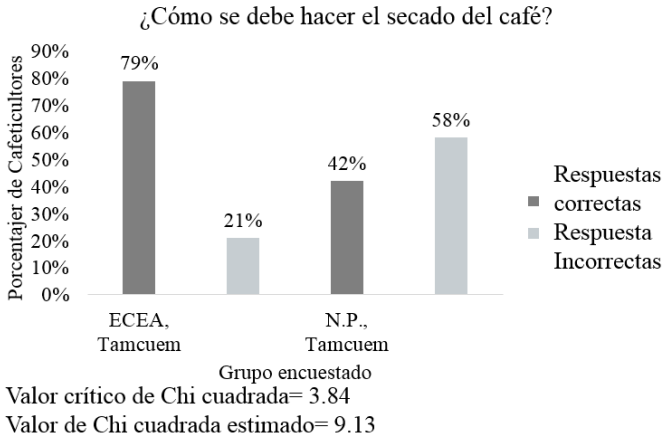


Figura 12. Secado, contraste entre participantes de ECEA y productores no participantes, localidad Tamcuem, Aquismón.

Arroyo Seco, Xilitla

Entre la comparación de los 19 participantes de ECEA en la comunidad “Arroyo Seco”, Xilitla contra 29 productores no participantes dentro de la misma comunidad se acepta H0 en todas las preguntas que evaluaron el conocimiento sobre buenas prácticas de cosecha y poscosecha de café, es decir, el modelo de ECEA no muestra ventaja sobre los cafeticultores no participantes en el modelo.

Participantes de PIIEX Vs Cafeticultores No Participantes en La Misma Localidad

El Aguacate barrio II, Aquismón, Octojub, Aquismón y El Naranjal, Xilitla

Para la comparación de los 11 participantes directos de PIIEX (mismos que se compararon con los participantes de ECEA) y 15 productores no participantes en modelos de capacitación agrícola, en la localidad El Aguacate barrio II, se acepta H0 en todas las preguntas referentes a buenas prácticas de cosecha y poscosecha de café, no habiendo ventaja por parte de los participantes directos de PIIEX.

Entre el análisis estadístico de los 23 participantes directos de PIIEX y 35 productores no participantes en modelos de capacitación agrícola, en la localidad de Octojub, Aquismón, así como entre los 15 participantes directos de PIIEX y los 15 productores no participantes en la localidad de El Naranjal, Xilitla, se acepta H1 para las preguntas referentes a prácticas poscosecha, cómo se acelera el proceso de fermentación cuando el tiempo es frío y cómo se debe hacer el secado del café.

Discusión

Se reconoció que los cafeticultores tenían conocimientos previos a su participación en el modelo ECEA sobre la producción de café, a su vez los cafeticultores no participantes en modelos de capacitación mantienen un nivel de conocimientos referentes a la cosecha, porcentaje de cereza cosechada y almacenamiento. En cuanto a los cafeticultores participantes de ECEA se identificó que los conocimientos divulgados entre ellos fueron reforzados y complementados, adquirieron conocimientos innovadores como el secado en zaranda, las adecuadas practicas poscosecha y lavado del grano del café despulpado, mismas en las que los participantes de ECEA sobresalieron en el contraste con participantes de PIIEX y cafeticultores no participantes.

En el caso de la práctica de secado es una ventaja sobre la mayoría de los cafeticultores que secan en el suelo de tierra o el piso de cemento, volteando varias veces al día para evitar la acumulación de humedad, esta práctica afecta el sabor del producto en taza al igual que el inadecuado porcentaje de cereza cosechado mezclando grano maduro con grano verde, pintones y otros. Para la apropiación de conocimientos agrícolas replicables el secado en zaranda tuvo mayor impacto en los participantes directos de ECEA en las tres localidades donde se desarrolló el modelo contrastando con los participantes directos de PIIEX, lo cual para Alemán (2016) y Nuñez (2004b), se explica gracias a que el campesino reproduce las prácticas dependiendo de la utilidad que ésta tenga para su producción. En ese sentido, se reconoció el papel de ECEA que mantuvo una intervención horizontal en la que el campesino dialogó los conocimientos propios de la experiencia en campo, lo que para Merçon y Sarmiento (2016) genera una retroalimentación del conocimiento entre académicos y campesinos. Con la intervención de ECEA se permitió al participante reflexionar si las prácticas que implementaba para la producción de su café eran funcionales y que tanto pudiera sumar los nuevos conocimientos impartidos en los módulos de ECEA. Al haber una retroalimentación entre los distintos actores durante la intervención se genera una dinámica que permite comprender la realidad de manera más compleja incidiendo en ella directa y efectivamente (Mercón y Sarmiento, 2016).

Según Barrera y Jarquin (2002), es sabido que los problemas de pobreza del campo mexicano no se resuelven con modelos participativos e inclusivos con el campesino, pero por medio de su

participación pueden orientar a los investigadores acerca de sus necesidades y problemas, reconociendo los conocimientos e inventiva de los productores, fortaleciendo sus capacidades para aprender, experimentar, adaptar e innovar. De ahí que una metodología participativa como las Escuelas de campo y Experimentación para Agricultores funja como herramienta para enfrentar problemas de producción.

La unión del conocimiento académico y el conocimiento campesino puede generar predicciones que ayuden a manejar el entorno interpretándolo mediante la co-creación de conocimiento valido y aplicable que se retroalimenta en mutuo beneficio, como indica Alemán (2015). Por su parte el modelo PIIEX fue poco funcional como herramienta para la reapropiación de conocimientos y su unión con estrategias externas a la localidad, para mejorar los rendimientos y la calidad de su producción. Esa problemática se reproduce alrededor del país, en diferentes contextos sociales y productivos, de ahí que nacen metodologías incluyentes con el campesino, reaccionando al fracaso de los programas gubernamentales dirigidos al desarrollo del campo (Barrera y Jarquin, 2002).

Conclusiones

La metodología de Escuelas de Campo y Experimentación para Agricultores mostró ventajas formativas referentes a la intervención práctica del modelo en las tres comunidades donde se desarrolló, contrastándose con PIIEX.

Los participantes de ECEA evidenciaron mayor conocimiento sobre prácticas de secado, prácticas de poscosecha y cómo usar una despulpadora calibrada correctamente, despulpar granos maduros, evitar el despulpado de granos revueltos.

Los cafeticultores en general mostraron conocimientos sobre prácticas de cosecha y porcentaje de cereza cosechada adquiridos de manera comunitaria, sin la intervención de modelos de capacitación.

La metodología ECEA mostró ventaja al fungir como herramienta metodológica participativa que integra a los campesinos en los procesos de innovación durante los módulos teóricos-prácticos.

Bibliografía

Aguerrondo, I. (2009). Conocimiento complejo y competencias educativas. Working Papers on Curriculum Issues Nº 8. [base de datos online], Geneva, Switzerland IBE/UNESCO.

Alemán, S. T. (2015), Conocimiento campesino… ¿Ciencia para qué?, Ciencia y Tecnología Social [online], Vol. 2., n.1, 34-60 p.

Alemán, S.T., 2016, Cocreación de conocimientos, LEISA revista de Agroecología, Marzo 2016, Volúmen 32, número 1. 5-7 p.

Barrera J.F. C. Junghans & R. Jarquín. 1999a. Programa Piloto de Escuelas de Campo para Agricultores: Una propuesta para México. En: Memorias del XXII Congreso Nacional de Control Biológico. Rodríguez, L E. y Escobar A. J. (Editores.). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.

Becerra, E. S., Hernández, R. M. (2009), La cafeticultura en el estado de san Luis Potosí y su impacto socioeconómico a nivel regional, (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP, San Luis Potosí, S.L.P. México. 109 p.

Barrera, F. J., Jarquin, G. R. (2002), Huaraches y botas, la participación campesina en la investigación, Tres Plagas del café en Chiapas, Colegio de la Frontera Sur,[Online] 11-14 p.

González, O. V., (2001), Estrategias de enseñanza y aprendizaje (Editorial Pax México, Librería Carlos Cesarman, S.A.).

Jarquin, G. R. (2003ª). Las ECEA's: Base para la implementación de proyectos de desarrollo autogestionarios en zonas cafetaleras. Revista de Agroecología LEISA. [online] Lima, Perú. 19(1): 7 p.

Jarquin, G. R. (2010). Las escuelas de campo y experimentación para agricultores en México. LEISA revista de agroecología [online] 26 (4), 30-33 p.

Mata-García B. 2013. Escuelas Campesinas: 10 Años en movimiento, PISDEC-CIISMER, Chapingo, México. 269 p.

Núñez R. J. (2004b). Los saberes campesinos: Implicaciones para una educación rural. Investigación y Postgrado [online] v.19 n.2 Caracas. 13-66 p.

Pérez-Grovas. V. (2002). La producción y comercialización de Café en México. ¿Opción Viable para los pequeños Productores?.

Pineda, E. B., de Alvarado E. L., de Canales F. H., (1994), Metodología de la investigación, Manual para el desarrollo de personal de salud, (2da. Edición, Organización Panamericana de Salud) [online], 232 p.

Plan De Innovación De La Cafeticultura En El Estado De San Luis Potosi, 2011, Proyecto Estratégico Fomento Productivo 2010 Estrategia De Innovación Hacia La Competitividad En La Cafeticultura Mexicana.

SAGARPA [online], 2014, Proyectos Integrales de Innovación y Extensión (PIIEX), Cobertura Nacional y Estatales, 2014, http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/DesCap/Paginas/PIIEX_2014.aspx

SAGARPA [online] 2015, Convención Internacional del Café, México. https://www.gob.mx/siap/articulos/convencion-internacional-del-cafe-mexico-2015?idiom=es

SAGARPA [online], 2015, PROCAFE e Impulso Productivo al Café, http://www.sagarpa.gob.mx/programassagarpa/2014/fomento_agricultura/procafe/paginas/descripci%c3%b3n.aspx

SIAP [online], 2016, ESTADO San Luis Potosí, Ciclo: Cíclicos y Perennes 2015, Modalidad: Riego + Temporal, Café cereza, http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/.

Wenger, E. 2001. Comunidades de práctica: aprendizaje, significado e identidad. Cognición y desarrollo Humano Paidós. Barcelona: Paidós. 352 p.

USO DE LA TECNOLOGÍA LED COMO UNA ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN EN INTERIORES

Pacheco Ayala Julio Guadalupe[1]
Flores Naveda Antonio[1]
Bojorquez Delgado Jesús[1]
Bojórquez Delgado Gilberto[1]
Gálvez Rodríguez Andrés[1]
Rojas Orozco Marco Antonio de Jesús[1]

RESUMEN

El presente trabajo de investigación evaluó el comportamiento fenológico de la planta de sorgo (*sorghum bicolor*) bajo luz artificial y natural, el estudio se realizó en el Instituto Tecnológico Superior de Guasave donde se utilizaron dos charolas con 24 plantas en cada una, la altura y grados brix en la planta fueron el objeto de estudio del experimento, el sustrato fue esterilizado por el método de solarización para evitar problemas patógenos. La altura de la planta fue significativamente mayor en exterior debido a una mayor acumulación de horas calor, se utilizó un dispositivo para medir la temperatura del suelo y aire, humedad y conductividad electrica del suelo, para la medición de los grados brix se utilizó un refractómetro convencional y no se presentaron diferencias significativas en los resultados obtenidos, por lo que la tecnología podría ser una alternativa real para combatir la crisis alimentaria a través del fomento de los huertos familiares.

PALABRAS CLAVE: Agricultura, Led, Fertilización, Invernadero, Interior

INTRODUCCIÓN

La agricultura utiliza a nivel mundial 18 millones de hectáreas de cultivo (FAO, 2015). Según la UNFPA en el año 2050 la población mundial podría alcanzar hasta 9000 millones de habitantes, es decir, 2000 millones más de lo que se tiene en este momento. Uno de los principales retos de la agricultura es la producción de alimentos, garantizar la seguridad alimentaria, llevar mejoras a pequeños productores, mejorar las condiciones medioambientales y adaptarse a los efectos del cambio climático, siendo además una limitante no poder ampliar lo suficiente las zonas cultivables en el año 2050, según la FAO, una de las estrategias para combatir el hambre es el fomento de los huertos familiares. El potencial de la producción se ve afectado por el acceso a las tecnologías y a las condiciones medioambientales, una de las tecnologías emergentes que se viene utilizando es el uso del uso de los leds, el uso de luz artificial en los invernaderos, los invernaderos son lugares cerrados, estáticos y accesibles a pie, que se destina a la horticultura, dotado habitualmente de una cubierta exterior translúcida de vidrio o plástico, que permite el control de la temperatura, la humedad y otros factores ambientales para favorecer el desarrollo de las plantas **(Invernadero, s.f.)**.

La tecnología led está siendo una práctica infaltable y en constante evolución en cuanto a la búsqueda de aquellos tipos de luz más efectivos en lograr mejoras en la especie que se está cultivando (Patricio 2015), dicha tecnología ha demostrado científicamente ser una herramienta fundamental en el suministro a las plantas con los elementos esenciales y el mejoramiento del proceso de la fotosíntesis.

La agricultura protegida en México ocupa una superficie mayor a 20,000 hectáreas; de acuerdo con la SAGARPA 12 mil hectáreas son destinadas para la construcción de invernaderos y los 8 mil restantes corresponden la instalación de malla de sombra, acolchados y macro túneles. **(Hidroponia, 2014)**.

El municipio de Guasave, Sinaloa es considerado como una zona de alta producción agrícola de México por su gran variedad de microclimas es compatible con una gran diversidad de cultivos. Guasave es una ciudad del estado mexicano de Sinaloa; es la cuarta en orden de importancia en el estado y cabecera del municipio del mismo nombre. Está situada en la llanura costera del Pacífico, a la entrada del golfo de California y en el corazón de una rica región agrícola, es considerada el "Corazón Agrícola de México". Fue fundada hace más de 400 años y es considerada como la frontera norte de Mesoamérica, el cruce entre Mesoamérica y Aridoamérica. **(Geografía, Principales resultados por localidad, 2010)**. El desarrollo y el avance del municipio de Guasave se refleja principalmente en el sector primario, principalmente la agricultura, donde se cuenta con productores con alta tecnología y hasta aquellos de subsistencia.

Se destaca en el octavo lugar territorial con una superficie de 3 mil 464 kilómetros cuadrados respecto a los demás municipios del Estado. La agricultura ocupa un 70% de la superficie municipal, cuenta con más de 346 mil 441 hectáreas, de las cuales 181 mil 542 son de riego, 27 mil 691 pecuarias, 12 mil 570 forestales y 124 mil 638 para otros usos. Guasave dispone de 758 mil 860 toneladas, gracias a su capacidad de almacenamiento de granos, cereales y oleaginosas se sitúa en tercer lugar a nivel estatal. **(Geografía, Encuesta intercensal , 2016)**.

El estado de Sinaloa cuenta con 4,744 hectáreas de agricultura protegida, de las cuales de invernaderos son 1186, mientras que el municipio de Guasave cuenta con 165 hectáreas, siendo 41 invernaderos distribuidos en el estado y municipio respectivamente.

La fenología de cultivo es importante, la fenología es la ciencia que estudia la relación entre los factores climáticos y los ciclos de los seres vivos. **(Fenología, s.f.)** En el caso de los invernaderos con tecnología led, aún falta mucha investigación en cuanto a poder conocer el desarrollo fenológico de los cultivos bajo dichas técnicas.

El sorgo o zahína es una hierba perteneciente a la familia de las gramíneas, cuyos frutos son utilizados para hacer harina y como forraje. Es un cultivo alimenticio importante en África, América Central, y Asia Meridional y es la quinta cosecha de cereal mundial, en cuanto a su producción siendo el productor más grande Estados Unidos. **(Sorghum bicolor, s.f.)** El Dr. Antonio Flores Naveda proporciono la semilla de sorgo (línea v2) con el objetivo de conocer su comportamiento fenológico a través del uso de la tecnología led, variando la longitud de onda que recibe la planta, las variables a medir es altura de la planta hasta la etapa V4 y concentración de los grados brix, la escala brix es utilizada en el sector de alimentos para medir la cantidad aproximada de azúcares en zumos de fruta, vino o bebidas suaves, y en la industria azucarera. En diversos países utilizan las tres escalas, en industrias varias. En el Reino Unido, en la elaboración de cerveza, esta escala se aplica mediante el valor de la densidad multiplicado por 1.000 (grados europeos de la escala Plato). En las industrias de los EE.UU. se utiliza una mezcla de valores de gravedad específica de los grados brix, Baumé y de la escala Plato, **(Grado Brix, s.f.)** por lo que es de gran importancia para el sector agroalimentario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Configuración experimental

Los ensayos se realizaron en interior y en exterior, por lo que se sometieron en 2 charolas: charola (B) y (A) con 24 plantas en temperatura constante de 27.7 grados centigrados y temperatura exterior, respectivamente, la temperatura en el exterior fue variable, desde 18 y 41 grados centígrados. La semilla de sorgo utilizada pertenece a la línea v2, proporcionada por el Dr. Antonio Flores Naveda. El experimento fue diseñado como bloques completamente al azar (2 tratamientos), se distribuyeron en charolas A y B, siendo 24 repeticiones en cada charola.

Características del diseño experimental

La fecha de siembra fue el 1 de mayo del 2017 en la región de Guasave con una superficie de siembra de ½ metro cuadrado, el sustrato utilizado fue esterilizado con la finalidad de descartar problemas de microorganismos patógenos que pudieran interferir con el desarrollo fenológico de la planta. La gestión de riego se mantuvo al 24% de humedad, según los datos proporcionados por el sensor Parrot Flower.

Control de plagas y enfermedades

Se siguió la recomendación del fabricante, para el control de plagas se utilizó tierra diatomea a manera de prevención.

Preparación de siembra

Después de la esterilización del sustrato, se procedió a preparar la cama en las charolas (figura 1).



Figura 1. Charola A y B

Una vez realizada la siembra, se instaló el sensor Parrot Flower, y proporciono la siguiente información:

Charola A

Temperatura (aire)	*Temperatura de suelo*	*Intensidad de luz*	*Humedad %*	*Conductividad electrica*
31.3° C	27.7° C	2.1	28%	1.13 ms

Charola B

Temperatura (aire)	*Temperatura de suelo*	*Intensidad de luz*	*Humedad %*	*Conductividad electrica*
37.2° C	33.2° C	-	26%	1.29 ms

Control de longitud de onda

Durante la fase de crecimiento se utilizó la longitud de onda azul y para germinación la combinación de todas las luces disponibles del panel led (figura 2)

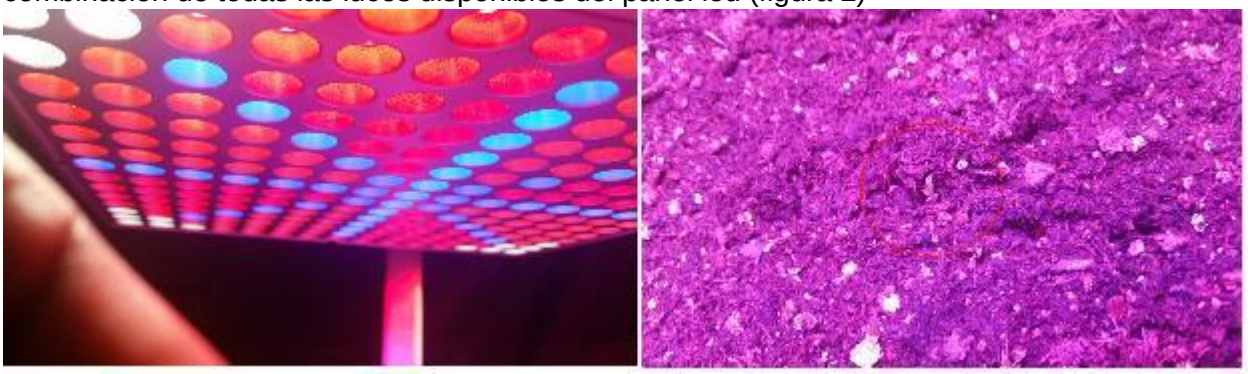


Figura 2. Emisión de luz del panel LED (Izquierda), punta de crecimiento de sorgo (derecha)

Recolección de datos

La evaluación de las distintas variables fenológicas como la altura y grados Brix se llevó a cabo 30 días posteriores a la siembra, de las 24 plantas se tomó una muestra de 10 plantas de cada charola (figura 3)



Figura 3. Recolección datos charola A y B.

La siguiente tabla muestra la relación de los datos recolectados.

Charola	*Altura*	*Grados Brix*	*Días*
A	33	4	30
A	33.2	3.2	30
A	32.9	3.5	30
A	33.7	3.1	30
A	33.4	2.6	30
A	32.6	2.8	30
A	34	2.9	30
A	33.5	3.3	30
A	33.9	2.1	30
A	32.9	2.5	30
B	2.02	7	30
B	1.88	8.2	30
B	1.91	8.1	30
B	1.77	9.1	30
B	1.99	7.6	30
B	2.12	7	30
B	2.05	7.7	30
B	2.06	7.6	30
B	1.96	9.1	30
B	2.27	8.2	30

Resultados recolectados de charolas A y B

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de la altura

Análisis de varianza

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A:LED / Exterior	235.298	1	235.298	572.81	0.0000
RESIDUOS	7.394	18	0.410778		
TOTAL (CORREGIDO)	242.692	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Como se puede apreciar en la tabla, el valor P es menor a 0.05, por lo que existe en un factor una diferencia estadísticamente significativa en la altura de la planta con un 95% de nivel de confianza.

Tabla de medias de la altura

Análisis de la media

Esta tabla muestra la media de la altura para cada uno de los niveles de los factores. También muestra los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95.0% para cada una de las medias. La media global es de 29.88cm de altura de las plantas tanto en

la charola A como en la charola B, mientras que el límite superior para la charola A es de 33.7358cm y B de 26.8758.

			Error	***Límite***	***Límite***
Nivel	*Casos*	*Media*	*Est.*	*Inferior*	*Superior*
MEDIA GLOBAL	20	29.88			
LED / Exterior					
CHAROLA A-E	10	33.31	0.202677	32.8842	33.7358
CHAROLA B-I	10	26.45	0.202677	26.0242	26.8758

Prueba múltiple de rangos

Gráfico de medias
La siguiente tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. Se ha colocado un asterisco junto a 1 par, indicando que este par muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

La diferencia entre la altura de cada charola es de 6.86cm (figura 3), por lo que la planta tuvo mayor altura en la charola que estuvo en el exterior, posiblemente por haber sido expuesta a una mayor temperatura.

Método: 95.0 porcentaje LSD

LED / Exterior	***Casos***	***Media LS***	***Sigma LS***	***Grupos Homogéneos***
CHAROLA B-I	10	26.45	0.202677	X
CHAROLA A-E	10	33.31	0.202677	X

Contraste	***Sig.***	***Diferencia***	***+/- Límites***
CHAROLA A-E - CHAROLA B-I	*	6.86	0.602184

* indica una diferencia significativa.

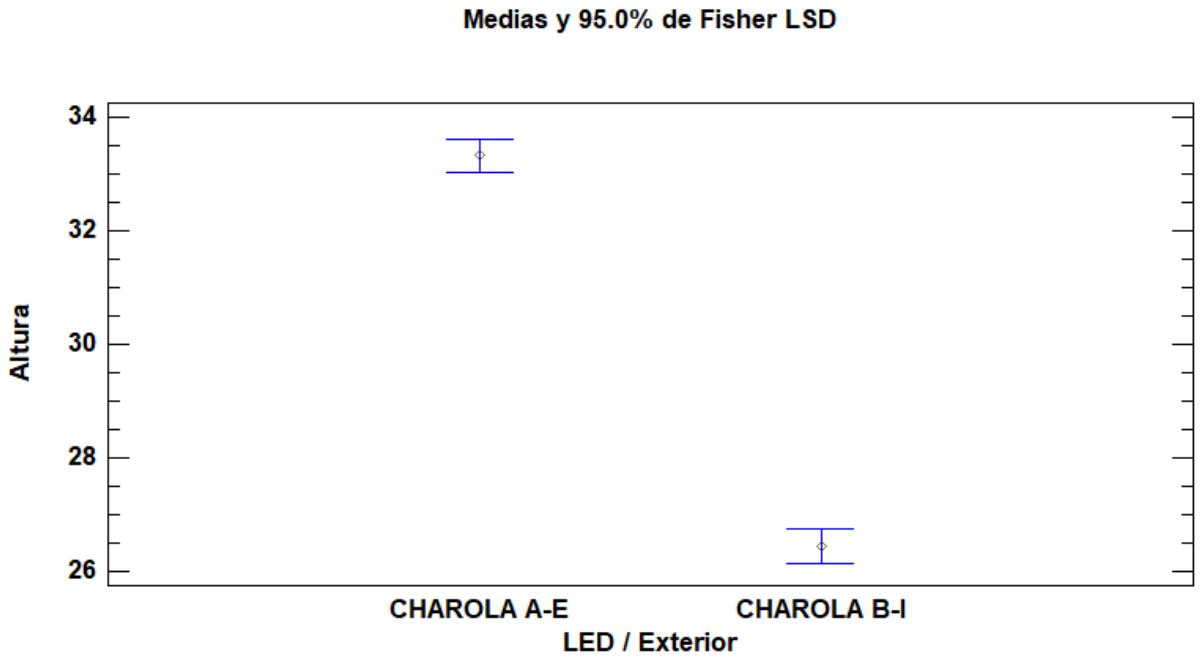


Figura 3. La charola B con tecnología led tuvo un crecimiento menor comparada con la Charola A del exterior.

Grados Brix

Análisis de Varianza para Grados Brix - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Zona	0.0605	1	0.0605	0.15	0.7059
RESIDUOS	7.409	18	0.411611		
TOTAL (CORREGIDO)	7.4695	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Según el análisis de varianza, no existe una diferencia significativa entre cada uno los factores.

Prueba múltiple de rangos

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo

del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Método: 95.0 porcentaje LSD

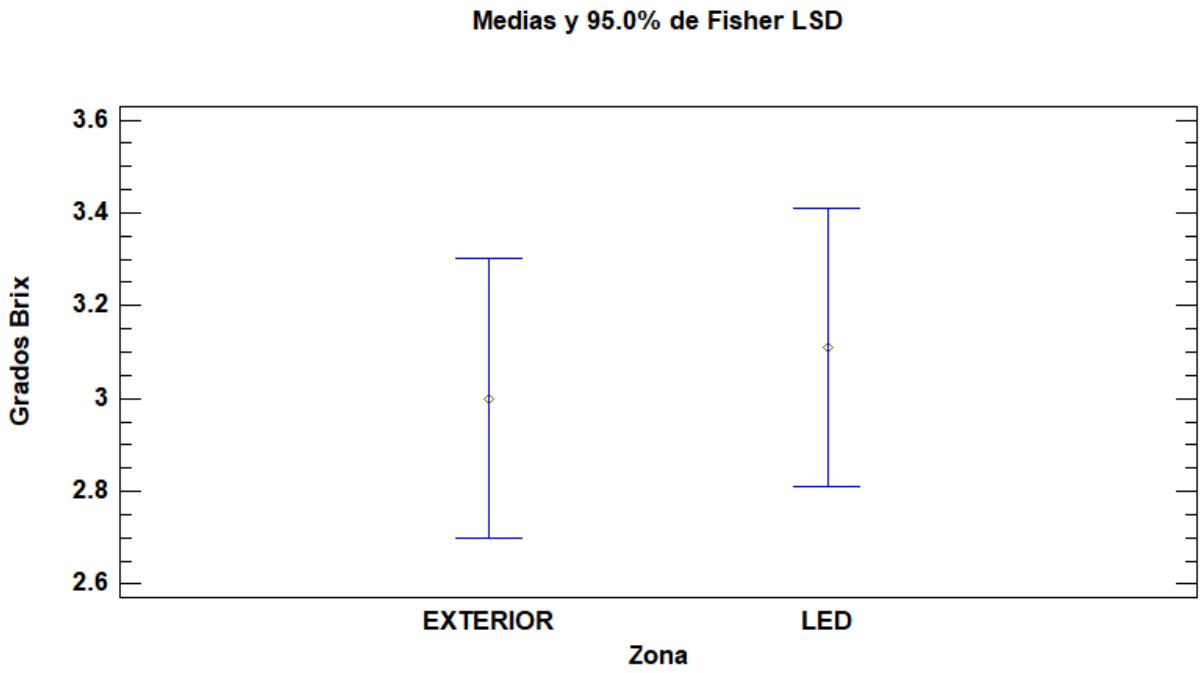
Zona	*Casos*	*Media LS*	*Sigma LS*	*Grupos Homogéneos*
EXTERIOR	10	3.0	0.202882	X
LED	10	3.11	0.202882	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
EXTERIOR - LED		-0.11	0.602795

* indica una diferencia significativa.

Gráfico de medias

En la siguiente tabla se observa que las líneas se traslapan, por lo que no existe una diferencia significativa entre los factores.



La investigación se realizó con la finalidad de conocer la fenología del cultivo de sorgo bajo los efectos de luz artificial comparado con el exterior, según datos recopilados no existe una diferencia significativa en los grados brix entre cada uno de los tratamientos, sin embargo, en la altura si existe una diferencia, principalmente por el aumento de la temperatura en exterior, como observamos, la temperatura es un elemento esencial en el cultivo y desarrollo de las plantas. Junto con los niveles de luz, dióxido de carbono, humedad del aire, agua y nutrientes, la temperatura influye en el crecimiento de la planta y la productividad de las cosechas. Todos estos

factores deberían estar equilibrados, la temperatura afecta a la planta tanto a corto como a largo plazo.(Research, 2017)

CONCLUSIONES

Los resultados preliminares demuestran que la tecnología led es una herramienta fundamental en el suministro a las plantas con los elementos esenciales y el mejoramiento del proceso de la fotosíntesis, la tecnología es capaz de producir vegetales saludables, libres de pesticidas para la población y la conservación de los recursos sin largas distancias haciéndolo más eficiente.
La tecnología led para interiores puede combatir la crisis alimentaria que podría presentarse al año 2050, lo que permitirá mitigar los efectos del cambio climático del exterior.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico Superior de Guasave por haber proporcionado el hardware necesario para poder llevar a cabo la investigación, al Dr. Antonio Flores Naveda por haber proporcionado la semilla y otros insumos necesarios importantes.

LITERATURA CITADA

CSIC. (s.f.). Sistema de información sobre las plantas de España. Madrid, España: Real Jardín Botánico.

Geografía, I. N. (2010). Principales resultados por localidad.

Geografía, I. N. (2016). Encuesta intercensal

Hidroponia. (2014). Hidroponia MX. Obtenido de Hidroponia MX: http://hidroponia.mx/agricultura-protegida-en-mexico/

Lu, C., & Dana B. Barr, M. A. (2008). Dietary Intake and Its Contribution to Longitudinal Organophosphorus Pesticide Exposure in Urban/Suburban Children.

ontsova, K., Lee, Y., Slater, B., & Bigham, J. (2005). Gypsum for Agricultural Use in Ohio—Sources and Quality of Available Products. The Ohio State University.

Research, C. (2017). Canna. Obtenido de Canna: http://www.canna.es/influencia_temperatura_ambiental_en_las_plantas

EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE *TRIALEURODES VAPORARIORUM* EN EL CULTIVO DE PAPA MEDIANTE TÉCNICAS DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN

Pacheco Ayala Julio Guadalupe[1]
Bojórquez Delgado Gilberto[1]
Epolito Ceballos Andrade[2]
Antonio Rábago Alcalá[2]
Flores Naveda Antonio[1]
Bojorquez Delgado Jesús[1]
Gálvez Rodríguez Andrés[1]

RESUMEN

La mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* invadió fuertemente las zonas agrícolas de México en la década de los noventa, provocando pérdidas desde un 40% hasta un 100% en los cultivos, el presente experimento evaluó la relación entre el contenido de nitrógeno en la planta con el nivel de incidencia de la mosquita blanca. El instrumento utilizado para la evaluación fue un sensor de BGNIR que es una versión equivalente y modificada de NDVI, siendo un indicador de vegetación verde viva utilizado para todas las etapas de crecimiento, el sensor captura la luz que las plantas reflejan en cuatro bandas diferentes: verde, rojo e infrarrojo cercano así como las bandas invisibles al ojo humano; para poder interpretar los datos, se utilizó un algoritmo que permite calcular la cantidad de nitrógeno en la planta (ENDVI), los resultados indican mayor concentración de *Trialeurodes vaporariorum* en las zonas con mayor contenido de nitrógeno, por lo que la fertilización nitrogenada impacta en una mayor proliferación de la plaga y el rendimiento en el cultivo de papa.

PALABRAS CLAVE: Agricultura, fertilización, papa, NDVI

INTRODUCCIÓN

La papa o patata (*Solanum tuberosum*) es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas originaria de Sudamérica y cultivada por todo el mundo por sus tubérculos comestibles. Fue domesticada en el altiplano andino por sus habitantes hace unos 8000 años, y más tarde fue llevada a Europa por los conquistadores españoles como una curiosidad botánica más que como una planta alimenticia. Su consumo fue creciendo y su cultivo se expandió a todo el mundo hasta convertirse hoy día en uno de los principales alimentos para el ser humano. (Hawkes, 1990).

Según la FAO después del trigo, maíz y arroz, el cultivo de papa tiene una gran importancia para la alimentación mundial (FAO, 2012). China es el que destina la mayor superficie para la producción de papa con 56,472 km^2/año mientras que México ocupa el lugar número 44 del ranking mundial con 614.1 km^2/año con una producción de 1.679 millones de toneladas métricas por año ubicando al país en el lugar número 35 de producción a nivel mundial, los estados de Sinaloa y Sonora son los principales productores de este cultivo llegando a establecerse en Sinaloa 14 000 ha-1 anualmente, los mexicanos consumen 1.818 millones de toneladas métricas anuales de papa. (22 por ciento de la superficie nacional) (SIAP-SAGARPA, 2010).

El municipio de Guasave, Sinaloa es considerado como una zona de alta producción agrícola de México por su gran variedad de microclimas es compatible con una gran diversidad de cultivos. Guasave es una ciudad del estado mexicano de Sinaloa; es la cuarta en orden de importancia en el estado y cabecera del municipio del mismo nombre. Está situada en la llanura costera del

Pacífico, a la entrada del golfo de California y en el corazón de una rica región agrícola, es considerada el "Corazón Agrícola de México". Fue fundada hace más de 400 años y es considerada como la frontera norte de Mesoamérica, el cruce entre Mesoamérica y Aridoamérica. (Geografía, Principales resultados por localidad, 2010). El desarrollo y el avance del municipio de Guasave se refleja principalmente en el sector primario, principalmente la agricultura, donde se cuenta con productores con alta tecnología y hasta aquellos de subsistencia.

Se destaca en el octavo lugar territorial con una superficie de 3 mil 464 kilómetros cuadrados respecto a los demás municipios del Estado. La agricultura ocupa un 70% de la superficie municipal, cuenta con más de 346 mil 441 hectáreas, de las cuales 181 mil 542 son de riego, 27 mil 691 pecuarias, 12 mil 570 forestales y 124 mil 638 para otros usos. Guasave dispone de 758 mil 860 toneladas, gracias a su capacidad de almacenamiento de granos, cereales y oleaginosas se sitúa en tercer lugar a nivel estatal **(Geografía, Encuesta intercensal , 2016)**.

A raíz de los efectos del cambio climático, en el municipio de Guasave se presentan dificultades en el control de plagas y enfermedades, la mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* es plaga recurrente en las etapas tempranas de crecimiento del cultivo de papa, siendo vector con una gran capacidad de transmisión de enfermedades, todos los estadíos de este insecto excepto los de huevo causan daños en los cultivos por acción directa de su alimentación ya que insertan su estilete en los vasos conductores de savia y la extraen. Un subproducto de su alimentación es melaza que segregan por el ano, esta sustancia azucarada queda depositada en las hojas y sobre ella se pueden desarrollar hongos de coloración negruzca, normalmente conocidos como fumagina y que por tanto impiden que esos trozos de la hoja reciban la luz solar y realicen la fotosíntesis por lo que la planta también se debilita. La tercera y posiblemente la más dañina repercusión sobre el cultivo que puede tener es que los adultos de estos insectos pueden transmitir diversos virus perjudiciales para las plantas. Los cultivos más afectados pueden ser cucurbitáceas, patatas y tomates, papayas, aunque también pueden ser afectadas un amplio rango de otras plantas cultivadas y silvestres, y pueden ser hospedantes de los virus que luego ella puede transmitir (Diar, 2017).

El nitrógeno es un elemento esencial para el correcto funcionamiento de los procesos metabólicos en la planta, los niveles adecuados de nitrógeno son necesarios para la resistencia a las enfermedades. Sin embargo, el exceso de nitrógeno puede promover condiciones favorables para las enfermedades de las plantas, el exceso retrasa la madurez de los tejidos vegetales y por lo tanto aumenta el riesgo de infección por las enfermedades, una relación N:K desequilibrada afecta tanto el rendimiento como la resistencia a las enfermedades (Fertilizer, 2015).

La agricultura de precisión es un término agronómico que define la gestión de parcelas agrícolas sobre la base de la observación, la medida y la actuación frente a la variabilidad inter e intra-cultivo, el presente experimento utilizó el Índice de vegetación de diferencia normalizada, también conocido como NDVI por sus siglas en inglés, es un índice usado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base a la medición, por medio de sensores remotos instalados comúnmente desde una plataforma espacial, de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja (James Verdin, 2003).

La investigación busca obtener la relación que existe entre el contenido de nitrógeno en la planta con el nivel de incidencia de la mosquita blanca, se utilizó el sensor de BGNIR que es una versión modificada del NDVI, dicho sensor es capaz de proporcionar datos que más tarde se procesan por medio de un algoritmo matemático (ENDVI) con el cual se puede estimar la cantidad de nitrógeno en kg/ha en la planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Configuración experimental

Los ensayos se realizaron en la empresa Agricola Rábago con ubicación en carretera internacional México 15 Culiacán-Los Mochis latitud 25°40'58.26"N y longitud 108°40'22.70"O con una densidad de 6 semillas de papa (variedad fianas) por metro lineal.

Los instrumentos que se utilizaron para la recolección de los datos fue un drone phantom 4 con sensor BGNIR, lupa portátil, y tableta para el trazado de ruta; el software que se utilizó para la interpretación de los datos fue el algoritmo (ENDVI) con el cual se puede calcular el nivel de nitrógeno que tiene la planta.

Características del diseño experimental

La fecha de siembra fue el 1 de noviembre del 2016 con una superficie de 2 hectáreas, se realizaron 8 vuelos en un total de 40 días desde emergencia, se utilizaron 10 repeticiones de cada zona; la fertilización nitrogenada (nitrato de amonio $(NH_4)(NO_3)$) fue de 300 kgs/ha (A), 500 kgs/ha (B) y en testigo 400 kgs/ha (C)

Control de plagas y enfermedades

Para el control de la mosquita blanca se utilizó ciantraniliprol siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Recolección de datos

La identificación de la mosquita blanca se utilizó una lupa portátil con soporte para poder fotografías con la cámara del móvil (figura 1), se fotografiaron las hojas de papa que resultaron fuertemente colonizadas por *Trialeurodes vaporariorum.*



Figura 1 Identificación de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Para el conteo de la mosquita blanca en la unidad experimental de la papa se tomó la fotografía y se utilizaron técnicas de visión artificial (OpenCV) para obtener el total de *Trialeurodes vaporariorum* en la hoja de la planta (figura 2).

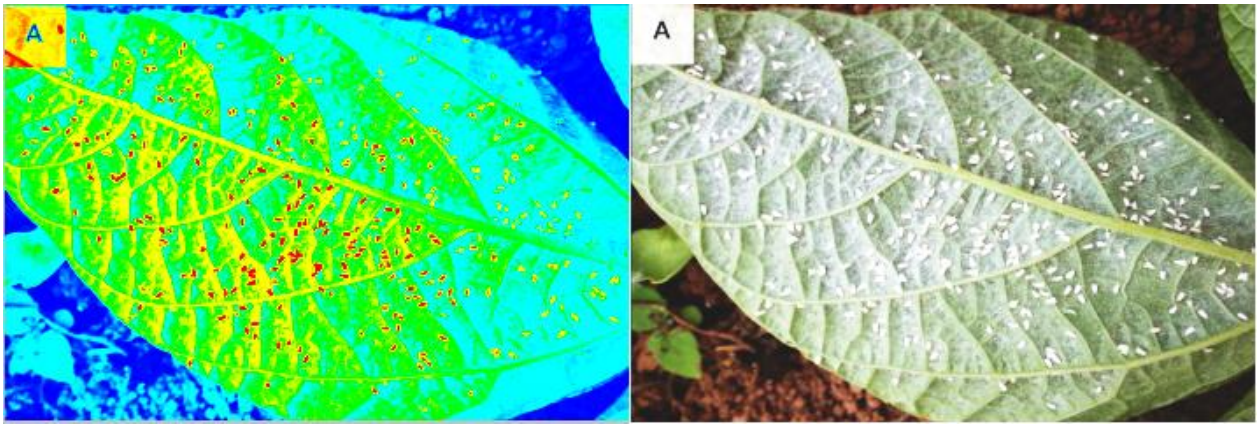


Figura 2. Colonización de *Trialeurodes vaporariorum* en cultivo de papa

La siguiente tabla muestra la relación de los datos recolectados.

Zona	***Fertilización***	***ENDVI kg/ha de N***	***No. de Trialeurodes vaporariorum***
A	300	146	58
A	300	146	63
A	300	146	41
A	300	146	56
A	300	146	63
A	300	146	44
A	300	146	59
A	300	146	68
A	300	146	48
A	300	146	42
B	500	178	71
B	500	178	51
B	500	178	78
B	500	178	88
B	500	178	67
B	500	178	82
B	500	178	77
B	500	178	85
B	500	178	83
B	500	178	92
C	400	159	83
C	400	159	55
C	400	159	40
C	400	159	38
C	400	159	72

C	400	159	68
C	400	159	69
C	400	159	55
C	400	159	59
C	400	159	70

Resultados recolectados de zona de campo A,B y C

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Interpretación de ENDVI

El resultado del nivel medio de nitrógeno en cada una de las zonas fue 146 (A), 178 (B) y 159 kg/ha de N (C) (figura 3).

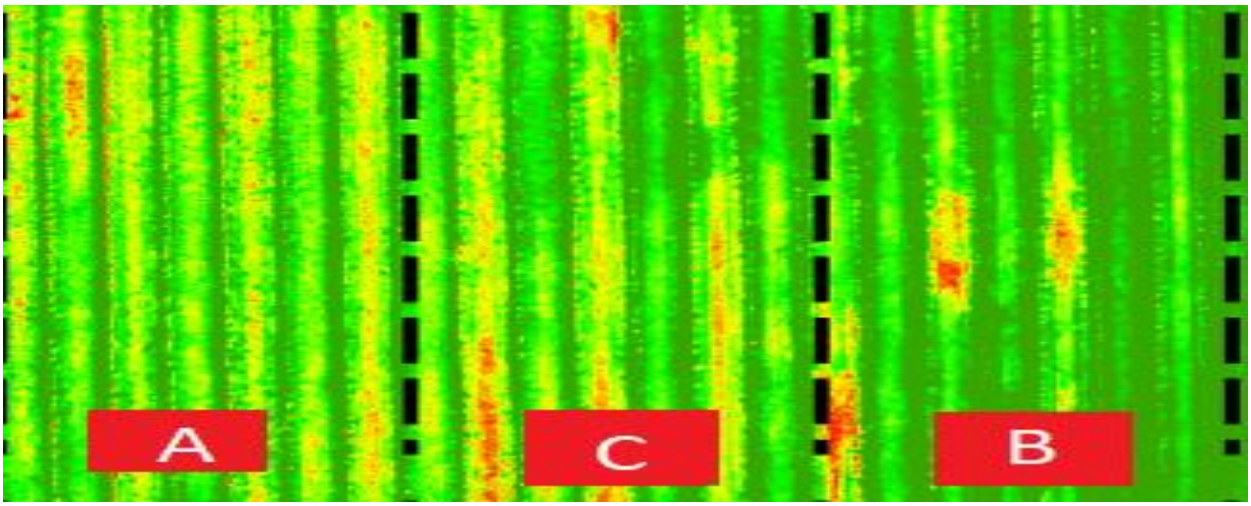


Figura 3. Imagen del algoritmo de ENDVI

Análisis estadístico

Prueba múltiple de rangos de fertilización de base y su relación con incidencia de mosquita blanca en la planta

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias.

El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Método: 95.0 porcentaje LSD

Nitrato de amonio (kg/ha)	*Casos*	*Media LS*	*Sigma LS*	*Grupos Homogéneos*
300	10	54.2	3.83884	X
400	10	60.9	3.83884	X
500	10	77.4	3.83884	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
300 - 400		-6.7	11.1393
300 - 500	*	-23.2	11.1393
400 - 500	*	-16.5	11.1393

* indica una diferencia significativa.

Existe una diferencia significativa entre la fertilización entre 300-500 kgs/ha de N y 400-500 kgs/ha de N (figura 4).

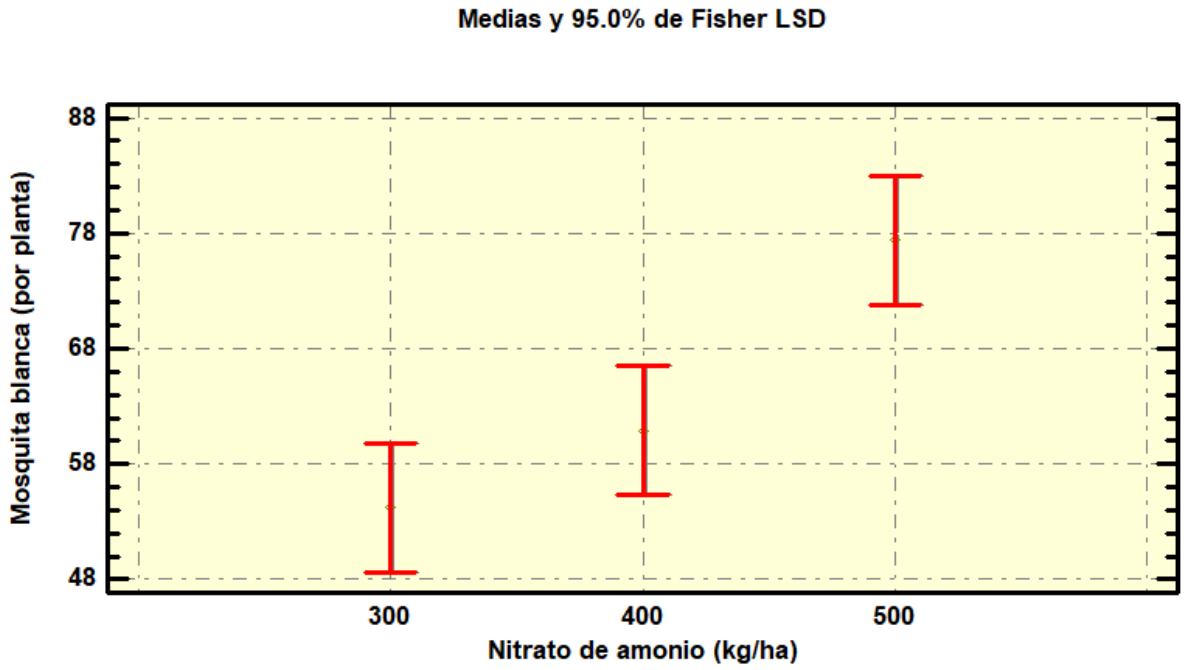


Figura 4. Relación de fertilización con el nivel de incidencia de la mosquita blanca

La siguiente tabla de medias muestra los resultados del algoritmo ENDVI (figura 5), la media del algoritmo fue de: 146 (A), 178 (B) y 159 kgs/ha en (C). por lo que la tendencia corresponde con el nivel de fertilización de fondo que se le aplicó al cultivo en presiembra.

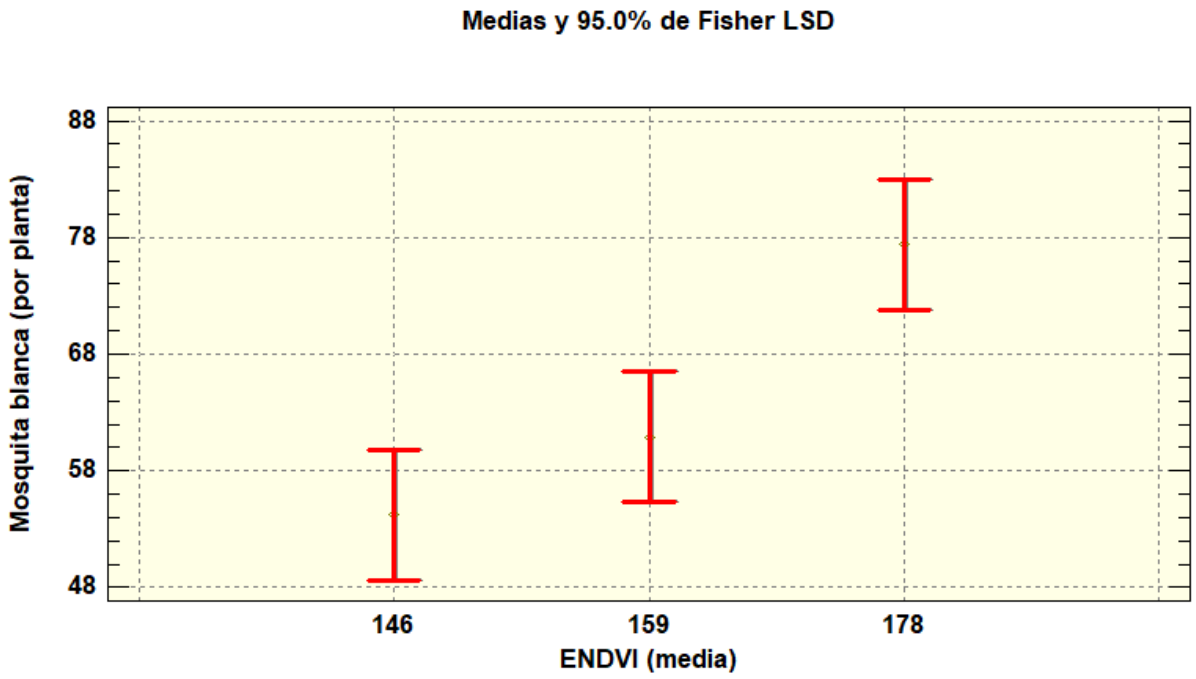


Figura 5. Tabla de medias del algoritmo ENDVI

CONCLUSIONES

Los resultados preliminares demuestran que la concentración nitrogenada en exceso impacta directamente con el nivel de incidencia de mosquita blanca en la planta, lo que hace necesario mantener un equilibrio nutricional para disminuir la transmisión de enfermedades y la proliferación de *Trialeurodes vaporariorum.* La agricultura de precisión es esencial para poder dar certidumbre a los productores de cómo deben de mantener los niveles de N.

AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento a través de la convocatoria “Convocatoria de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica 2017”, Al Instituto Tecnológico Superior de Guasave y a la Agrícola Rábago por las facilidades y apoyo para la realización de esta investigación.

LITERATURA CITADA

Diar, E. (2017). *La polilla de la patata, el caracol del arroz y otras plagas invasoras que han recalado en España.* Madrid, España: eldiari.es.

Fertilizer, S. (2015). *Smart Fertilizer*. Obtenido de Smart Fertilizer: http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/plant-disease-mineral-nutrition

Geografía, I. N. (2010). *Principales resultados por localidad.*

Geografía, I. N. (2016). *Encuesta intercensal.*

James Verdin, D. P. (2003). *Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI).* Centroamerica : USGS/EROS Data Center.

Kurzer, F., & Sanderson, P. M. (1956). *Urea in the History of Organic Chemistry.* Journal of Chemical Education. Recuperado el 12 de 11 de 2016

Ontsova, K., Lee, Y., Slater, B., & Bigham, J. (2005). *Gypsum for Agricultural Use in Ohio—Sources and Quality of Available Products.* The Ohio State University.

EVALUACIÓN DE DOS ROTACIONES DE CULTIVO EN EL RENDIMIENTO DE TRIGO. VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Alma Angélica Ortiz Avalos[91]
Juan Manuel Cortés Jiménez[1]

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en las instalaciones del Campo Experimental Norman E. Borlaug del Centro de Investigación Regional del Noroeste-INIFAP, situado en el B-910 del Valle del Yaqui, Sonora. Se evalúo el efecto de dos rotaciones de cultivo sobre el rendimiento de trigo. Las rotaciones evaluadas fueron trigo después de soya y trigo después de trigo con descanso del terreno en el verano. La variable a evaluar fue el rendimiento de trigo al 12% de humedad. La evaluación se llevó a cabo en el ciclo agrícola otoño-invierno 2016/2017, en un suelo de textura arcillosa. La unidad experimental fue de seis surcos de 18 metros de longitud y la parcela útil de dos surcos por tres metros de largo, equivalentes a 4.8 m^2. El diseño experimental fue de bloques al azar con dos tratamientos y tres repeticiones. Los resultados reportaron un rendimiento de 3.561 ton ha^{-1} para trigo proveniente de la rotación con soya en el verano y de 4.252 ton ha^{-1} para la rotación trigo con descanso del terreno en verano. Para efecto de esta evaluación, se reportó mayor rendimiento en la rotación donde el terreno estuvo en descanso durante el verano; esta rotación reportó 691 kg ha^{-1} más que la rotación con soya.

PALABRAS CLAVE: Rotación de cultivos, descanso del terreno, rendimiento.

INTRODUCCIÓN

La SAGARPA (2014), señala que una rotación de cultivos tiene como objetivo el desarrollo de sistemas de producción diversificados que aseguren la sostenibilidad del suelo promoviendo cultivos que se alternen año con año para que mantengan la fertilidad del suelo y reduzcan los niveles de erosión. Toda rotación de cultivos debe considerar los recursos y las necesidades de los productores. Es importante que los cultivos considerados en la rotación tengan exigencias nutricionales diferentes, pero con similares requerimientos, que mantengan el suelo cubierto, que incrementen el contenido de materia orgánica y la estructura en el suelo, que reduzcan la presencia de plagas, enfermedades y malezas, y, de preferencia, que tengan un mercado atractivo. Sin embargo, es preferible en algunos casos establecer un cultivo recuperador, como es el caso de un abono verde, aunque no se obtenga cosecha ya que, a pesar de no ser económicamente rentable, aumenta la producción del cultivo siguiente (Céspedes *et al.,* 2005).

Es ampliamente conocido que las leguminosas pueden aportar nitrógeno a cultivos subsiguientes gracias a la fijación simbiótica de nitrógeno. La asociación con bacterias, principalmente de los géneros *Rhizobium* o *Bradyrhizobium*, les confiere a las leguminosas la capacidad para fijar nitrógeno atmosférico. Estas bacterias se establecen en las raíces, formando nódulos característicos en las diferentes especies de leguminosas. La fijación simbiótica consiste en la reducción de N_2 atmósferico a NH_3, forma absorbible por las raíces, gracias a la enzima

nitrogenasa presente en microorganismos aeróbicos. La simbiosis Rhizobium-leguminosa se caracteriza por su especificidad, es decir, la bacteria que hace simbiosis con soya, no lo hace con la alfalfa, y la bacteria capaz de una simbiosis con plantas de lupino, no fija N en asociación con arveja (Mera y Rouanet, 2014). Sin embargo, no solo el rendimiento del cultivo se ve favorecido, ya que en el noroeste de Estados Unidos la rotación con arveja o lenteja por solo un año fue generalmente suficiente para reducir la incidencia del hongo *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, causante del "mal del pie" (Cook, 1986; citado por Rouanet, 2014). La experiencia fue similar en Australia, donde el rendimiento de trigo cultivado después de lupino superó notablemente el rendimiento de trigo después de trigo en ambientes donde la incidencia de esta enfermedad es importante (Nelson y Delane, 1991; citados por Rouanet, 2014). Respecto al control de malezas, el número total de especies de malezas presentes en un suelo depende en gran medida del sistema de cultivo, siendo usualmente menor (10 a 15 especies) en sistemas intensivos y altamente productivos con una baja diversidad de cultivos en la rotación. El número de especies aumenta (llegando a 50 o más especies) en suelos cultivados en forma extensiva en que usualmente se practican rotaciones altamente diversificadas o que incluyen un mayor número de cultivos (Rouanet, 2014).

En cuanto al rendimiento; estudios desarrollados con soya, reportaron un rendimiento en monocultivo de 2,424 kg ha^{-1}. Sin embargo, cuando el cultivo de soja fue sembrado en secuencias que incluían gramíneas, los rendimientos fueron en promedio un 10% superiores (Bacigaluppo, 2009). Para el caso de trigo, este generalmente produce más cuando se cultiva después de otra especie que cuando se cultivan después del trigo (Angus *et al.,* 2015). La rotación de trigo con una leguminosa para semilla es la que mejor ha funcionado (Ryan *et al.,* 2008; Mera y Rouanet, 2014; Angus *et al.,* 2015), después de dos rotaciones ha reportado aumento en la producción hasta del 60% con respecto al monocultivo (Angus *et al.,* 2015).

En el Valle del Yaqui, estudios realizados en trigo, indicaron que la siembra de especies leguminosas durante el verano para su utilización como abono verde en trigo no superó al tratamiento donde el suelo se mantuvo en descanso, lo cual resultó una mejor opción para el monocultivo trigo-trigo; el rendimiento en la rotación trigo-descanso-trigo reportó un rendimiento de 6.187 ton ha^{-1}, esta rotación se comparó contra trigo-sesbania-trigo y trigo-clitoria-trigo con rendimientos de 5.696 y 4.089 ton ha^{-1} respectivamente (Cortés y Ortiz, 2013).

En otro estudio se evalúo la rotación trigo-algodón-trigo y trigo-descanso-trigo; resultó más beneficioso el descanso de la tierra que la rotación con algodón ya que la segunda rotación superó en un 61.5% el rendimiento de grano a la primera (Ortiz y Cortés, 2015). La rotación canola-trigo y garbanzo-trigo reportaron un rendimiento de 6.995 y 6.721 ton ha^{-1} respectivamente (Ortiz y Cortés, 2016).

En el Valle del Yaqui, Sonora se busca estudiar una mayor opción de rotaciones con los cultivos de mayor importancia económica en la región. En el caso de trigo, es el cultivo de otoño-invierno que más se siembra, se establece en el 89% de la superficie destinada para siembra (SIAP, 2017). La soya había desaparecido del padrón de cultivos de la región sur de Sonora, debido a la de mosquita blanca que en el año 1994 reportó pérdidas en rendimiento de hasta el 71% en más de 200 mil hectáreas (Ochoa *et al.,* 2011).

El cultivo se reactivó en el verano de 2011 estableciéndose en 717 hectáreas, la superficie fue creciendo año tras año teniéndose registro que para el verano de 2016 se estableció en 52 mil hectáreas (SIAP, 2017). El objetivo del presente trabajo fue comparar el efecto de la rotación trigo-soya-trigo contra trigo-descanso-trigo en condiciones del sur de Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en las instalaciones del Campo Experimental Norman E. Borlaug del Centro de Investigación Regional del Noroeste-INIFAP, situado en el B-910 del Valle del Yaqui, Sonora. Se evalúo el efecto de dos rotaciones de cultivo sobre el rendimiento de trigo. Las rotaciones evaluadas fueron trigo después de soya y trigo después de trigo con descanso del terreno en el verano.

La variable a evaluar fue el rendimiento de trigo al 12% de humedad. La evaluación se llevó a cabo en el ciclo agrícola otoño-invierno 2016/2017, en un suelo de textura arcillosa. La fecha de siembra fue el día 06 de diciembre del 2016, sobre humedad a 2 hileras y surcos a 80 cm de separación, para facilitar el control mecánico de la maleza.

Se estableció la variedad CIRNO C2008 con una densidad de semilla de 108 kg ha^{-1}. Se fertilizó con una dosis de 276 unidades de nitrógeno en forma de urea, aplicadas al voleo antes del primer riego de auxilio. Se realizaron cinco riegos de auxilio a los 46, 72, 87, 100 y 112 días después de la siembra respectivamente.

La plaga más importante es el pulgón y esta se monitoreó con trampas amarillas y control biológico con liberación de crisopa ± 3 gramos aproximadamente cada 8 metros sobre un mismo surco, cada 10 surcos de la parcela experimental. Fue necesaria una aplicación de dimetoato contra pulgón el día 3 de febrero y una aplicación de fungicida contra roya de la hoja antes del tercer riego de auxilio.

La unidad experimental fue de seis surcos de 18 metros de longitud y la parcela útil de dos surcos por tres metros de largo, equivalentes a 4.8 m^2. El diseño experimental fue de bloques al azar con dos tratamientos y tres repeticiones. Los datos se analizaron en el programa MSTAT (Russell D. Freed, MSTAT Director Crop and Soil Sciences Deparment Michigan State University).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias estadísticas entre las rotaciones (Cuadro1). El valor promedio de las rotaciones se reporta en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano al 12% de humedad en rotación con soya y descanso de la tierra. CENEB-INIFAP, Ciclo O-I 2016/2017.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Prob.
Repetición	2	0.05	0.025	0.14	0.8778
Rotación	1	0.72	0.718	4.08	0.1809
Error	2	0.35	0.176		
Total	5	1.12			

C.V. 10.74%

La rotación trigo-descanso-trigo reportó una diferencia numérica de 691 kg ha^{-1} respecto a la rotación en la que se sembró soya en el verano. Esta diferencia en términos monetarios implica $2,590.00 pesos más por hectárea para el productor, si se considera un precio de trigo de $3,750.00 para el presente ciclo agrícola.

Cuadro 2. Efecto del descanso de la tierra y la siembra de soya de verano sobre el rendimiento de grano de trigo al 12% de humedad. CENEB-INIFAP 2016/2017.

Rotación	Rendimiento de Grano ton ha^{-1}
Soya-Trigo	3.561 a
Descanso-Trigo	4.252 a

Tanto la presente evaluación como evaluaciones anteriores llevadas a cabo en condiciones del Valle del Yaqui, Sonora, el descanso de la tierra durante el verano ha resultado más beneficioso que alternar con cultivos de verano e incluso la incorporación de abonos verdes (Ortiz y Cortés, 2016; Ortiz y Cortés 2015; Cortés y Ortiz, 2013). Se sugiere seguir evaluando rotaciones con los cultivos de importancia económica de la región, además evaluar la presencia de plagas y enfermedades.

CONCLUSIONES

El descanso del terreno en el verano reportó mayor rendimiento de trigo que la rotación con soya. La diferencia entre las rotaciones fue de 691 kg ha^{-1} a favor del descanso de la tierra.

LITERATURA CITADA

Angus J.F., Kirkegaard J.A., Hunt J.R., Ryan, M.H., Ohlander L. and Peoples, L. 2015. Break crops and rotations for wheat. Crop & Pasture Science, 2015, 66, 523–552 http://dx.doi.org/10.1071/CP14252.

Bacigaluppo S., Bodrero M. y Salvagiotti F. 2009. Producción de soja en rotación vs monocultivo en suelos con historia agrícola prolongada. Soja 2009. Para Mejorar la Producción. EEA Oliveros-CR Santa Fe. p. 53-55. Disponible en: http://rian.inta.gov.ar/Boletines/Articulos/Documentos/Soja_monocultivo.pdf (Consultado julio 10, 2017).

Céspedes L.M.C., Ovalle M.C. y Hirzel C.J. 2005. Manejo de la fertilidad del suelo en producción orgánica. Capítulo de libro Agricultura orgánica. Principios y prácticas de producción. Ministro de agricultura. Sistema Agrícola y Ganadero. Boletín INIA- 131. Centro Regional de Investigación Quilamapu. 131 p.

Cortés J.J.M. y A.A. Ortiz, A. 2013. Manejo de la competencia intra específica, en la transición hacia la agricultura sostenible, en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias del XII Simposio Internacional y VII Congreso Nacional de Agricultura Sostenible. Noviembre 11-16, 2013. Puebla, Puebla, México. 9:2743-2752.

Mera M. y Rouanet J.L. 2014. Contribución de las Leguminosas de Grano en Rotación con Cereales: Una Revisión. Serie ciencias agronómicas. P 135-146. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/242419755_Contribucion_de_las_Leguminosas_de_Grano_en_Rotacion_con_Cereales_Una_Revision (Consultado abril 06, 2017).

Ochoa E.X.M., Cantúa A.J.A., Montoya C.L. y Aguilera M.N.A. 2011. Guía para producir soya en el sur de Sonora. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Cd. Obregón, Sonora, México. Abril de 2011. 31 p.

Ortiz A.A.A. y Cortés, J.J.M. 2015. Efecto del descanso de la tierra en la rotación trigo-trigo sin uso de agroquímicos, en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias del XVIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Octubre 29-30, 2014. Mexicali, B.C., México. p 892-896.

Ortiz A.A.A. y Cortés J.J.M 2016. Producción de trigo orgánico en el Valle del Yaqui en rotación con canola y garbanzo. Memorias del IV Foro Internacional de Agricultura Orgánica. Junio 16-17, 2016. Nuevo Vallarta, Nayarit, México. p 336-340.

Rouanet J.L., Acevedo E., Mera M. Silva P. y Ferrada S. 2005. Rotaciones de cultivos y sus beneficios para la agricultura del sur. Fundación Chile, Santiago, Chile. 91 p

Ryan J., Masri S., IBRIKCI H., Singh M., Pala M., Harris H.C. 2008. Implications of Cereal-Based Crop Rotations, Nitrogen Fertilization, and Stubble Grazing on Soil Organic Matter in a Mediterranean-Type Environment. Turk J Agric For. 32 (2008) 289-297.

SAGARPA. 2014. Rotación de Cultivos. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Rutaci%C3%B3n%20de%20cultivos.pdf (Consultado abril 07, 2017).

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2017. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/cierrede-la-produccion-agricola-por-estado/ (Consultado julio 07, 2017.

EVALUACIÓN DE UN DESTILADOR SOLAR COMO ALTERNATIVA DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE MIJO PERLA EN ZONAS SEMIARIDAS.

Haile Yesus Cámara-Asrate[1]
Ramón Jarquín-Gálvez[1]
José Pablo Lara-Ávila, [1]
José Marín-Sánchez [1]
Héctor Lee-Rangel [1]

RESUMEN

La Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) citada por González (2012) calcula que el 41% del territorio nacional cuenta con zonas áridas y semiáridas. La región de aridez se representa en la altiplanicie mexicana, en parte de los estados de San Luis Potosí, Coahuila, Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas, Chihuahua y Durango. Esto es una limitante para la agricultura debido a sus largas estaciones secas y la alta dependencia del temporal. El sistema de riego denominado Kondeskompressor consiste en un dispositivo de destilación solar fabricado con botellas de PET. El mijo perla (*Pennisetum glaucum*) es un cultivo que prospera en condiciones de sequía y en condiciones donde la disponibilidad de agua de riego es limitada. Los tratamientos fueron: T1.- Cultivo de mijo perla con acolchado natural con sistema de riego por goteo y kondeskompressor. T 2.- Cultivo de mijo perla sin acolchado, con sistema de riego por goteo y Kondeskompressor. T 3.- Cultivo de mijo perla sin acolchado, con sistema de riego por goteo. T 4.- Cultivo de mijo perla sin acolchado solamente contando con Kondeskompressor. Los resultados mostraron diferencias significativas para la variable de humedad del suelo, sobresaliendo el tratamiento T1 que incluía un acolchado vegetal, seguido de los tratamientos con riego por goteo más kondeskompressor (T2), solo riego por goteo (T3), solo kondeskompressor (T4) que estadísticamente no obtuvieron diferencias entre sí. Para la variable de altura igualmente el tratamiento con acolchado vegetal (T1) fue estadísticamente superior al resto y fue seguido del T2 y T3 los cuales no presentaron diferencias estadísticas entre ellos y finalmente el T4, por lo cual se concluye que el mejor ahorro de agua se puede obtener gracias al uso de acolchados vegetales.

PALABRAS CLAVE: Destilador solar, sistema de riego, zonas áridas, mijo perla, kondeskompressor.

INTRODUCCIÓN

La Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) citada por González (2012) calcula que el 41% del territorio nacional cuenta con zonas áridas y semi áridas. La región de aridez se representa en la altiplanicie mexicana, en parte de los estados de San Luis Potosí, Coahuila, Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas, Chihuahua y Durango. Esto es una limitante para la agricultura debido a sus largas estaciones secas y la alta dependencia del temporal.

El mijo perla (*Pennisetum glaucum*) es un cultivo que prospera en condiciones de sequía y en condiciones donde la disponibilidad de agua de riego es limitada, en donde cultivos como el maíz y el sorgo no prosperan o producen rendimientos bajos (INIFAP, 2006). El mijo perla es un cultivo forrajero anual de alto valor nutritivo. Este cultivo también puede ser utilizado como un forraje de emergencia como una opción económica (Newman et al., 2010).

Por otra parte el "kondeskompressor" es dispositivo casero con funciones de destilador solar construido con botellas de PET el cual puede utilizar agua dulce, agua salada y/o contaminada, además de distribuir constantemente en pequeñas cantidades de agua que obtiene de un recipiente con agua que se deposita en el centro del sistema y condensa agua que se encuentra en el suelo y el aire. Para evitar pérdidas del suelo se aplica un “mulching” o acolchado vegetal (Sitiosolar.com, 2007). Bajo las características mencionadas el mijo perla es un cultivo idóneo para evaluar sistemas de riego como el kondeskompressor, donde la falta de disponibilidad de agua no afectaría, sumamente la fisiología del cultivo.

Objetivo del presente estudio fue evaluar la opción ecotécnica denominada kondeskompressor como una alternativa para el uso eficiente del agua utilizando el mijo perla en zonas semiáridas. Como objetivos específicos fueron medir la disponibilidad de agua en el suelo para el cultivo de mijo perla y estimar la calidad bromatológica del cultivo.

MATERIALES Y METODOS

Localización del área de estudio

El experimento se realizó en las instalaciones de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP ubicada en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez del estado de San Luis Potosí, durante la temporada de otoño que comprendió los meses de septiembre a noviembre del año 2015. La fecha de siembra fue el 9 de septiembre y se recabaron datos de germinación el 23 de septiembre del mismo año, los muestreos para las variables altura, y humedad de suelo se dieron a partir del día 4 de octubre. La variedad que se selecciono es MDP13 Es una variedad típica de doble propósito, es decir, es eficiente para producir grano y forraje, posee adaptación en el altiplano potosino y zona media del estado.

Con la finalidad de poder controlar las condiciones de humedad en el suelo el experimento se realizó en condiciones de invernadero, eventos pluviales. Se evaluó el kondeskompressor eliminándose el efecto de los utilizando el cultivo de mijo perla (*Pennisetum glaucum*) para observar en este los efectos de los diferentes tratamientos.

La ecotécnia utilizada

Para homogenizar el dispositivo se utilizaron en su construcción botellas pet comercial azul translúcido con una capacidad de 2 L como superficie captadora, y botellas de 500 ml.

Se realizaron muestreos del suelo cada tercer día obteniendo la humedad bajo el método gravimétrico, los muestreos fueron realizados entre 9:00am y 10:00 am. La toma de muestras se realizó a 20 cm de profundidad siempre a la mitad de cada tratamiento, recabando información en cada repetición dando como resultado 48 muestras a analizar cada tercer día.

Las muestras fueron pesadas en húmedo el mismo día de su recolección en una balanza analítica tomando en cuenta tres decimales y fueron posteriormente puestas secar en una estufa de secado a 58°C temperatura constante. Finalmente se procedió a enfriar la muestra en una campana de desecación y ser tomado peso en seco nuevamente para analizar por la fórmula de humedad de suelo.

Cada ocho días se recabaron las alturas tomándose de referencia diez plantas de cada repetición que se eligieron a lo largo del tramo que corresponde de cada tratamiento dando un total de 480 datos de alturas de plantas por muestreo un total de 8 periodos.

El régimen de riego fue determinado por la curva de abatimiento que se fue construyendo en el transcurso del experimento, suministrando así una cantidad de agua calculada que es conveniente para llevar el suelo a capacidad de campo nuevamente y siendo nuevamente monitoreada cada tercer día.

En las muestras experimentales se determinó MS (AOAC, 1990), cenizas (AOAC,1990), nitrógeno total por el método de microkjendahl (AOAC, 1990), fibra detergente neutro (FDN) (Van Soest et al., 1991), extracto etéreo por el método de goldfish (AOAC, 1990) y ceniza (AOAC, 1990).

La siembra se realizó en camas de cultivo de 75cm de ancho (INIFAP, 2013) por 10m de largo. El INIFAP (2013) recomienda que el mijo perla se siembra a “chorrillo”. Puede hacerse “a mano” depositando la semilla en forma continua en el surco o en forma mecánica con una sembradora para sorgo. Dichas recomendaciones fueron seguidas y la siembra se realizó manualmente a “chorrillo” en camas de 75 cm como se mencionó anteriormente.

Tratamientos

T1.- Cultivo de mijo perla con acolchado natural a base de pastos recolectados de podas en los jardines de la facultad con sistema de riego por goteo y kondeskompressor.
T2.- Cultivo de mijo perla sin acolchado, con sistema de riego por goteo y Kondeskompressor.
T3.- Cultivo de mijo perla sin acolchado, con sistema de riego por goteo.
T4.- Cultivo de mijo perla sin acolchado solamente contando con Kondeskompressor.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Los muestreos fueron hechos de manera lineal, se consideraron las tres repeticiones de cada tratamiento tanto para datos de humedad de suelo como de alturas. Para el análisis bromatología se consideraron muestras compuestas por tratamiento de cada bloque, eliminándose las repeticiones.

RESULTADOS

El análisis estadístico arrojo que existen diferencias significativas entre tratamientos y entre bloques.

Para la variable humedad la comparación entre tratamientos mostró diferencias significativas sobresaliendo el tratamiento 1 que comprendió el uso de acolchado vegetal más el uso de dos (riego por goteo más kondeskompressor) sistemas de riego, este tratamiento fue consistente en la mitad de las ocho semanas de muestreos.

En cuanto a la variable altura, el tratamiento 1 también presentó diferencia estadística en 7 de 8 semanas que duro el experimento. Si bien en la humedad no se refleja una diferencia estadística, si se pudo apreciar de manera cualitativa su efecto sobre la planta.

El análisis estadístico, presentó diferencias entre bloques para las variables humedad y altura.

En el análisis bromatológico podemos observar que no existen diferencias significativas para ninguno de los tratamientos entre los diferentes variables que se consideraron (MS= Materia seca, PRO=Proteína, GC= Grasa cruda, CE=Cenizas, FDN=Fibra Detergente Neutro).

Tratamiento	MS		PRO		GC		CE		FDN	
	Media	P	Media	P	Media	P	Media	P	Media	P
1	63.177 A	0.3052	12.669 A	0.0505	0.9959 A	0.9503	16.621 A	0.5548	33.555 A	0.4174
2	61.916 A	0.3052	11.059 A	0.0505	0.9132 A	0.9503	10.167 A	0.5548	30.821 A	0.4174
3	59.024 A	0.3052	9.869 A	0.0505	0.8961 A	0.9503	9.133 A	0.5548	28.937 A	0.4174
4	54.489 A	0.3052	9.649 A	0.0505	0.8185 A	0.9503	9.081 A	0.5548	28.661 A	0.4174

92

Tabla 1. Resultados estadísticos del análisis bromatológico.

CONCLUSIONES

El tratamiento 1 que incluía riego por goteo, kondeskompressor, acolchado vegetal es el que mejor se comporta tanto en retención de humedad como en desarrollo fisiológico de la planta, el uso de acolchado resulta mejor opción para el ahorro de agua en el suelo siendo utilizado a la par de un sistema de riego, en este caso riego por goteo siendo mejor que utilizando solamente el riego por goteo.

Por lo anterior se concluye que el uso del Kondeskompressor no es viable como un sistema de riego sustentable bajo condiciones de invernadero, se deja abierta la opción a experimentar aumentando el número de botellas a un punto que pudiera igualar al riego por goteo y hacer uso de un acolchado vegetal para mantener la humedad en el suelo.

LITERATURA CITADA

AOAC [1990]. AOAC: Official Methods of Analysis (Volume 1).

González-Medrano Francisco [2012] Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación. 145 P.

INIFAP [2006]. Producción, conservación y aprovechamiento del forraje de mijo perla en San Luis Potosí.

INIFAP [2013]. Producción, conservación y aprovechamiento del forraje de mijo perla en San Luis Potosí. 65 p.

La técnica de riego del goteo solar (kondenskompressor) [Online]. Sitiosolar.com http://www.sitiosolar.com/la-tecnica-de-riego-del-goteo-solar-

Newman, Y., E. Jennings, J. Vendramini, and A. Blount. [2010]. Pearl millet (Pennisetum glaucum): overview and management. [ONLINE] http://edis.ifas.ufl.edu/ag347

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE DIFERENTES USOS DEL SUELO EN EL SUDESTE DE CÓRDOBA (ARGENTINA)

Marina Ferrero[93]
María Basanta[1,xviii]
Carolina Álvarez[xix]

RESUMEN

Los suelos cuando son sometidos a cambios de uso experimentan diversas alteraciones asociadas a los cambios en los aportes de residuos vegetales. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de distintos usos del suelo sobre diversas variables edáficas asociadas al COS. El estudio se llevó a cabo en un establecimiento de la provincia de Córdoba (Argentina) en un suelo Haplustol éntico. Se evaluaron los usos de suelo: bosque nativo (BN) como situación prístina y uso agrícola (AP) y ganadero (GP) como situaciones productivas. Se midieron carbono orgánico total (%COT), carbono orgánico particulado (COP, mg g^{-1}), stock de carbono orgánico del suelo (COS, Mg ha^{-1}), estabilidad de agregados (%EA) y densidad aparente (DA, g cm^{-3}). En %COT se observaron diferencias significativas entre tratamientos para las profundidades 0-5, 10-20 y 20-30 cm presentando AP valores significativamente menores en relación a BN y GP valores intermedios. Similar tendencia se observó en DA, siendo BN el uso con los menores valores de DA y AP con los valores más altos, presentando GP DAs intermedias. En stock de COS se observaron diferencias significativas entre BN y AP; GP presentó valores intermedios. En términos relativos al stock de COS en BN, GP y AP han perdido 14 y 35% de COS, respectivamente. A diferencia de la DA, la EA no fue significativamente diferente entre GP y AP, solo se diferenció BN de ambos usos productivos. Se observó una relación funcional de EA con COP donde los mayores valores de EA estuvieron asociados a mayores contenidos de COP y se encontraron en BN. Si bien el suelo bajo ambos usos productivos presentó deterioro de las variables analizadas, GP se manifestó como un uso más sostenible que AP principalmente debido a su nivel de stock de COS.

PALABRAS CLAVE: Agrícola, ganadero, carbono orgánico, densidad aparente, estabilidad de agregados

INTRODUCCIÓN

En Argentina la conversión de ecosistemas naturales a agroecosistemas ha provocado un deterioro de la calidad del suelo causada por la disminución de los aportes de biomasa vegetal que se traduce en disminución de los contenidos de materia orgánica del suelo (MOS). Este cambio en el uso del suelo, llamado “agriculturización” se ha caracterizado por el aumento de la superficie bajo agricultura continua (sin rotaciones con pasturas) y por una alta proporción de soja en monocultivo (Caride *et al*., 2012). Por otro lado, los sistemas ganaderos se han intensificado con elevadas extracciones de biomasa y muy escasa restitución de carbono al suelo (Basanta et al, 2012). Luego de los cambios en el uso del suelo sobrevienen una serie de modificaciones de propiedades físicas y químicas que afectan su fertilidad y aumentan su susceptibilidad a la

compactación y a la erosión (Neill, *et al*., 1998). En varias regiones del mundo el carbono orgánico del suelo (COS) ha disminuido debido a la conversión de sistemas con vegetación nativa a sistemas cultivados, estabilizándose en contenidos de COS que varían entre 40 a 60% de su valor original. El valor de COS en el nuevo equilibrio dependerá de varios factores como el clima, las características físicas y químicas del suelo y de las prácticas de manejo de los cultivos (Robertson and Paul, 2000).

El COS, y principalmente su componente lábil o particulado (COP), es considerado como un indicador sensible de los cambios en el suelo inducidos por cambios de uso y/o manejo (Haynes, 2005) y es un componente clave que afecta propiedades químicas, físicas, y biológicas del suelo, siendo fundamental para la obtención de cultivos con niveles de producción elevados y estables (Christensen, 1987). Las propiedades físicas como la densidad del suelo y la estabilidad de su estructura son altamente dependientes del COS ya que este es el principal agente estabilizador de la estructura del suelo. Los sistemas de manejo con bajo aporte de residuos vegetales se caracterizan por bajos contenidos de COS y por baja estabilidad de su estructura, disminuyendo la estabilidad del sistema de poros y por consiguiente favoreciendo la densificación del suelo (Ferreras *et al*, 2007).

En los establecimientos agropecuarios del centro y sudeste de Córdoba es común encontrar situaciones de uso puramente agrícolas con cultivos anuales para cosecha de granos coexistiendo con usos del suelo puramente ganaderos donde toda la biomasa producida se destina a la alimentación del ganado. Bajo la hipótesis de que diferentes usos del suelo provocan diferencias importantes en la cantidad de carbono aportado al suelo, este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de distintos usos del suelo sobre diversas variables edáficas asociadas al COS.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el establecimiento agropecuario La Cenobia (Latitud 32° 28’ 42,4’’ S, Longitud 63° 17’ 39,6’’ O) ubicado en el Departamento General San Martín, en el sudeste de la provincia de Córdoba, Argentina. El clima es semiárido con una precipitación media anual de 778 mm, con el 80% de las mismas concentradas en el periodo primavero-estival. La temperatura media anual de 16,5 ºC, con promedio de 9,5 °C en el mes más frío y de 23,4 °C en el más cálido (Jarsun et al., 1987). El suelo es un Haplustol éntico (Soil Service Staff , 2006), serie Oncativo, de textura franco limosa. El horizonte superficial A1, tiene 23 cm de espesor, de textura franco limosa (16,7 % arcilla, 68,7% limo y 14,6% arena) y estructura en bloques moderados, regularmente provisto de MO. Luego un horizonte transicional AC de 23 a 53 cm, de textura franco limosa, masivo sin estructura (Jarsun *et al*., 1987).

El lugar de estudio se encuentra ubicado en la ecorregión del Espinal cuya vegetación prístina corresponde a un bosque xerófilo (Viglizzo *et al*., 2011). El este de la provincia de Córdoba estaba cubierto por grandes extensiones de bosques pertenecientes al Espinal que fueron desapareciendo al expandirse el área agrícola hacia el oeste. Sin embargo, todavía se observan numerosos relictos, es decir, restos o reliquias de los mismos. Algunos de estos consisten en unos pocos árboles o pequeños bosquetes de unas pocas hectáreas, mientras que otros son bastante grandes y hasta pueden superar las cien hectáreas. Las especies predominantes son algarrobo (*Prosopis*, varias especies), espinillo (*Acacia caven*) y tala (*Celtis tala*). Algunos relictos se transformaron en fachinales (vegetaciones leñosas secundarias) al ser invadidos por chañares (*Geoffroea decorticans*) y por los renovales de otras especie (Lewis *et al*., 2009). Esta última situación es la que se presenta en un lote de La Cenobia que fue considerado el

tratamiento de referencia, denominado bosque nativo (BN). Los otros dos tratamientos evaluados fueron uso ganadero (GP) y uso agrícola (AP) siendo, en ambos usos, todos los cultivos sembrados en siembra directa (SD) desde el año 1997. En AP la secuencia de cultivos es trigo (*Triticum aestivum*) / soja (*Glycine max*.) - maíz (*Zea mayz*, L) y todos los cultivos se destinan a cosecha. En GP se maneja una rotación de tres años de pastura de alfalfa (*Medicago sativa*) y un año de cultivos anuales (trigo/sorgo, trigo/soja/sorgo, trigo/soja o trigo/maíz/maíz). La alfalfa es para pastoreo directo de bovinos y los cultivos anuales se destinan a reservas forrajeras.

El período de muestreo del suelo fue de julio de 2015 a febrero de 2016. Para carbono orgánico total (%COT) se tomaron tres muestras compuestas a las profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 y 20-30 cm y el %COT se determinó por oxidación según Walkley y Black (1934). Además, en las muestras de 0-5 y 5-10 cm de profundidad se realizó el fraccionamiento físico por tamaño de partícula según metodología adaptada de Feller (1979), obteniéndose la fracción de tamaño mayor a 53 micras denominada fracción particulada. En dicha fracción se determinó el carbono orgánico también por oxidación, obteniéndose el carbono orgánico particulado (COP, mg g^{-1}). Para evaluar la condición física del suelo se determinó estabilidad de agregados (%EA) mediante la técnica de Kemper & Rosenau (1986) en las profundidades de 0-5 y 5-10 cm y la densidad aparente (DA, g cm^{-3}) por el método del cilindro (Blake y Hartge, 1986) en 0-5, 5-10,10-20 y 20-30 cm. Con los datos de %COT y DA se calculó el stock de carbono orgánico del suelo (COS, Mg ha^{-1}) a 0-30 cm.

El efecto del uso de suelo sobre las variables estudiadas fue evaluado a través de análisis de variancia utilizando un modelo lineal mixto (MLM). Para esto las situaciones de uso fueron consideradas como efectos fijos y las repeticiones como efectos aleatorios. En todos los casos, cuando hubo diferencias significativas ($p<0,05$) las medias se compararon con el test LSD Fisher. Se utilizó el programa estadístico Infostat (Di Rienzo *et al*., 2016) con su interfaz en R. Las relaciones entre variables se evaluaron a través de análisis de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En %COT se observaron diferencias significativas ($p<0,05$) entre tratamientos para las profundidades 0-5, 10-20 y 20-30 cm presentando AP valores significativamente menores en relación a BN y GP valores intermedios (Figura 1). Esto demuestra que el suelo formado bajo BN cuando es sometido a uso agropecuario sufre una pérdida de %COT cuya magnitud varía según se trate de un uso ganadero o agrícola. La presencia de una especie perenne como la alfalfa podría ser la explicación de la menor pérdida de %COT en GP con respecto a AP debido al mayor aporte de biomasa de raíces. Según Bolinder et al. (2007), la relación parte aérea/raíz (PA/R) para el caso de las pasturas es aproximadamente 1,5; mientras que para cultivos anuales es 6,0. En GP la relación años de alfalfa/años de cultivos anuales (3:1) parece ser adecuada para mantener niveles de %COS superiores a AP a pesar de la extracción de toda la biomasa aérea en los cultivos anuales destinados a forrajes.

Al analizar el carbono del suelo en términos de stock de COS se observó que existen diferencias significativas entre BN y AP, y que GP presentó valores intermedios. En términos relativos al stock de COS en BN, GP y AP han perdido 14 y 35% de COS, respectivamente (Cuadro 1). Estos valores son muy similares a los reportados por Andriulo et al. (2012) para suelos de Córdoba donde la situación prístina presentó valores promedios de COS de 66 Mg ha^{-1} y el uso agrícola de 38 Mg ha^{-1}. Además, la disminución de 35% de COS en AP se acerca al promedio de 40% de pérdida en suelos de similar textura de la Región pampeana reportado por Delaye *et al*. (2013).

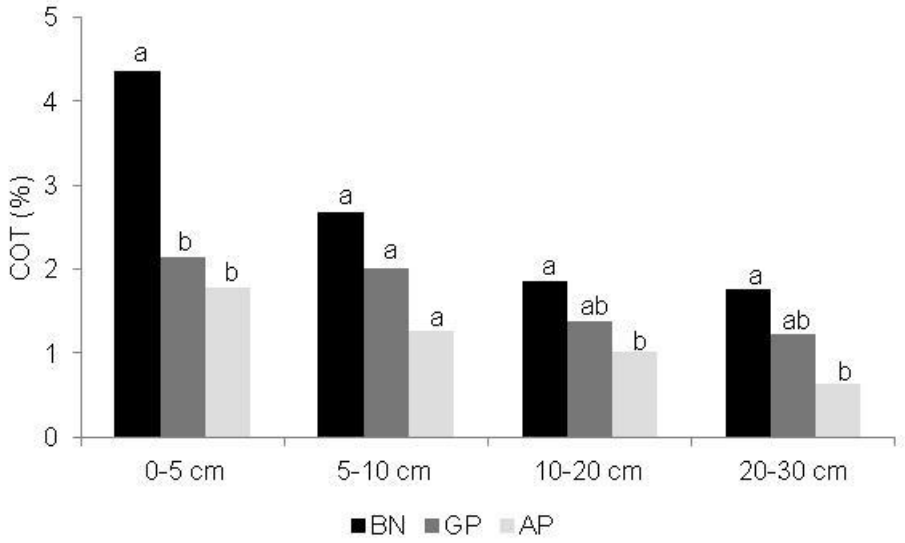


Figura 1. Carbono orgánico total (COT, %) en los distintos usos del suelo según profundidades evaluadas. BN: bosque nativo; GP: uso ganadero; AP: uso agrícola. Letras distintas indican diferencias significativas (Fisher p<0,05) entre tratamientos dentro de cada profundidad.

Cuadro 1. Stock de carbono del suelo (COS, Mg ha^{-1}) en 0-30 cm de profundidad en los distintos usos.

Uso del suelo	COS (Mg ha^{-1})	Valor relativo (%)	Pérdida de COS (%)
BN	71,2 a	100,0	-
GP	61,0 ab	85,7	14,2
AP	46,1 b	64,8	35,2

BN: bosque nativo; GP: uso ganadero; AP: uso agrícola. Letras distintas indican diferencias significativas (Fisher p<0,05) entre usos del suelo.

La DA presentó diferencias estadísticamente significativas (p<0,05) entre los tres usos del suelo en todas las profundidades (Cuadro 2). La situación BN presentó los menores valores de DA mientras que en AP se observaron los valores más altos, presentando GP DAs intermedias. Este aumento de la DA en AP es indicador de compactación (Gupta y Allmaras, 1987), la cual puede ser producto de la disminución del COT y/o de la falta de laboreo del suelo bajo siembra directa. Resultados similares fueron obtenidos por Aoki et al. (2014) en suelos Haplustoles énticos de Córdoba, donde bajos contenidos de COT estuvieron asociados a mayor susceptibilidad a la compactación. Por tal motivo, es posible considerar que la DA es una variable sensible a los cambios de uso en los suelos Hapludoles de esta región.

A diferencia de la DA, la EA no fue significativamente diferente entre GP y AP, solo se diferenció BN de ambos usos productivos (Cuadro 2). Es decir que la EA fue sensible al cambio de uso del suelo ya que disminuyó significativamente al pasar de la situación prístina (BN) a uso productivo pero no lo suficiente como para diferenciar entre los usos GP y AP. Esto coincide con diversos

autores que señalan a EA como una de las variables más sensibles al cambio de uso del suelo (Álvarez et al., 2008; Echeverria et al., 2008; Campitelli *et al*., 2010).

Cuadro 2. Densidad aparente (DA, g cm^{-3}) y estabilidad de agregados (EA, %) para las diferentes situaciones de uso por profundidad de suelo.

Uso del suelo	Profundidad (cm)			
	0-5	5-10	10-20	20-30
	x----------DA (g cm^{-3})----------			
BN	0,76 c	1,02 c	1,21 c	1,25 c
GP	1,2 b	1,3 b	1,41b	1,4 b
AP	1,33 a	1,44 a	1,53 a	1,48 a
	x----------EA (%)----------			
BN	79 a	86 a	75 a	-
GP	62 b	67 b	68 b	-
AP	60 b	59 b	59 c	-

BN: bosque nativo; GP: uso ganadero; AP: uso agrícola. Letras distintas indican diferencias significativas (Fisher $p<0,05$) entre situaciones de uso dentro de cada profundidad.

Se sabe que los compuestos orgánicos actúan como cementantes en la agregación de las partículas del suelo (Tisdall y Oades, 1982; Six et al., 2000). Los factores de agregación han sido cuantificados a través de varios indicadores, tales como los relacionados a la actividad microbiana (glomalinas, carbohidratos totales) como aquellos que dependen de la materia orgánica del suelo (carbono total, carbono particulado) (Carrizo et al., 2014, Six et al., 2000; Annabi et al., 2007). En este sentido, la relación hallada en este trabajo entre EA y COP permitió explicar las diferencias en EA entre los usos del suelo. En las Figuras 2 y 3 se observa la relación funcional de EA con COP en las profundidades 0-5 y 5-10 cm, respectivamente. Los mayores valores de EA estuvieron asociados a mayores contenidos de COP y se encontraron en BN, mientras que no se observó una diferenciación clara entre GP y AP Además, la diferenciación entre BN y los usos productivos (GP y AP) fue más marcada en la profundidad 0-5 cm, lo cual es lógico ya que es en los primeros centímetros de suelo donde se encuentra la mayor proporción de material orgánico no asociado a los minerales del suelo.

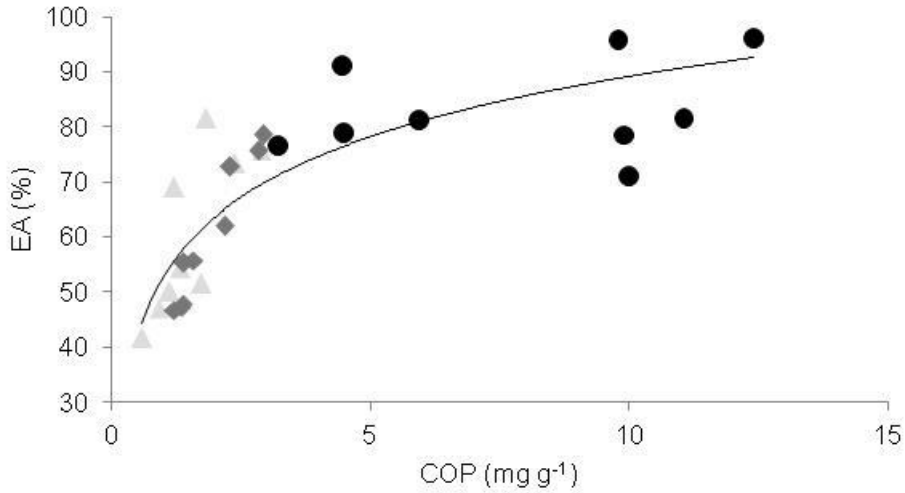


Figura 2. Relación entre estabilidad de agregados (EA) y carbono orgánico particulado (COP) en la profundidad de 0-5 cm. (EA = 15,8 ln (COS) + 52,75. R^2 = 0,69. n = 27).
●: BN (bosque nativo); ♦: GP (uso ganadero); ▲AP (uso agrícola).

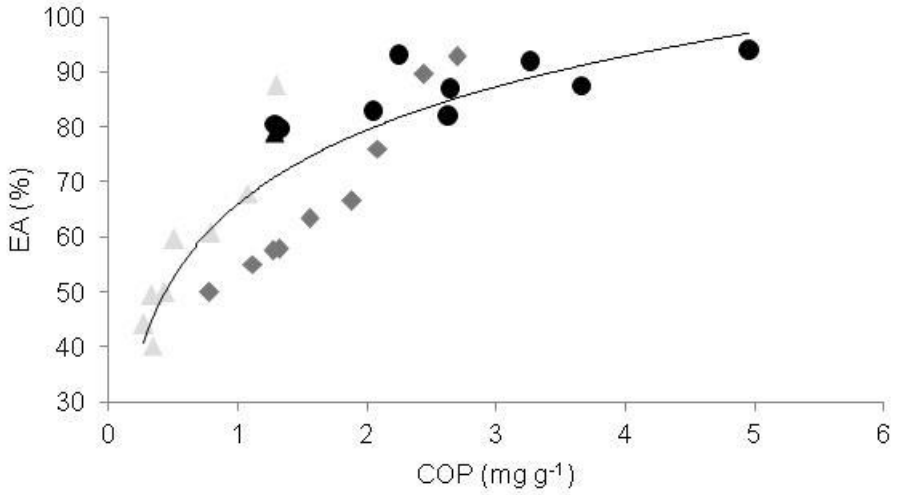


Figura 3. Relación entre estabilidad de agregados (EA) y carbono orgánico particulado (COP) en la profundidad de 5-10 cm. (EA = 19,366 ln(COP) + 66,024. R^2 = 0,76. n = 27).
●: BN (bosque nativo); ♦: GP (uso ganadero); ▲AP (uso agrícola).

CONCLUSIONES

La concentración (COT) y el stock (COS) de carbono orgánico fueron sensibles al cambio de uso del suelo y reflejaron diferencias significativas entre BN, AP y GP.
La densidad aparente (DA) fue la variable física que mejor respondió a los cambios de uso.
LA EA fue sensible al cambio de uso cuando se pasó de la condición prístina (BN) a uso productivo (GP y AP) pero no fue significativamente diferente entre éstos.
El cambio de uso del suelo afectó los niveles de carbono particulado (COP) y esto tuvo marcada incidencia en la EA.

Si bien el suelo bajo ambos usos productivos presentó deterioro de las variables analizadas con respecto a BN, GP se manifestó como un uso más sostenible que AP principalmente debido a su nivel de stock de COS.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Villa María por el financiamiento a través del proyecto de Calidad de Suelos del Instituto de Ciencias Básicas y Aplicadas.

LITERATURA CITADA

Álvarez M.F., Osterrieth L., Bernava V., Montti L. 2008. Estabilidad, Morfología y Rugosidad de agregados de Argiudoles típicos sometidos a distintos usos: su rol como indicadores de calidad física en los suelos de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Ciencia de Suelo, 26 (2); 115-129. (Argentina)

Andriulo A.E., Galantini J.A., Studdert G., Sasal M.C., Wilson M., Basanta M., Sánchez M.C., Gudelj V., Irizar A., Restovich S. 2012. Existencias de carbono orgánico edáfico bajo diferentes usos y tipos de suelos. XXIII Congreso Argentino y XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata (Argentina). En CD.

Annabi M., Houot S., Francou C., Poitrenaud M., Le Bissonnais Y. 2007. Soil aggregate stability improvement with urban composts of different maturities. Soil Science Society of America Journal 71: 413-423.

Aoki A.M., Ateca M.R., Apezteguía H. 2014. Indicadores de calidad de suelo en el centro-norte de Córdoba. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo.. Bahía blanca. Buenos Aires. (Argentina).

Basanta M.V., Faggioli V.S., Peirone L.S., Milán C., Ghiotti M.L., Cesaretti C., Bonadeo E., Aimetta M.B. 2012. Intensificación de los sistemas de producción lechera y sus efectos sobre el suelo. XXIII Congreso Argentino y XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata (Argentina).

Blake G.R., Hartge K.H. 1986. Methods of soil analysis. Series Agronomy of the Am. Soc. of Agron. Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Madison (Wisconsin). p. 363-375.

Bolinder M.A., Janzen H.H., Gregorich E.G., Angers D.A., VandenBygaart A.J. 2007. An approach for estimating net primary productivity and annual carbon inputs to soil for common agricultural crops in Canada. Agriculture, Ecosystems and Environment 118, 29–42.

Campitelli P., Aoki A., Gudelj O., Rubenacker A., Sereno, R. 2012. Selección de indicadores de calidad de suelo para determinar los efectos del uso y prácticas agrícolas en un área piloto de la región central de Córdoba. Ciencia del suelo, 28 (2); 223-231. (Argentina).

Caride C., Piñeiro G., Paruelo J.M. 2012. How does agricultural management modify ecosystem services in the argentine Pampas? The effects on soil C dynamics. Agriculture, Ecosystems and Environment 154, 23–33.

Carrizo, M.E., Alesso, C.A., Cosentino, D., Imhoff, S. 2015. Aggregation agents and structural stability in soils with different texture and organic carbon contents. Sci. Agric.72 (1), p.75-82.

Christensen B. T. 1987. Use of particle size fractions in soil organic matter studies. INTECOL Bulletin. 15:113-123.

Delaye LAM, Irizar AB, Andriulo AE, Mary B. 2013. Effect of continuous agriculture of grassland soils of the Argentine Rolling Pampa on soil organic carbon and nitrogen. Appl Environ Soil Sci 2013; 17p.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar.

Echeverría N.E., Blanco G., Silenzi J.C., Vallejos A.G., Jersonsk R., De Lucia M. 2008. Efecto del uso y manejo sobre la degradación física de un Hapludol éntico. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis, Argentina.

Feller C. 1979. Une méthode de fractionnement granulométrique de la matière organique des sols. Application uux sols tropicaux, á textures grossiéres, très pauvres en humus. Cah. ORSTOM, sèr. Pèdol., vol. XVII, 4:339-346.

Ferreras L., Magra G., Besson P. 2007. Indicadores de la calidad física en suelos de la Región Pampeana Norte de Argentina bajo siembra directa. Ciencia de Suelo 25 (2) 159-172.

Gupta S.C., Allmaras R.R. 1987. Models to assess the susceptibly of soils to excessive compaction. Adv. Soil Sci. 6: 65-100.

Haynes R.J. 2005. Labile organic matter fractions as central components of the quality of agricultural soils: an overview. Adv. Agr. 85: 221-268.

Jarsun B., Bosnero H., Lovera, E. 1987. Carta de suelos de la República Argentina. Hoja 3163-32 Oncativo. Plan Mapa de suelos. INTA, 82 p. (Argentina).

Kemper W, Rosenau R. 1986. Aggregate stability and size distribution. En: Klute A. (Ed.). Methods of Soil Análisis: part I. Physical and Mineralogical Methods, 2 nd ed. Agron. Monogr., vol. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, p 425 – 442.

Lewis J.P, Noetinger S., Prado D., Barberis I, 2009. Woody vegetation structure and composition of the last relicts of Espinal vegetation in subtropical Argentina. Biodivers Conserv 18:3615–3628.

Neill C., Cerri C.C., Melillo, J. M., Feigl B. J., Steudler P. A., Moraes F. L., Piccolo M. C. 1998. Stocks and dinamics of soil carbon following deforestation for pasture in Rondonia. p. 9-28. In: R. Lal, J. M. Kimble, R. F. Follet, and B. A. Stewart (eds.). Soil processes and the carbon cicle. Adv. Soil Sci. CRC.Boca Raton, FL, USA.

Robertson G.P., Paul E.A., 2000. Decomposition and soil organic matter dynamics. In: Osvaldo, E.S., Jackson, R.B., Mooney, H.A., Howarth, R.W. (Eds.), Methods in Ecosystem Science. Springer Verlag, New York, p. 104–116.

Six J., Elliott E., Paustian K. 2000. Soil structure and soil organic matter: II. A normalized stability index and the effect of mineralogy. Soil Science Society of America Journal 64: 1042- 1049.

Soil Survey Staff. 2006. Key to Soil Taxonomy. USDA Tenth Edition. Washington DC. 341 Pp.

Tisdall, J.M., Oades, J.M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. Journal of Soil Science 33: 141-163.

Viglizzo E.F., Frank F.C., Carreño L.V., Jobbágy E.G., Pereyra H., Clatt J.,Pincé, D., Ricard M.F., 2011. Ecological and environmental footprint of50 years of agricultural expansion in Argentina. Global Change Biology 17,959–973.

Walkley A., Black, I. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil science, 37(1): 29-38.

IMPLEMENTACIÓN DE LATECNOLOGÍA EM1 “MICROORGANISMOS EFICACES” EN LA ACUICULTURA

Claudia Estela Arroyo-Pitacua [1]
Margarita Anahi Heredia-Hernández[1]
Gerardo Díaz-Tolentino [1]

RESUMEN

La acuicultura es una actividad importante a nivel mundial en la producción de alimentos para consumo humano, su rápido crecimiento ha tenido una trascendencia económica en el sector social y productivo. Sin embargo, la intensificación de los sistemas de producción ha generado problemas relacionados con la aparición de constantes enfermedades y el deterioro de la calidad del agua. En la búsqueda de alternativas para mitigar estos efectos en el cultivo de tilapia, tenemos como objetivo en el presente trabajo de realizar la implementación de la Tecnología EM1 “Microorganismos Eficaces” en el alimento suministrado y en el agua de los estanques rústicos durante un ciclo de producción y analizar su viabilidad en esta área. El protocolo trabajado conllevó la realización de dos experimentos, uno en tinas, a las cuales se les suministraba alimento inoculado con la Tecnología EM1 al 5% y 10%, además un tratamiento testigo sin ninguna inoculación. Teniendo como resultado, diferencias significativas en peso entre los individuos testigos y a los que se les suministraba el alimento (p=0.71). Se encontró que la sobrevivencia fue mayor en el tratamiento EM1 10% (51%). El otro experimento, se trabajó en dos estanques rústicos, uno como testigo y el otro con la aplicación de la Tecnología EM1 adicionada con bolas de bokashi como tratamiento de choque para mejorar la calidad del agua, además se realizaban inoculaciones diarias y mensuales. En este experimento se encontraron diferencias significativas entre el peso y tamaño de los individuos, siendo los individuos del tratamiento EM1 los de mayor peso y tamaño longitudinal (p=0.88) a diferencia del testigo. Al termino del ciclo se pudo observar que la Tecnología EM1 favoreció las condiciones del estanque, creando un ambiente con menos materia orgánica y mayor disponibilidad de oxígeno. Asimismo, los individuos que fueron alimentados con EM1, alcanzaron un mayor peso y tamaño a diferencia de los individuos testigo. De esta forma se demuestra la efectividad de dicha tecnología en los sistemas acuícolas.

PALABRAS CLAVE: Bokashi, Acuacultura, Tilapia.

INTRODUCCIÓN

La tilapia o mojarra es un pescado de origen africano de gran popularidad en México que fue introducido en el país desde 1964, por lo que se considera una especie exótica. La palabra tilapia proviene de la palabra thlape que significa pez en Bechuana (África) y es utilizada para referirse en general a los peces provenientes de la familia Cichlidae. Su distribución abarca América Central, el sur del Caribe, sur de Norteamérica, sudeste asiático, Medio Oriente y África. (SAGARPA.GOB.MX)

La producción de este organismo proviene tanto de la captura como de la acuicultura, sin embargo, esta última es la que aporta el mayor volumen de producción. A nivel mundial, la tilapia ocupa el segundo lugar en producción acuícola y son diversas especies las que se cultivan en México.

El cultivo de tilapia ha sido popularizado debido a las cualidades que presenta este organismo, su carne es de excelente sabor, tiene un crecimiento rápido, gran resistencia física, alta capacidad reproductora y adaptación para vivir en condiciones de cautiverio, así como en estanques con alta densidad de organismos. Además, acepta una amplia gama de tipos de alimento, por lo que resulta altamente rentable. De igual forma, otra característica importante que le ha brindado una ventaja al cultivo de tilapia o mojarra es que puede desarrollarse en aguas poco oxigenadas, así como en aguas dulces o saladas, lo que ha permitido cultivarla junto con otras especies como el camarón y el langostino, entre otros.

En México los cultivos de tilapia se realizan en sistemas extensivo, semi-intensivo e intensivo, lo que se refiere a la densidad de siembra, suministro de alimento y tipo de sistema de cultivo. Su producción está destinada al repoblamiento de embalses y al consumo humano. En este último aspecto, la mojarra ha resultado ser un importante componente para la economía de algunas regiones de México. (Red de Genómica, pesca y acuacultura para la innovación)

Las enfermedades que pueden afectar a las tilapias pueden prevenirse manteniendo una alta calidad en el cuidado del ambiente y reduciendo las condiciones de estrés a las que pueden ser sometidas. La tecnología EM 1 “Microorganismos Eficaces” es ayudante invaluable en los sistemas productivos acuícolas en relación a estos aspectos (Calidad del agua-medio y alimentación), este trabajo demuestra la evaluación y la viabilidad de esta tecnología en un cultivo de Tilapia en estanques rústicos, para conocer los beneficios y ventajas que conllevaron su implementación.

La Tecnología EM es sumamente económica, segura, fácil de usar, de alta calidad, y produce resultados sostenibles. Permite mejorar de forma significativa el entorno de la producción, y a incrementar los parámetros de competitividad asociados a la productividad, sobrevivencia, salud y calidad de la producción. Además, es totalmente adaptable a las condiciones existentes en los actuales sistemas de producción de las granjas acuícolas.

El Plan de Uso de la Tecnología EM™ en la Acuicultura contempla 4 etapas objetivas:

- Aplicación del EM-Bokashi en el fondo de los tanques como fuente de materia orgánica y complementada con metabolitos derivados del proceso de fermentación anaeróbico del Bokashi. Este producto está direccionado al incremento de materia orgánica y revitalización de los tanques.
- Preparación del fondo del tanque con la adición de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos benéficos para supresión de los microorganismos patógenos.
- Establecimiento de los microorganismos benéficos en el sistema a través de la adición en la columna de agua.
- Desarrollo de la capacidad inmunológica de la producción.

Por lo anterior, evaluamos la efectividad del EM-1 en diferentes concentraciones en el cultivo de tilapia *Oreochromis nilóticos* (Var.Stirling) en estanques rústicos y tinas además de parámetros fisicoquímicos que son importantes para desarrollo del cultivo de tilapia. (Portal Oficial dela Tecnología EM en América Latina). El uso de la tecnología EM1 en el cultivo de tilapia mejorará las condiciones fisicoquímicas del agua y de sedimento, además propiciará un incremento en los parámetros de crecimiento y peso de los individuos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó la ganancia de peso en gramos de individuos de tilapia (especie y variedad) en un par de experimentos, por medio del alimento suplementado con Microorganismos Eficaces (Tecnología EM1). Los microorganismos eficaces, son un producto natural que acelera la descomposición natural de materias orgánicas. Los microorganismos que se encuentran en el EM1 pertenecen a 3 grupos: las bacterias ácido lácticas, levaduras y bacterias fotosintéticas.

La Tecnología EM1 es sumamente económica, segura, fácil de usar, de alta calidad, y produce resultados sostenibles. Permite mejorar de forma significativa el entorno de la producción, y a incrementar los parámetros de competitividad asociados a la productividad, sobrevivencia, salud y calidad de la producción. Además, es totalmente adaptable a las condiciones existentes en los actuales sistemas de producción de las granjas acuícolas. (Portal Oficial EM en America Latina).

El Plan de Uso de la Tecnología EM™ en la Acuicultura contempla 4 etapas objetivas:

•Aplicación del EM-Bokashi (salvado de trigo inoculado con la Tecnología EM1) en el fondo de los tanques como fuente de materia orgánica y complementada con metabolitos derivados del proceso de fermentación anaeróbico del Bokashi. Este producto está direccionado al incremento de materia orgánica y revitalización de los tanques.

• Preparación del fondo del tanque con la adición de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos benéficos para supresión de los microorganismos patógenos.

• Establecimiento de los microorganismos benéficos en el sistema a través de la adición en la columna de agua.

• Desarrollo de la capacidad inmunológica de la producción. (Portal Oficial EM en America Latina)

Los experimentos fueron establecidos en el mes de noviembre de 2016 en la granja acuícola “El Rincón del Bonete” en la comunidad El Ciruelo, perteneciente al municipio de La Huacana, Michoacán.

El primer experimento se llevó a cabo en dos estanques rústicos con una profundidad de 1.75 m, cada uno correspondía a un tratamiento (testigo y tratamiento EM). Al estanque testigo no se le hizo un tratamiento de choque y contenía 8,000 alevines de tilapia en un área de 1,674.336 $m^{2.}$ Mientras que el estanque de tratamiento EM media 2,087.50 m2 y contenía 10,000 alevines. A este estanque se le realizo un tratamiento de choque con bolas de Bokashi en cada metro cuadrado y fue inoculado con 365 Lts de Microorganismos Eficaces (EM-1; (Portal Oficial EM en America Latina), además se le adicionaron semanalmente 70 Lts de EM para tratamiento de estabilización (Portal Oficial EM en America Latina). Los peces fueron alimentados con una mezcla del alimento comercial NUTRIPEC y EM-Activado a una razón de 1:25, tres veces al día de acuerdo a su desarrollo señalado en las tablas de alimento NUTRIPEC (https://www.nutrimentospurina.com, 2017; Fig. 1).

En el segundo experimento de alimento se utilizaron dos concentraciones de la Tecnología EM 1, 5% y 10 % respectivamente, además de un tratamiento testigo, cada tratamiento tenía tres repeticiones. Cada tratamiento contenía 100 individuos en tinas de 80 X 32 cm. Los individuos eran alimentados tres veces al día siguiendo los lineamientos de las tablas de alimento (https://www.nutrimentospurina.com, 2017).

Para evaluar la ganancia de peso en los peces, se realizaron biometrías cada 15 días a partir del 14 de diciembre del 2016 hasta el 19 de mayo de 2017, con un total de 376 días. Además, se evaluó al inicio y termino del ciclo factores fisicoquímicos del medio de cultivo como: demanda biológica de oxígeno (DBO), materia orgánica, pH, y turbidez.

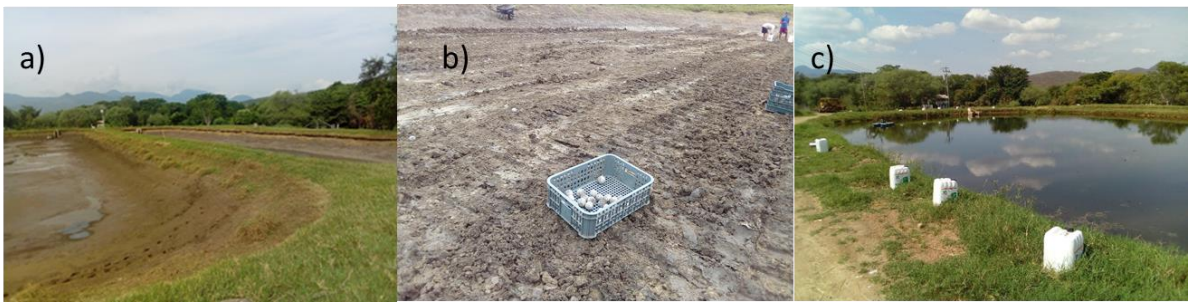


Figura 1. Establecimiento del estaque tratamiento EM 1: a) creación del estanque, b) implementación de Bokashi para tratamiento de choque c) tratamiento de estabilización con EM.

Los análisis estadísticos consistieron en T-Student para comprar el peso de individuos entre los estanques y análisis de varianza (ANOVA) para los tratamientos de las tinas, previa exploración de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis en Tinas

Se observó que el peso alcanzado al final del experimento, los individuos entre tratamientos fueron significativamente diferentes ($F_{2,27}$=0.33 p=0.71). Donde, los individuos del tratamiento EM 10% (Promedio± 11.63, EE± 2.67; Fig.2) es 1.1. veces más pesado que los individuos del tratamiento EM 5% (Promedio± 10.44, EE± 2.52) y 1.3 veces más pesado que los individuos testigo (Promedio± 8.75, EE± 2.10). Empero no se encontraron diferencias entre los tratamientos EM 10% y EM 5%.

Por otro lado, la supervivencia de individuos en los estanques vario, teniendo el tratamiento EM 10% el mayor porcentaje de supervivencia (51%), seguido por tratamiento EM 5% (47%) y en menor porcentaje el tratamiento testigo (45%). Sin embargo, cabe desatacar que al menos el 50% de los alevines empleados en el experimento se encontraban infectados por una bacteria.

Análisis en Estanques Rústicos

La media de peso alcanzada por los individuos al final del estudio del tratamiento EM1 fue de 175.67 gr (EE± 35.05), mientras que los individuos del tratamiento testigo correspondió a 127.70 gr (EE± 44.11). De acuerdo a los análisis estadísticos, existen diferencias significativas entre los tratamientos (p=0.88), siendo viable las condiciones generadas por la implementación de la Tecnología EM 1 (Fig. 3).

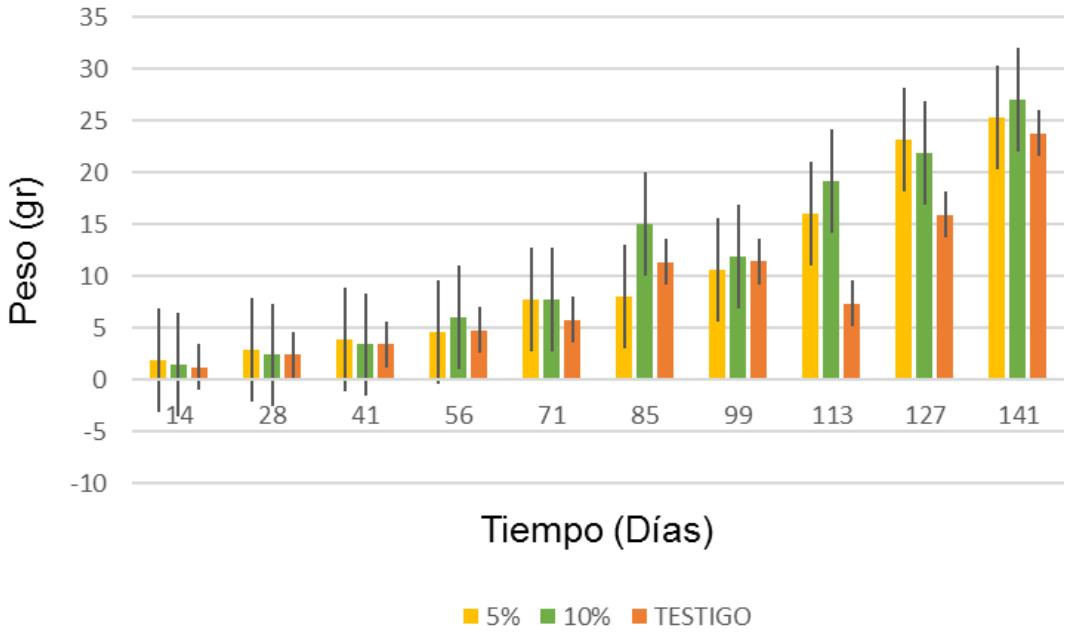


Figura 2. Peso (gr) a lo largo del tiempo de tilapia (*Oreochromis nilóticos* Var. Stirling) en tres tratamientos diferentes.

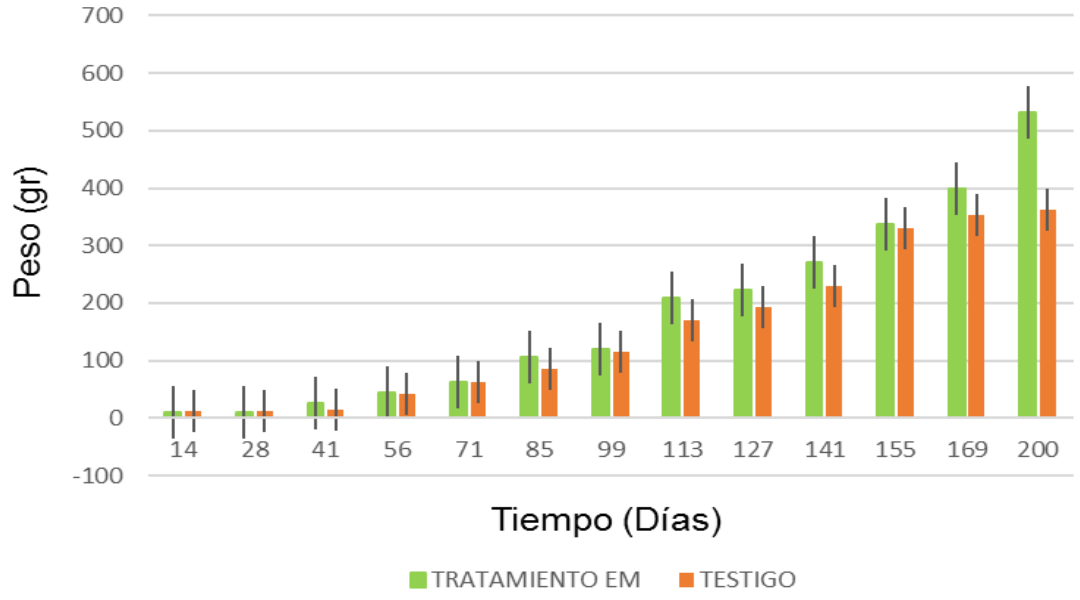


Figura 3. Peso (gr) a lo largo del tiempo de tilapia (*Oreochromis nilóticos* Var. Stirling) en dos tratamientos diferentes.

Al final del experimento, se encontró que los peces del tratamiento EM1 alcanzaron un tamaño longitudinal en promedio de 31.75 cm (EE± 0.56), mientras que los peces del tratamiento median en promedio 24.47 cm de largo (EE± 0.76).

Análisis fisicoquímico del agua de los estanques.

Los análisis de demanda biológica de oxígeno (DBO) y materia orgánica (MO), fueron realizados mediante un muestreo aleatorio al inicio y al término del ciclo (Fig.4). Se observó, que el estanque con la Tecnología EM1 propició condiciones viables para el desarrollo del cultivo de tilapia, mejoró la calidad del agua pues inhibió el crecimiento de algas en comparación con el estanque testigo, además los individuos que se encontraban en el estanque con EM1 tuvieron un sano crecimiento en el estanque en comparación con el testigo, esto, se observó durante el ciclo en algunos individuos afectados por hongos y bacterias.

	DBO	**MO**
Testigo	149.78 mg/L	0.97%
Tratamiento	130.28 mg/L	1.64%

Figura 4. Resultados de la demanda biológica de oxígeno y materia orgánica (MO) de estanque testigo y tratamiento EM-1.



Figura 5. Estanques rústicos: a) estanque testigo, b) estanque tratamiento EM1.

Los resultados encontrados en este estudio, se asemejan al trabajo realizado por Melgar-Valdez (2012), quien encontró diferencias significativas en peso ganado al final del experimento de *Oreochromis niloticus* ($F= 20.96$; $p<0.5$). Además, reporta que la sobrevivencia de los individuos fue mayor en los tratamientos con la tecnología EM1, siendo un 73% y 79% de supervivencia comparada con el control.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados anteriormente mencionados, se encontró que la complementación del alimento suministrado con la Tecnología EM1 como probiótico genera una ganancia de peso significativa e importante en los individuos de *Oreochromis nilóticos* (Var.Stirling), además se observó que el tamaño del desarrollo de los individuos fue homogéneo e incluso los pesos ganados fueron en un periodo más corto al de usualmente seis meses.

En cuanto a la calidad del medio, la tecnología demostró que su implementación logra conservar agua más inocua, permitiendo que el desarrollo de la tilapia se lleve a cabo sin alguna enfermedad de hongos y bacterias.

Por lo tanto, la implementación de la Tecnología EM1 en el alimento de tilapia no solo favorece el crecimiento y peso de los individuos, sino que es una alternativa que puede sustituir el uso de antibióticos y terapéuticos en acuacultura.

LITERATURA CITADA

Melgar-Valdez Carolina Esther. (2012). *Evaluación de la tecnología EM en granjas acuícolas comerciales en Tabasco.* Villahermosa Tabasco, México: El Colegío de la Frontera Sur.

Portal Oficial EM en America Latina. (s.f.). *¿Cómo funciona el EM?*

Portal Oficial EM en America Latina. (s.f.). *Acuicultura.*

PURINA. (s.f.). *Nutripec.*

LOS ACTINOMICETOS: UNA ALTERNATIVA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE HONGOS PATÓGENOS DE LOS CÍTRICOS (*Citrus* sp.)

Laura Glenys Polanco-Florián[1]
Orquídea Pérez-González[1]
Omar Guadalupe Alvarado-Gómez[1]

RESUMEN

El cultivo de cítricos es afectado por hongos patógenos que reducen su producción y provocan la muerte de árboles. Su control por lo general, se basa en el uso de fungicidas sintéticos. El uso intensivo de fungicidas puede producir efectos colaterales como la resistencia de plagas y enfermedades, la reducción de microorganismos benéficos y desequilibrio ambiental. Una alternativa es el uso de agentes antagónicos, los cuales pueden regular el desarrollo y propagación de los patógenos mediante diversos mecanismos, y al mismo tiempo contribuyen con el manejo sustentable. Entre los microorganismos utilizados como biocontrol se encuentran los actinomicetos, los cuales forman parte de la biota del suelo y poseen la capacidad de producir una gran cantidad de compuestos como antibióticos y antifúngicos. Con el objetivo de probar cepas de actinomicetos contra hongos fitopatógenos de los cítricos fueron aislados actinomicetos de suelo y se evaluó su capacidad antagónica frente a los fitopatógenos *Lasiodiplodia theobromae*, *Phomopsis* sp. y *Alternaria* sp. Los resultados reflejan que el mayor porcentaje de inhibición lo presentó la cepa ACT1 frente al hongo *L. theobromae*, con un 56% de inhibición y la cepa ACT2 causó una inhibición de 48%. Asimismo la cepa ACT1 inhibió el crecimiento de *Phomopsis* sp. en 52%, y la cepa ACT2 con 49%. La cepa ACT1 mantuvo su capacidad inhibitoria por más de 20 días. El grado en que las cepas de actinomicetos pudieron reducir el crecimiento de los hongos estudiados y el tiempo en el que los pudieron mantener inhibidos, presentan una alternativa de control para resolver los problemas sanitarios que causan los fitopatógenos al cultivo de cítricos.

PALABRAS CLAVES: Actinomicetos, antagonismo, biocontrol, inhibición, fitopatógenos

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cítricos es afectado por varios hongos fitopatógenos, los cuales pueden causar diversas enfermedades y reducen su producción. Estos patógenos pueden ser hallados causando lesiones en las hojas, cáncer, necrosis, pudriciones de raíces, pedúnculos y frutos, marchitez, muerte de ramas y muerte regresiva (Adesemoye *et al.,* 2014; McBride *et al*., 2010).

La muerte regresiva de los cítricos particularmente, es provocada por el hongo Lasiodiplodia sp. (Adeseymoye *et al*., 2014). Este hongo también produce síntomas similares en una amplia gama de especies vegetales de importancia económica como en el aguacate (*Persea americana*), el mango (*Mangifera indica*), el sapote mamey (*Pouteria sapota* Jacq.), la vid (*Vitis vinifera*), entre otros (Arjona *et al*., 2015; Marques *et al*., 2013; Pitt *et al*., 2013; Tovar *et al*., 2013; Úrbaez *et al.,* 2013). Por lo general, el método de control de este hongo es mediante las aplicaciones de fungicidas sintéticos como la herramienta principal de supresión, permaneciendo escasa la

información acerca del uso de microorganismos benéficos como agentes de biocontrol (Adeniyi *et al.,* 2013; Álvarez, 2015; Tovar *et al*., 2013).

Sin embargo, el uso intensivo de fungicidas puede producir efectos colaterales como la resistencia de plagas y enfermedades, la reducción de microorganismos benéficos y la contaminación del ambiente (Bravo *et al*., 2006). Los agentes utilizados como biocontrol reducen significativamente las poblaciones de fitopatógenos y con su uso se pretende equilibrar las perturbaciones ecológicas provocadas por los agroquímicos (Badii y Abreu, 2006).

Entre los grupos de microorganismos utilizados como biocontrol se encuentran los actinomicetos, los cuales han sido ampliamente estudiados por su capacidad de producir compuestos antibióticos y antifúngicos (Abdallah *et al*., 2013; Davila *et al*., 2013; Lee *et al*., 2002; Sreevidya & Gopalakrishnan 2012). Los actinomicetos son bacterias Gram positivas, saprofitas, aunque algunas especies son patógenas, son halladas generalmente, en el suelo, ríos, lagos, en material orgánico en descomposición, entre otros (Quiñones *et al*., 2016). En las últimas décadas, un gran número de actinomicetos han sido utilizados en la agricultura como un medio de controlar o reducir las poblaciones de fitopatógenos causantes de enfermedades de importancia agrícola (Dávila *et al*., 2013).

Además, la superficie de cultivo destinada a la producción de cultivos orgánicos ha ido en constante aumento en todo el mundo, al mismo tiempo se ha incrementado la demanda de estos productos y han surgido nuevas regulaciones y restricciones en el uso de pesticidas sintéticos (FAO, 2014). El uso de microorganismos benéficos representan una alternativa para regular las enfermedades de plantas, especialmente para minimizar las constantes aplicaciones de agroquímicos, mejorar la sanidad de los agroecosistemas y a su vez aprovechar la gran fuente de recursos antimicrobianos presentes en el suelo.

Por lo anterior, los objetivos de este trabajo fueron aislar cepas de actinomicetos de suelo y evaluar su capacidad antagónica frente a fitopatógenos que afectan el cultivo de cítricos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aislamiento de hongos fitopatógenos

Se utilizaron tres cepas fúngicas (*Lasiodiplodia theobromae*, *Phomopsis* sp. y *Alternaria* sp.) obtenidas de muestreos realizados en huertas comerciales de cítricos con síntomas de muerte regresiva, provenientes de los estados de Tamaulipas y Nuevo León. Estas cepas se mantuvieron mediante resiembras periódicas en medio de agar-papa-dextrosa (PDA) e identificados basados en su morfología y análisis molecular.

Aislamiento de actinomicetos

Los muestreos de suelo fueron realizados durante los meses de enero-abril de 2017 en el huerto de cítricos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Campus Marín (25°52´25.76” N; 100°3´21.25”W), y en un cultivo de hortalizas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila (25°21´12.84” N; 101°01´52.40”W. Fueron colectadas tres muestras de la rizosfera a una profundidad de 10-15 cm después de eliminar la capa superficial, se seleccionaron al azar cinco puntos diferentes para formar una sola de cada sitio. Las muestras se colocaron en bolsas de plástico (capacidad de 2 k), se sellaron y almacenaron en el laboratorio en condiciones de clima fresco.

Para preparar la suspensión del suelo, fue pesado 1 gr de cada muestra y disuelto en 9 ml de agua estéril. Las diluciones fueron dejadas en reposo durante 30 minutos y luego calentadas a 50 ºC durante 10 min. Luego se prepararon diluciones seriales (1:10) hasta obtener las diluciones 10^{-2}, 10^{-3} y 10^{-4}, de las cuales se tomaron 100 µl y se sembraron mediante la técnica de extensión en cajas Petri conteniendo el medio de cultivo PDA, incubadas a 25 ºC y observados periódicamente hasta la aparición de colonias típicas de actinomicetos (Oskay *et al*., 2004).

Identificación de actinomicetos

La identificación morfológica de las cepas estuvo basada en las características de las colonias en el medio de cultivo y descripción de las estructuras observadas al microscopio.

Prueba de antagonismo in vitro

Para probar inicialmente la capacidad de inhibición de las cepas de actinomicetos aisladas, éstos fueron confrontadas contra el hongo *Alternaria* sp., el cual es un hongo comúnmente hallado en una gran variedad de cultivos agrícolas. Posteriormente, fueron confrontadas contra los hongos *L. theobromae*, *Phomopsis* sp. y *Alternaria* sp.

Las confrontaciones se realizaron con las cepas de actinomicetos ACT1 y ACT2 aisladas de los muestreos realizados. Las confrontaciones se realizaron sembrando en PDA una azada de los actinomicetos a confrontar en cuatro puntos en forma de cruz a 3 cm de distancia del centro. Pasadas 48 horas, un disco del micelio del hongo fitopatógeno de 5 mm fue colocado en el centro de la caja Petri. El testigo consistió en sembrar a los fitopatógenos solos, se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento. La evaluación final se realizó al quinto día cuando el crecimiento radial micelial del tratamiento control cubrió completamente la caja Petri. Este ensayo se realizó en dos ocasiones.

Variable evaluada

Cada unidad experimental consistió de un plato Petri y la variable fue el crecimiento radial micelial (mm) de los fitopatógenos. Las mediciones se realizaron cada 24 horas. El porcentaje de inhibición fue calculado siguiendo la siguiente formula: ((A1-A2)/A1) ×100. Donde: A1= crecimiento de la colonia del fitopatógeno (testigo) y A2=crecimiento de la colonia fungosa del fitopatógeno creciendo frente al actinomiceto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los muestreos realizados en Coahuila y Nuevo León, un total de seis aislados mostraron características típicas de actinomicetos en medio de cultivo. Después de la purificación de éstos, solamente dos cepas provenientes de Coahuila mostraron actividad inhibitoria. Las características de crecimiento de las colonias en cultivo PDA mostraron masas aéreas secas, polvosas, con bordes irregulares, de pigmentaciones variadas, observándose tonalidades de color amarillo con algunas pequeñas áreas blanquecinas y otras de color anaranjado con pequeñas pecas blancas. Al observar las colonias al microscopio (40X), estas mostraron las ramificaciones típicas de los actinomicetos. Los resultados de la tinción Gram mostraron que son bacterias Gram positivas (Fig. 1).

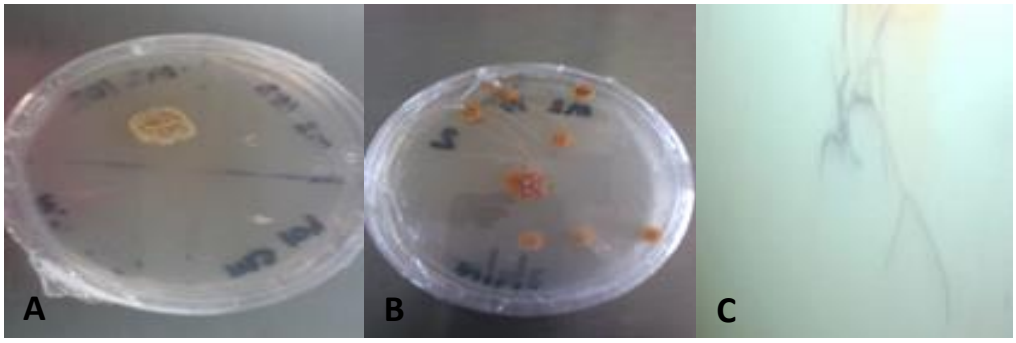


Figura 1. Aspecto macroscópico del crecimiento de los aislados de actinomicetos mostrando diferente coloración: A) Cepa ACT1. B) Cepa ACT2 y C) Aspecto microscópico.

Actividad antagónica

Las cepas ACT1 Y ACT2 probadas inicialmente contra *Alternaria* sp., evidenciaron capacidad inhibitoria contra este fitopatógeno. El mayor porcentaje de inhibición fue observado con la cepa ACT1 frente al hongo *L. theobromae* con un 56% frente a la cepa ACT2 CON 48%. La cepa ACT1 mantuvo su capacidad inhibitoria por más de 20 días. La cepa ACT1 inhibió el crecimiento de *Phomopsis* en 52%, y la cepa ACT2 con 49%. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Sánchez *et al*. (2011) y Wang *et al*. (2015) quienes pudieron aislar actinomicetos con capacidad de inhibir desde un 12 hasta 88% a fitopatógenos de importancia agrícola. Pérez *et al*. (2015) también lograron aislar actinomicetos del suelo, los cuales mostraron actividad antagónica e inhibieron por completo al hongo *Fusarium equiseti*.

La inhibición de los hongos patógenos presentada por los actinomicetos ACT1 y ACT2 probados en este estudio, puede ser causada por algún metabolito secretado por los mismos en su crecimiento. Dicho metabolito todavía no ha sido identificado, se requiere de mayores estudios para el mismo.

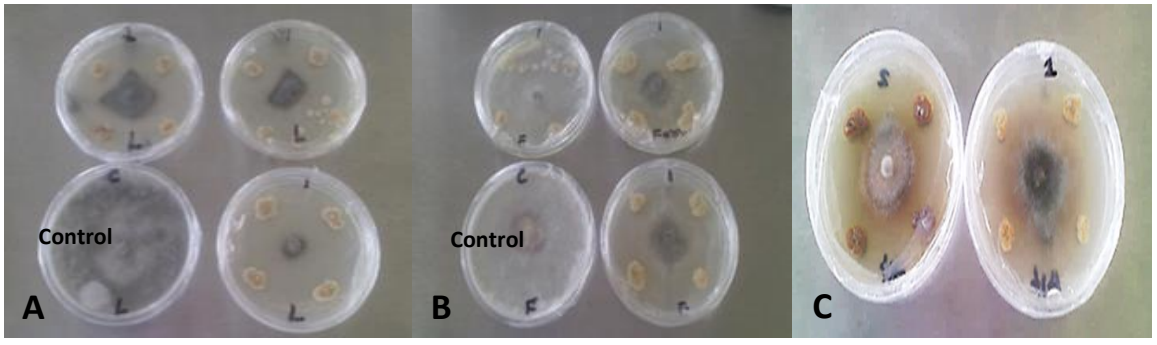


Figura 2. Las tres repeticiones y el control de la prueba de inhibición. A) *L. theobromae* vs ACT1. B *Phomopsis* sp. vs ACT1. C) *Alternaria* sp vs ACT1 y ACT2.

CONCLUSIÓN

Este ensayo de antagonismo *in vitro* permitió evidenciar la capacidad de las cepas evaluadas para inhibir el crecimiento de *L. theobromae*, *Phomopsis* sp. y *Alternaria* sp. con porcentajes de inhibición de 48 a 56%. El grado en que las cepas de actinomicetos pudieron reducir el crecimiento de los hongos estudiados y el tiempo en el que los pudieron mantener inhibidos, presentan una alternativa de control, la cual podría ser evaluada *in vivo* y contra otras especies de fitopatógenos por su capacidad de antagonismo mediante la producción de compuestos antifúngicos.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento de los estudios de Doctorado de Laura Glenys Polanco-Florián y al proyecto PAICYT de la Universidad Autónoma de Nuevo León por su contribución para la realización de este experimento.

LITERATURA CITADA

Abdallah, M.E., Haroun, S.A., Gomah, A.A., El-Naggar, N.E., and Badr, H.H. 2013. Application of actinomycetes as biocontrol agents in the management of onion bacterial rot diseases. Archives of Phytopathology and Plant Protection 46(15): 1797-1808.

Adeniyi, D.O., Adedeji, A.R., Oduwaye, O.F., and Kolawolw, O.O. 2013. Evaluation of biocontrol agents against Lasiodiplodia theobromae causing inflorescense blight of cashew in Nigeria. Journal of Agriculture and Veterinary Science 5(3): 46-48.

Adesemoye, A. O., Mayorquin, J. S., Wang, D. H., Twizeyima, M., Lynch, S. C., and Eskalen, A. 2014. Identification of species of Botryosphaeriaceae causing bot gummosis in citrus in California. Plant Disease 98: 55 – 61.

Álvarez, L.A. 2015. Eficacia fungicida en el control de Lasiodiplodia theobromae en plantas de palto (Persea americana) con el uso del bioestimulante a base de algas Fertimar. Plagas y Enfermedades. VIII Congreso Mundial de la Palta 135-140. www.wacperu2015.com fecha de consulta: 19/05/2017.

Arjona, G., Ariza, F.T., Sarmiento, D., Navarro, J., Ruiz, V., and López, H.C.J. 2015. Hongos patógenos aéreos asociados con la muerte regresiva en ramas de aguacate en el sur de España. Plagas y Enfermedades. VIII Congreso Mundial de la Palta 135-140. www.wacperu2015.com fecha de consulta: 19/05/2017.

Badii, M.H., y Abreu, J.L. 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plagas. International Journal of Good Conscience 1(1): 82-89.

Bravo, A., Ibarra, J., Rincón, C.M.C., Galindo, E., Patiño, M., Serrano, L., García, R., Pereyra, A.B., Alcázar, P.A., Luna, O.H., Galán, W.L., Pardo, L., Muñoz, G.C., Cabrera, R.I., Decok, C., Herrera, S., Ferrer, J., Ortega, I., Lopez, S.A., and Amora, V. 2014. First report of the fungus *Fomitiporia maxonii* Murrill causing citrus Wood rot in comercial orange and grapefruit groves in Cuba. Crop Protection 58: 67-72.

Dávila, M. M.D., Gallegos, M. G., Hernández, C.D., Ochoa, F.Y.M., y Flores, O.A. 2013. Actinomicetos antagónicos de importancia agrícola. Revista Mexicana de Ciencias Agricolas 4(8): 1187-1196.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2014. Anuario Estadístico. La alimentación y la agricultura en América Latina y el Caribe. www.fao.org/publications Fecha de consulta 13/05/17.

Lee, C.H., Kim, B.J., Choi, G.J., Cho, K.Y., Yang, H., Shin, C., Min, S., and Lim, Y. 2002. Streptomyces with antifungal activity against rice blast causing fungus *Magnaporte grisea*. Journal of Microbiology and Biotechnology 12(6): 1026-1028.

Marqués, MW., Lima, N.B., Morais, M.A., Michereff, S.J., Phillips, A.J.L., and Cámara, M.P.S. 2013. *Botryosphaeria, Neofusicoccum, Neocytalidium* and *Pseudofusicoccum* species associated with mango in Brazil. Fungal Diversity 61: 195-208.

McBride, S., French, R., Schuster, G., y Ong, K. 2010. Guía de enfermedades de los cítricos. AgriLife Extension. Texas A&M System. 12 p.

Oskay, M., Usame, T.A., and Azeri, C. 2004. Antibacterial activity of some actinomycetes isolated from farming soils of Tuley. African Journal of Biotechnology 3(9): 441-446.

Pérez, C.D.A., García, G.N.Y., Gallegos, M.G., Ruiz, C.M.F., Berlanga, R.D.I., y Rios, V.C. 2015 aislamiento de actinomicetos asociados a rizosfera de árboles de manzano antagónicos a *Fusarium equiseti*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. (6):1629-1638.

Pitt, W.M., Huang, R., Stell, C.C., and Savocchia S. 2013. Pathogenicity and epidemiology of Botryosphaeriaceae species isolated from grapevines in Australia. Australasian Plant Pathology 42: 573-582.

Quiñones, A.E.E., Evangelista, M.Z. y Rincón, E.G. 2016. Los actinomicetos y su aplicación biotecnológica. Elementos 101: 59-64.

Sánchez, O.M.R., Sánchez, P.S.R., Gallegos, M.G., y Sánchez, A.A. 2011. Actividad inhibitoria de actinomicetos aislados de hormigas cultivadoras de hongos (Hymenoptera:Formicidae) sobre *Colletotrichum lindemuthianu*, y *Rhizoctonia solani*. Revista Agraria 8(1): 14-17.

Sreevidya, M., and Gopalakrishnan, S. 2012. Bacteria and actinomycetes as biocontrol agents for the control of fungal of chickpea and sorghum. International Crops Research Institute for the Semi Arid Tropics, 293 p.

Torres, C., Latorre, B. A., Undurraga, P., and Besoain, X. 2013. Evaluation of DMI fungicides against species of *Diplodia* and *Neofusicoccum associated* with *Botryosphaeria* canker of grapevine. Cien. Inv. Agr. 40(1): 131- 138.

Tovar, P. J.M., Mora, A. J.A., Nava, D.C., Téliz, O.D., Villegas, M.A., and Leyva, M.S.G. 2013. Control of Lasiodiplodia theobromae, the causal agent of dieback of sapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore and Stern] grafts in Mexico. Rev. Fitotec. Mex. 36(3): 233-238.

Úrbaez, T., J. R., Peduto, F., Vossen, P. M., Krueger, W. H. and Gubler, W. D. 2013. Olive twig and branch dieback: etiology, incidencen and distribution in California Plant Disisease 97: 231 – 244.

Wang, L., Xing, M., Di, R., and Luo, Y. 2015. Identification and antifungal activities of *Streptomyces aureoverticillatus* HN6. J. Plant Pathol Microb. 6: 281.

PROCESO DE ADAPTACIÓN, DESARROLLO AGRONÓMICO, Y RENDIMIENTO PRELIMINAR DEL GUAYULE, EN EL SUR DE SONORA

Sergio Muñoz-Valenzuela[1]
DavId A. Dierig[2]
Sam Wang[2]

RESUMEN

En el Block 1107 Lote 1 del Valle del Yaqui, Sonora, México, a partir del ciclo agrícola primavera-verano de 2016, se estableció un Desarrollo Experimental de guayule *Parthenium argentatum* Gray, con el objetivo de explorar y analizar la posibilidad de establecer la especie en las condiciones agroecológicas de la región. Se establecieron tres lotes de guayule en tres fechas de siembra: 15 de mayo, 23 de septiembre, y 19 de diciembre, en un tipo de suelo de barrial profundo. La siembra se hizo en terreno seco y en forma manual, estableciendo dos plantas por metro lineal en surcos separados a 80 centímetros. El sistema de riego utilizado fue por gravedad, recurriendo en un inicio a la aplicación constante de agua para mantener húmeda la capa superficial del suelo para facilitar el proceso de germinación. La fertilización utilizada fue a base de nitrógeno y fósforo bajo la fórmula 250-50-00. La emergencia de plántulas en cada uno de los casos, ocurrió en un período de tres a cuatro días. Durante el desarrollo del cultivo, se hicieron observaciones agronómicas periódicas respecto a la población de plantas, días a floración, patrón de crecimiento, entre otras variables, sin presentarse problemas de plagas y enfermedades de importancia, mientras que el control de malezas se llevó a cabo en forma manual. Al cumplirse un año de edad de la primera fecha del cultivo, se hizo un muestreo para determinar la producción de biomasa fresca y biomasa seca en cada una de las diferentes fechas. La máxima expresión en rendimiento de materia seca de la primera fecha de siembra fue de 53.2 toneladas por hectárea.

PALABRAS CLAVE: Caucho, Resina, Biomasa, Hule, Jehuite, Industria

INTRODUCCIÓN

Desde hace años se ha despertado el interés por la búsqueda de nuevas fuentes renovables de materias primas, que permitan hacerle frente a un futuro que asegura escasez y encarecimiento. El desierto de Chihuahua ofrece, dentro de sus más interesantes posibilidades, un arbusto conocido como guayule *Parthenium argentatum* Gray cuyo interés como productor de hule se remonta hasta el año de 1852, en que fue descubierto, y que continúa hasta el final de la II Guerra Mundial, cuando con el surgimiento de los hules sintéticos se relega momentáneamente el interés por las fuentes renovables de hule natural. Los escenarios actuales, cambiantes día con día, exigen la búsqueda permanente de nuevas perspectivas (algunas como en el caso del guayule, son solo el renacimiento de viejos programas) que con la ayuda de la ciencia y las técnicas modernas, podrán ser finalmente convertidos en importantes y permanentes elementos de desarrollo (Campos y McGinnies, 1978).

Los antepasados indígenas de México, extraían el hule del guayule (guayule del náhuatl *cuahuitlulli*, *cuauhuitl*-árbol, *ulli*-hule) por masticación y lo empleaban, entre otras cosas, para la

manufactura de pelotas que usaban en el "juego de pelota". Los españoles al verla manifestaron… "*es una bola que rebota y que parece tener vida propia".*.. (Robles, 1980).

El guayule, es una especie vegetal, productora de caucho, materia prima utilizada en la fabricación de neumáticos y diversos sucedáneos, también conocido por diferentes nombres, lo que depende de cada región en específico. En Zacatecas se conoce como "afinador", "yerba del hule" en Durango, y "jehuite" en otros lugares. Es una especie originaria de las regiones semiáridas de México y Estados Unidos. El área señalada como su hábitat nativo, se localiza en una zona de 336,500 km^2 ubicada en el norte de México y la región del Big Bend en Texas, por lo tanto, el llamado cinturón de guayule, se extiende desde la porción norte-central de California, cruzando la sección austral de Arizona, Nuevo México, y Texas, hasta el Golfo de México, y por otra parte, la especie se ha introducido a otros países como Rusia, España, Argentina, y Turquía (Anónimo, 1884). El guayule, es un arbusto leñoso y ramificado que suele alcanzar unos 70 centímetros de altura, llegando a medir hasta un metro o más. Casi todas las ramas se desarrollan sin separarse mucho entre sí, formando una mata más o menos densa. La corteza del tallo principal es áspera y rugosa y de color moreno oscuro. La raíz está protegida por una capa de corcho, y las hojas son de filotaxia alterna y de forma lanceolada, provistas de uno a cuatro picos laterales irregularmente colocados que le dan la apariencia de lobuladas, otra veces no presentan picos. Su color es plateado debido a un finísimo tomento que cubre las dos caras, el pecíolo, y la parte superior de las ramas. Las flores se producen en corimbos de cabezuelas en la extremidad larga y desnuda de las ramas. Los capítulos son pequeños y llevan en su base una pequeña hoja bracteiforme, y están provistos de un involucro biseriado con las brácteas redondeadas. Consta cada capítulo de dos clases de flores, las del disco en número de 12 a 15, que son tubulosas, blancas, de limbo quintidentado y estériles, y las flores radiales, en número de 5 a 6, liguladas, con limbo tridentado y de color blanco, las cuales son fértiles (Martínez, 1959).

El guayule en condiciones naturales se le ha encontrado conviviendo muy de cerca con otras especies adaptadas a zonas desérticas y semidesérticas, se asocia con la "palma samandoca" *Yucca carnerosana*, a las cactáceas *Echinocereus* y *Mammillarias*, a la "mariola" *Parthenium incatum*, a la "gobernadora" o "hediondilla" *Larrea divaricata*, a la "lechuguilla" *Agave lechuguilla*, al "mezquite" *Prosopis juliflora*, al "ocotillo" *Fouquieria splendens* y frecuentemente al "sotol" *Dasylirion duranguense*. El guayule se encuentra siempre en lugares descubiertos y expuesto al sol, ya que no hay en sus dominios especies arbóreas que le den sombra, y se ve además expuesto a los vientos sin protección alguna, y donde hay lluvias escasas, circunstancias que le favorecen. Está adaptado a climas extremosos, es decir, muy caliente durante el día y muy frío durante la noche, por lo tanto, soporta heladas, pero si son muy intensas y frecuentes, pudiera perjudicarlo (Martínez, 1959). Durante el período comprendido de 1905 a 1950, esta especie industrial, fue explotada comercialmente en México, para la producción de hule, las plantaciones presentes en el desierto fueron sobre-taladas, pero a pesar de eso, en los últimos tiempos, se ha presentado un notable restablecimiento (Rodríguez-García *et al*, 2002), y se considera además, que existe un interés comercial de esta planta, para la obtención de caucho natural hipoalergénico y como fuente de energía (Coffelt *et al*, 2009), y es por eso que el cultivo pudiera extenderse a zonas potenciales, en virtud de ser una especie altamente especializada para adaptarse a severas condiciones de sequía y calor, toda vez que compite con otras especies de su hábitat original, y se considera una especie de rápido crecimiento, ya que a los 2 años alcanza un rendimiento del 25% de su tamaño adulto, y llega a vivir de 30 a 40 años (Anónimo,1984).

Para que el guayule exprese su máximo rendimiento de biomasa, se requiere de un tiempo de 5 a 8 años, tiempo que aparentemente se puede reducir por medio de una irrigación constante. En plantíos de una densidad de 19,200 plantas, se calcula una producción primaria anual de 534 kg/ha de cada planta individual, y por otra parte, la máxima acumulación de goma o resina ocurre en la estación de invierno, cuando la temperatura nocturna baja a menos de 7°C, ya que las

temperaturas bajas no congelantes, estimulan la producción. Las cosechas altas de caucho se logran durante períodos en los que las altas temperaturas del día son seguidas por bajas temperaturas durante la noche; en esas condiciones, se produce hule en una relación de al menos 10% de su peso seco. La producción de hule puede empezar a declinar hasta los 11 o 13 anos de edad del cultivo. Puede obtenerse mayor producción de goma y de peso seco si la planta crece con nutrientes altos en nitrógeno (Anónimo, 1984).

El guayule es un cultivo demandante de suelos arenosos y con textura media de buen drenaje. Requiere de mucha luz, y necesita de temperaturas bajas nocturnas; es un cultivo moderadamente resistente a la sequía y resistente a las temperaturas elevadas. El guayule no muestra danos aun hasta los 48.8°C, y cuando la temperatura del suelo excede los 18°C y se somete a una fuerte irrigación, entonces se puede favorecer la aparición de enfermedades. Por otra parte el guayule puede permanecer en buen estado aun cuando las temperaturas nocturnas alcanzan los -12°C, y aun hasta los -17°C (Anónimo, 1984).

De 1948 a 1959, se estableció en Salinas, California, un programa de mejoramiento genético de guayule, auspiciado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, tomando como base una colección de guayules de México. El objetivo del programa fue incrementar los rendimientos unitarios de biomasa y los contenidos de caucho y resina. Los mejores resultados se obtuvieron en Salinas y Bakerfield. Los mismos ensayos se establecieron en el sureste de Texas. Para 1976 se empezó con un programa de mejoramiento en Arizona, trabajando con 25 líneas proporcionadas por el Laboratorio de Germoplasma de Forth Collins, Colorado. Las primeras siembras se hicieron en Mesa, Arizona, donde se seleccionaron las mejores plantas (Rubis, 1978).

No obstante el esfuerzo constante de investigación, se considera que aún hay mucho por hacer con respecto al manejo de la especie. A nivel comercial, se está trabajando con los sistemas de siembra, ya que se tiene cierto grado de dificultad para hacer que el cultivo se establezca satisfactoriamente por medio de la siembra directa. Es posible obtener de un 15 a un 57% de éxito en la germinación y emergencia, lo que depende de la calidad de la semilla y de la época de siembra, aplicando irrigación frecuente con agua de buena calidad, carente de sales. Las semillas recién sembradas y las plántulas resultantes son vulnerables a la desecación si se les riega poco, y son susceptibles a las enfermedades fungosas si se aplica agua en exceso. Una vez establecidas, la frecuencia de riegos disminuye considerablemente. Una vez cosechada la biomasa, el guayule tiene la facilidad de brotar y desarrollar una nueva planta.

Se considera que el guayule en el futuro pudiera establecerse en Arizona y Sonora, en virtud del tipo climático predominante, de tal manera que el objetivo de este trabajo fue caracterizar y evaluar el comportamiento de la especie bajo las condiciones agro-ecológicas del Valle del Yaqui, Sonora, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experimentación se está llevando a cabo en dos localidades del Valle del Yaqui, Sonora, México, en el Block 1107 la primera y en el Block 1208 la segunda, y para los efectos del presente trabajo, se hará referencia a la localidad del Block 1107 Lote 1, donde predomina un tipo de suelo de barrial profundo, de topografía plana, y con sistema de riego de gravedad. La superficie agrícola del Valle del Yaqui se encuentra localizado entre los paralelos 27°00’ y 27°45’ de Latitud Norte, y entre los meridianos 109°30’ y 110°20’ de Longitud Oeste respecto al meridiano de Greenwich. La siembra se llevó a cabo en tres etapas durante el año 2016. La primera fecha se

estableció el 15 de mayo, la segunda el 23 de septiembre y la tercera el 19 de diciembre. Cada uno de los lotes representa una superficie de 2500 m^2, es decir, un cuarto de hectárea. La siembra se hizo en surcos separados a 80 cm. El terreno se fertilizó bajo la fórmula 250-50-00 previo análisis de laboratorio. La siembra se hizo en forma manual, a una densidad de 500 gramos de semilla por hectárea utilizando turba comercial como vehículo en virtud del tamaño diminuto de la semilla. Las plantas quedaron establecidas a 50 centímetros de separación para una población de 25 mil unidades por hectárea (Fig.1), y por último, se hizo una estimación preliminar simple de los rendimientos de biomasa, base húmeda y base seca, tomando como base una parcela experimental aleatoria útil de una superficie de 2.4 m2 (Fig.2) repetida tres veces en guayules contrastantes de cada fecha de siembra. Las muestras obtenidas fueron cortadas (Fig.3) y pesadas en campo (Fig.4). La información más importante, será determinada bajo método, para Mayo de 2018.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los rendimientos preliminares obtenidos de biomasa en fresco, se presentan en el cuadro 1 anexo. Se presentan datos contrastantes en virtud de seleccionar tres unidades experimentales dentro de cada fecha de siembra. Los contrastes obedece a la sensibilidad de la especie para desarrollarse aun dentro de un mismo lote, lo cual se estima que pudiera ser debido a algunas diferencias en el contenido de sales en el suelo y en el agua de riego, lo que pudiera constatarse por medio del análisis químico del suelo y del agua de riego.

Cuadro 1. Altura de planta y rendimiento de biomasa de guayule en fresco en tres fechas de siembra. Block 1107 Lote 1, Valle del Yaqui, Sonora, México.

No. de orden	No. de muestra	Alt/planta (cm)	Peso X/planta (kg)	Peso/parcela (kg/2.4 m^2)	Rend/biomasa (ton/ha)
1	IA	110	3.738	22.425	93.4
2	IB	102	3.375	23.625	98.4
3	IC	78	0.882	6.175	25.7
Promedio		**97**	**2.665**	**17.408**	**72.5**
4	IIA	103	2.411	16.875	70.3
5	IIB	84	1.889	13.220	55.1
6	IIC	69	1.583	9.500	39.6
Promedio		**85**	**1.961**	**13.198**	**55.0**
7	IIIA	76	1.354	8.125	33.6
8	IIIB	71	1.362	8.175	34.1
9	IIIC	58	0.728	4.375	18.3
Promedio		**68**	**1.148**	**6.892**	**28.7**

Cabe destacar que en este respecto, la mayor parte del agua de riego proviene del sistema de presas de la cuenca del Río Yaqui, sin embargo, se cuenta con una batería de 280 pozos profundos, los cuales extraen agua de diferentes calidades. El desarrollo de las plantas de guayule fue normal, con alturas de plantas variables desde los 58 hasta los 110 centímetros de altura, lo que concuerda con Martínez, 1959. El máximo rendimiento obtenido de materia fresca fue de 93.4 ton/ha, sin embargo lo más interesante en este caso, es el rendimiento de materia seca y los contenidos de caucho y de resina. En el cuadro 2 se expresan los resultados

Cuadro 2. Altura de planta y rendimiento de biomasa de guayule en seco en tres fechas de siembra. Block 1107 Lote 1, Valle del Yaqui, Sonora, México.

No. de orden	No. de muestra	Alt/planta (cm)	Peso X/planta (kg)	Peso/parcela (kg/2.4 m^2)	Rend/biomasa (ton/ha)
1	IA	105	1.904	11.425	47.6
2	IB	98	1.751	12.260	53.2
3	IC	68	0.514	3.600	15.0
Promedio		**90**	**1.390**	**9.095**	**38.6**
4	IIA	97	1.404	9.825	40.1
5	IIB	80	0.746	5.225	21.8
6	IIC	63	0.738	4.425	18.4
Promedio		**80**	**0.963**	**6.492**	**26.8**
7	IIIA	71	0.500	3.000	12.5
8	IIIB	65	0.492	2.950	12.3
9	IIIC	53	0.250	1.500	6.3
Promedio		**63**	**0.414**	**2.483**	**10.4**

En el cuadro 2 se presenta la información relativa a la materia seca. Transcurrieron diez días para determinar el rendimiento de materia seca. La altura de planta ligeramente fue inferior, debido a la contracción de las plantas por deshidratación. Los rendimientos por hectárea de la biomasa fue reducida prácticamente a la mitad, lo que significa que las plantas de guayule tienen una alta capacidad de almacenaje de agua, capacidad que puede variar dependiendo de la edad de la planta. El rendimiento máximo de biomasa o materia seca, fue de 53.2 kg/ha en plantas de un ano, rendimiento que disminuye en plantas de menor edad debido a los bajos contenidos de lignina. En estudios posteriores se aplicará el método científico para analizar la información completa.



Fig.1. Etapa fenológica de inicio de floración y población de plantas.

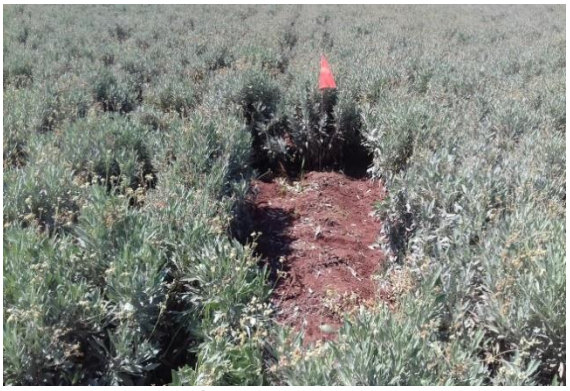


Fig.2. Parcela útil utilizada para la estimación de la producción de biomasa.



Fig.3. Corte y preparación de las plantas para determinar el peso individual.



Fig.4. Determinación del peso por planta y medición de la altura.

CONCLUSION

De acuerdo con el objetivo planteado, y por los resultados preliminares obtenidos en este estudio, se concluye que el cultivo de guayule se adapta bien a las condiciones agroecológicas del Valle del Yaqui, Sonora, México, y pudiera ser en un futuro, una opción de siembra para los productores agrícolas

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo experimental preliminar, agradecen la participación de los agricultores cooperantes Miguel Rosas Enríquez y David Karam Conant, por el apoyo incondicional brindado en el desarrollo de los trabajos de campo; asimismo, se agradece la asistencia técnica de Ernesto Zúñiga Cota y Sergio Salguero Cadena; y de los agrónomos investigadores José Eliseo Ortiz Enríquez, Ignacio Moreno Murrieta, Isidoro Padilla Valenzuela, Lope Montoya Coronado, Néstor Aguilera Molina, Lope Montoya Coronado, Xochilt Militza Ochoa Espinoza, y Juan Manuel Cortés Jiménez.

LITERATURA CITADA

ANÓNIMO. 1884. Parthenium argentatum A. Gray. Publicado en Synoptical Flora of North America 1(2). 245. 1884.

Campos, L.E. y McGinnies, W. 1978. Guayule: Reencuentro en el desierto. Conferencia Internacional sobre guayule. Gobierno del Estado de Coahuila. Conacyt. Ciqa. Conaza. Saltillo, Coahuila, México. 436p.

Coffelt, T.A., Nakayama, F.S., Ray, D.T., Cornish K., McMahan C.M., and Williams, C.F. 2009. Plant population, planting date, and Germplasm effects on guayule latex, rubber, and resin yields. Industrial Crops and Products 29:255-260.

Martínez, M. 1959. Plantas útiles de la flora Mexicana. Ediciones Botas-México. México, D.F. 621 p.

Robles, S.R. 1980. Producción de Oleaginosas y Textiles. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D.F. 675 p.

Rubis, D.D. 1978. The need for a plant breeding program in guayule. In: Guayule: reencuentro en el desierto. Gobierno del Estado de Coahuila. Conacyt, Ciqa, Conaza. Saltillo, Coahuila, México. 243-249 pp.

Rodríguez-García R., Jasso de Rodríguez D., and J.L. Angulo-Sánchez. 2002. Guayule Production, Ruber and Biomass Response to Irrigation. In: J. Janick and A. Whipkey (eds). ASHS Press, Alexandria, VA. USA.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE PARA ENSILAR MAÍZ EN DIFERENTES ETAPAS DE MADUREZ

Francisco Javier Cárdenas-Flores[1]
Cándido Enrique Guerra-Medina[2]
Leonardo Meda-Alducin[1]

RESUMEN

La planta de maíz se utiliza ampliamente para la producción de forraje para ensilar. El grado de madurez de la planta es un factor que determina directamente la producción de materia seca y la proporción de grano y forraje. La utilización de híbridos forrajeros permite obtener altos rendimientos de matera seca por hectárea, pero es necesario determinar el grado de madurez óptimo para obtener el máximo rendimiento. Con el objetivo de obtener información para determinar la mejor época de cosecha del híbrido DK2027Y, se cosechó en tres diferentes etapas de madurez: 1, masoso; 2, 1/3 de línea de leche; 3, 1/4 línea de leche. El estudio se llevó a cabo durante el ciclo agrícola verano-otoño 2016. El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones. Se registraron las variables rendimiento en verde (RV), porcentaje de mazorca y rendimiento de materia seca (MS), las cuales se analizaron con el paquete estadístico SAS. El menor RV (48.5 t ha^{-1}) lo tuvo el estado de madurez 1/4 de línea de leche ($p \leq .01$), el mayor porcentaje de mazorca (44.5%) fue 1/4 línea de leche ($p \leq 0.01$) y el mayor rendimiento de MS (14.1 t) fue para 1/4 de línea de leche ($p \leq 0.01$). Las diferencias observadas para las variables porcentaje de mazorca y rendimiento de MS indican que el mejor rango para cosechar el hibrido es entre la etapa 1/4 y 1/3 de línea de leche.

Palabras clave: rendimiento de materia seca, híbridos forrajeros, etapas de madurez, línea de leche.

INTRODUCCIÓN

El maíz es una de las plantas más versátiles que existen para obtener alimentos, productos industriales y forraje. Durante siglos los agricultores tradicionales la han utilizado para alimentar el ganado. En la ganadería moderna, los híbridos de maíz que se desarrollaron para producción de grano también se utilizan para forraje. No obstante, existe evidencia que una alta productividad de grano no es un indicador directo de su calidad para alimentación animal, ya que en las explotaciones ganaderas se proporciona al animal la planta completa.

En México, la producción de maíz para ensilaje se caracteriza porque los rendimientos de materia seca (MS) por hectárea y contenido de grano bajos, esto es debido en parte al empleo de híbridos considerados como forrajeros, por su porte alto y gran capacidad de producir follaje, así como a un manejo adecuado para obtener grandes volúmenes de materia verde (Núñez *et al*., 2003). En Occidente, los agricultores y ganaderos con frecuencia usan como forraje la planta completa del maíz maduro. No obstante, la información disponible acerca de la condición nutrimental del cultivo en esta etapa fenológica es muy escasa para los maíces. Se requiere, en consecuencia, aprovechar el uso potencial del cultivo en la actividad pecuaria.

El forraje es una fuente de fibra que contiene nutrientes digestibles totales en la materia seca y que proporciona energía metabólica. El forraje se puede definir como el material vegetal compuesto de tallos, hojas y en ocasiones de grano, que es ofrecido a los animales como heno, forraje fresco o ensilaje, y que tiene una alta proporción de fibra: más del 30% de fibra detergente neutra. Wattiaux, (1994).

Los forrajes pueden agruparse en forrajes secos como heno, paja, cáscaras, o pastos que están formados de plantas de pradera; y húmedos como ensilajes de maíz, sorgo, otras gramíneas y leguminosas. Los forrajes producidos en los ranchos ganaderos son el alimento más económico para los hatos lecheros. (Wattiaux, 1994).

Los forrajes juegan papeles críticos en la vaca lechera debido a que son la fuente más económica de nutrientes (Hutjens, 2013). Los forrajes destinados al ganado vacuno, se cosechan o pastorean en una etapa fenológica previa a la formación de la semilla o antes de la maduración del grano, según el cultivo de que se trate (Wattiaux, 1994).

El ensilado de maíz es un componente importante en las raciones del ganado bovino lechero, ya que es un forraje de alto rendimiento energético (Goodrich y Meuse, 1985). En el proceso de ensilaje intervienen microorganismos anaeróbicos para que ocurra la fermentación y producción de ácido láctico. El forraje que se obtiene en esta forma es un apoyo fundamental para la producción de leche o carne.

Los cultivos como maíz y sorgo, alcanzan la máxima acumulación de materia seca con la madurez fisiológica del grano (Jiménez, 1979), pero la digestibilidad del forraje se reduce. La mayor cantidad de materia seca digestible por unidad de área se obtiene antes de que ocurra la madurez fisiológica del grano (Wattiaux, 1994).

El momento óptimo para ensilar maíz es cuando el grano presenta tres cuartas partes en estado masoso. En esta etapa el tallo y hojas mantienen un buen nivel del valor nutritivo; además, en el grano se almacenan cantidades importantes de almidones, en tal forma que hasta el 50% de la materia seca de la planta se encuentra en la mazorca (Wattiaux, 1994).

Los residuos del cultivo como el rastrojo de maíz, se caracterizan por tener un elevado contenido de fibra indigestible debido al contenido de lignina y su asociación con la celulosa, así como un nivel bajo de proteína cruda. Por lo general se destinan a las raciones de animales no lactantes o para becerros de engorda, que tienen requisitos de energía menores que una vaca en producción (Wattiaux, 1994). Las concentraciones de fibra aumentan al aproximarse la planta al estado de madurez fisiológica del grano (Wiersma *et al.*, 1993; Bal *et al.*, 1997).

El maíz forrajero se siembra a densidades de población altas de 80,000 plantas ha^{-1} o más. Existe evidencia con las altas densidades de población se puede reducir la calidad del forraje debido principalmente al menor contenido de grano, existe una respuesta diferencial de acuerdo a los genotipos y a su índice de cosecha. Con una adecuada distribución en el terreno, en muchos de los híbridos de maíz modernos no decrece en forma notable la calidad del forraje, al cultivarlos en altas densidades, por lo que se puede incrementar el rendimiento del forraje por unidad de superficie (Tollenar, 1989).

En condiciones de humedad limitada, los maíces de ciclo intermedio-precoz tienen mayor oportunidad de producir grano en relación al follaje. Es posible obtener una mejor calidad, porque el forraje correlaciona positivamente con otros parámetros como digestibilidad y proteína cruda. La constitución genética de las poblaciones nativas de maíz, que es heterogénea y heterocigótica, permite un mayor amortiguamiento a las condiciones adversas del clima. Los híbridos de maíz son poblaciones homogéneas y heterocigóticas, desarrollados para expresar al máximo su genotipo en ambientes favorables (Dhiman *et al*., 2002).

La calidad del forraje en el maíz depende de la composición química de la planta, su estado de madurez, las condiciones durante el crecimiento y la cosecha, y de la relación tallo-hoja-mazorca. Todos estos elementos contribuyen a la nutrición y aceptación por los animales (Hutjens, 2013).

La producción de materia seca por hectárea correlaciona positivamente con el número de días a la cosecha (r=0.89) y la altura de la planta (r=.77), y de forma negativa con el porcentaje de mazorca (r=-0.75). Por otra parte, el valor energético del maíz forrajero puede estar asociado de forma negativa con las concentraciones de fracciones fibrosas (r= -0.92) y de manera positiva con el porcentaje de mazorca (r=0.83). Además, la proporción de materia seca por hectárea se puede asociar de forma negativa con la digestibilidad in vitro (r=-0.66). (Allen, 1997; Chalupa, 1995 y Ferret *et al.,* 1997).

Otro factor que ocasiona bajos rendimientos de materia seca por hectárea es la cosecha del maíz forrajero en fases tempranas de madurez (lechoso-masoso o masoso). Crookston y Kurle (1988), emplearon el avance de la línea de leche en el grano como criterio para monitorear el desarrollo de la madurez del maíz forrajero. Wiersma *et al.,* (1993), reportaron que la mayor producción de materia seca por hectárea se obtuvo cuando el grano de maíz presentó un avance de 1/2 de la línea de leche. Investigaciones realizadas por Xu *et al.,* (1995), indican que con la cosecha de híbridos de maíz a 1/3 de la línea de leche en el grano se obtuvo la mayor producción de materia seca por hectárea. Lo anterior sugiere que es posible aumentar la producción y la calidad nutricional del forraje de maíz cambiando la cosecha a un estadío de madurez más avanzado al que normalmente se realiza en México. En la Región Costa Sur del Estado de Jalisco, no se ha evaluado la interacción de híbridos y estado de madurez en producción de materia seca para forraje, ni se dispone de información para determinar el momento óptimo de cosecha de maíz forrajera. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue evaluar y obtener información para determinar la mejor época de cosecha del híbrido DK2027Y para mejorar la producción de materia seca.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el rancho El Pabellón ubicado en el Km 4.2 Carretera Autlán El Grullo a una altitud de 817 msnm, entre las coordenadas extremas de 19º34’30’’ a los 19º53’45’’ de latitud norte y 104º07’00’’ a 104º27’35’’ de longitud oeste. El clima al que pertenece es Aw1 (Ruiz *et al.,* 2012) y la zona térmica a la que corresponde es cálida con lluvias en verano, la precipitación promedio anual hasta mayo el 2015 fue de 816 mm. El tipo de suelo es Feozem, haplico, y el pH del suelo (30 cm) es de 6.1. Las condiciones de temperaturas máximas y mínimas durante el estudio se obtuvieron de la estación meteorológica del pabellón, Jalisco (cuadro 1)

Cuadro 1. Temperaturas promedio máximas y mínimas durante el ciclo de cultivo (verano 2016)

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Temperatura máxima °C	33.2	35.4	34.3	34.0
Temperatura mínima °C	20.7	21.2	20.8	20.5

El experimento se sembró en suelo húmedo el 12 de julio de 2016, y bajo sistema de riego por gravedad. La fertilización utilizada fue utilizando 300 kg de 21 - 17 - 3 – 4S, con Nitrógeno en forma de Nitrato, fósforo como poly-fosfato y potasio y un re abonado a los 30 y 50 días después de la siembra con nitrógeno en forma de nitratos 4% de magnesio y 6% de calcio. La densidad de población de alrededor de 90 mil plantas por hectárea suministrando los riegos de auxilio a los

32, 46, 58, 72 y 81 días después de la siembra. El material genético utilizado fue el híbrido comercial DK2027Y de ciclo intermedio. Los tratamientos fueron las etapas de madurez siguientes: 1) grano masoso, 2) grano 1/4 de línea de leche y 3) grano en 1/3 de la línea de leche.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales consistieron en cuatro surcos de 0.70 x 5.0 m, considerándose los dos surcos centrales y 4.0 m de largo como parcela útil.

La determinación del estado de madurez se determinó de manera visual tomando cinco plantas al azar y observando el estado del grano (masoso, 1/3 y 1/4 de avance de la línea de leche). La línea de leche es la división entre la parte líquida y vidriosa en el grano. Las unidades calor acumuladas diariamente de la siembra a la cosecha se registraron mediante el método residual, que considera las temperaturas máximas y mínimas, con el umbral térmico de 10 ^{o}C.

El rendimiento de materia seca por hectárea se determinó a partir de la producción de ensilado y el porcentaje de materia seca a la cosecha, el cual se obtuvo de muestras representativas de cada parcela, secadas a 65 ^{o}C por 48 horas en una estufa de aire forzado. El porcentaje de mazorca se determinó de una muestra de cinco plantas representativas de cada parcela experimental.

Los análisis estadísticos para rendimiento de materia verde y materia seca por hectárea, porcentaje de materia seca y porcentaje de mazorca, se efectuaron siguiendo los procedimientos de análisis de varianza con el programa GLM (SAS, 2013). Las diferencias entre medias se determinaron con la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto al efecto del estado de madurez, la producción de forraje verde por hectárea disminuyó de 55.2 a 49.6 y 48.5 t h^{-1} ($p \leq 0.05$) para los estados masoso, avance de 1/3 y 1/4 de la línea de leche en el grano a la cosecha (Cuadro 2), respectivamente.

Cuadro 2. Producción de forraje verde, seco (t ha^{-1}) y porcentaje de mazorca de los tres estados de madurez

Variable	Estados de madurez		
	masoso	1/3 línea de leche	1/4 línea de leche
RV (t ha^{-1})	55.235 a	49.635 b	48.502 c
RMS (t ha^{-1})	11.892 b	13.742 a	14.105 a
Porcentaje de mazorca	39.25 b	44.0 a	44.5 a
MS %	22.0 c	28.0 b	29.0 a

Valores en la misma hilera y con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey ($p \leq 0.05$).
RV: Rendimiento en verde; RMS: Rendimiento materia seca; MS %: porcentaje de materia seca.

El contenido de materia seca aumentó de 22 a 28 y 29 % para los estados masoso, avance de 1/3 y 1/4 de la línea de leche en el grano a la cosecha respectivamente. El rendimiento de materia seca con un aumento de 11.8 a 13.7 y 14.1 t h^{-1} respectivamente ($p \leq 0.05$).

En los estados de madurez 1/3 y 1/4 de avance de línea de leche en el grano el porcentaje de mazorca fue mayor con 44.0 y 44.5 % que en el estado de grano masoso que tuvo 39.3 % ($p \leq 0.05$)

La cosecha se efectuó a los 83, 93 y 97 días después de la siembra con las unidades calor acumuladas de 1467.2, 1633 y 1707.7 para los estados masoso, 1/3 y 1/4 de avance de la línea de leche, respectivamente.

Las unidades calor a cosecha al avanzar el estado de madurez se correlacionaron negativamente ($p \leq 0.01$) con la producción de forraje en verde y positivamente ($p \leq 0.01$) con el contenido de materia seca (Cuadro 3). El contenido de materia seca se debe tanto a la pérdida de humedad de las plantas al avanzar el estado de madurez, así como al mayor contenido de grano, ya que éste contiene menor humedad respecto a hojas y tallo. Estudios en maíz indican que la producción de hojas y tallo se detienen primero que la producción de grano, por lo cual el porcentaje de mazorca aumenta con el avance del estado de madurez (Johnson *et al*.,1999).

Cuadro 3. Coeficientes de correlación entre producción de forraje verde, seco, porcentaje de mazorca y unidades de calor promedio de los tres estados de madurez.

	UC	RV	RMS	MS %	Porcentaje de mazorca
UC	-				
RV	-0.826**	-			
RMS	0.880**	-0.558	-		
MS %	0.967**	-0.872**	0.891**	-	
Porcentaje de mazorca	0.858**	-0.845**	0.733**	0.890**	-

UC: Unidades calor; RV: Rendimiento en verde; RMS: Rendimiento materia seca; MS %: porcentaje de materia seca.
** La correlación es significativa a ($p \leq 0.01$).

Se observó una correlación positiva ($p \leq 0.01$) entre las unidades calor a cosecha con la producción de forraje seco para los estados de madurez estudiados en este experimento. Algunos autores reportaron que las máximas producciones de materia seca por hectárea de maíz se obtuvieron cuando la cosecha se alargó hasta que se tuvo un avance de ½ de la línea de leche en el grano (Wiersma *et al* 1993, Xu *et al* 1995).

Las unidades calor a cosecha estuvieron correlacionadas positivamente ($p \leq 0.01$) con el porcentaje de mazorca. Existe información que el porcentaje de mazorca es importante debido a que el grano es la parte más energética del maíz (Johnson *et al.,* 1999).

El uso de la línea de leche en el grano para determinar cuándo cosechar el maíz para ensilaje, fue propuesto debido a la buena correlación entre el avance de la línea de leche durante la maduración del grano y el contenido de humedad de la materia total (Crookston *et al.,* 1998). Estos autores reportan contenidos de materia seca de 26, 31, 35 y 39 % para los estados correspondientes a grano dentado, ½, ¾ y madurez fisiológica (aparición de la capa negra), los dos primeros muy similares a los reportados en este trabajo. Harrison y Johnson (1998) recomiendan entre 28 a 35 % de materia seca para promover una buena fermentación durante el proceso de ensilaje de maíz. Crookston y Kurle (1988) indicaron como contenido adecuado de materia seca de 35 a 40 % para el ensilaje de maíz; por lo tanto se considera que con base en lo

resultados el período de madurez entre 1/4 y 1/3 de avance de la línea de leche permite la producción de forraje con una proporción adecuada de materia seca para lograr una buena fermentación durante el proceso de ensilaje.

CONCLUSIONES

Se concluye que el avance en el estado de madurez afectó la producción de materia seca por hectárea. Los días a cosecha y las unidades calor estuvieron correlacionados positivamente con el porcentaje de mazorca. El estado de madurez del maíz forrajero con avance de la línea de leche entre de ¼ y 1/3 permite un buen porcentaje de materias seca, adecuado para una buena fermentación durante el proceso de ensilaje. Las implicaciones prácticas de este trabajo son para aumentar la calidad del forraje, la cosecha del híbrido DK2027Y de ciclo intermedio en Autlán de Navarro, Jalisco, se puede programar utilizando 1,707 unidades calor acumuladas de la siembra a la cosecha, seguido de un monitoreo del grano hasta que se presente entre ¼ y 1/3 de la línea de leche y verificar que el contenido de materia seca es alrededor de 35 % para proceder a cosechar.

LITERATURA CITADA

Allen M. S. 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. J. Dairy Sci. 80(7):1447-1462.

Bal M. A., Coor J. G. S. and Shaver R. D. 1997. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of cows on intake, digestion, and milk production. J. Dairy Sci. 80(10):2497-2503.

Chalupa W. 1995. Requerimientos de forrajes de vacas lecheras. Primer ciclo internacional de conferencias sobre nutrición y manejo. Gómez Palacios, Dgo. LALA. pp:18-28.

Crookston R. K. and Kurle J.E. 1988. Using the kernel milk line to determine when to harvest corn for silage. J Prod Agric 1:293-295.

Dhiman T. R., Zaman M. S., MacQueen I. S. and Boman R. L. 2002. Influence of corn processing and frecuency of feeding on cow performance. J. Dairy Sci. 85(1):217-226.

Ferret A., Gasa J., Plaixats J., Casañas F., Bosh L. and Nuez F. 1997. Prediction of voluntary intake and digestibility of maize silages given to sheep from morphological an chemical composition in vitro digestibility of rumen degradation characteristics. J. Anim. Sci 64(3):493- 50.

Goodrich R. D. and Meuse J. C. 1985. Corn and sorghum silages. In: Forages. The science of grassland agriculture. M.E Heath, R.F Barnes, D.S. (eds).

Harrison J. H. and Johnson L. 1998. Factores que afectan el valor nutritivo del ensilaje de maíz. IV Conferencias internacionales sobre nutrición y manejo. Gómez Palacios, Dgo. LALA. pp:54-65.

Hutjens M.F. 2013. Fisiología digestiva y uso de aditivos alimenticios-rumiantes. Illinois, Urbana, USA. 16p.

Jiménez C. A .A. 1979. Estabilidad del rendimiento y de algunos componentes fisicotécnicos en sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Tesis M. C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Mex. pp. 93-94.

Johnson l., Harrison J. H., Hunt H., Shinners K., Doggett C. G., Sapienza D. 1999. Nutritive value of corn silage as affected by maturity. J Dairy Sci. 82(12)813-2825.

Núñez H.G., Contreras G.F., Faz C.R. 2003. Características agronómicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. Tec. Pecuaria México 41(1):37-48.

Ruiz C. J. A., Flores L. H. E., Regalado R. J. R., Ramírez O. G. 2012. Estadísticas climáticas normales del estado de Jalisco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro de Ivestigación Regional del Pacífico.Centro Libro técnico Núm. 2. 353 p.

SAS Institute Statistical Analysis System for Windows, Ver. 9.3 SAS Institute, Cary, NC. 2015.

Tollenar M. 1989. Genetic improvement in grain yield of commercial Maize hybrids grown in Ontario from 1959 to 1988. Crop Sci. 29: 1365-1371.

Wattiaux M. A. 1994. Guía técnica: nutrición y alimentación. Madison, Wis. 124p.

Wiersma D.W., Carter P.R. Albrecht K.A., and Coors J.G. 1993. Kernel milkline stage and corn forage yield, quality and dry matter content. J. Prod, Agric. 6(1)4-99.

Xu S., Harrison J., Kezar W., Entrikin N., Loney K. A., and Riley R. E. 1995. Evaluation of yield, quality and plant composition of early maturing corn hybrids harvested at three stages of maturity. Animal Vet Sci 157-164.

REVISIÓN DE LA EFICIENCIA A FÓSFORO EN MAÍZ NATIVO DE MICHOACÁN: DE PLÁNTULA A MADUREZ FISIOLÓGICA

Jeannette Sofía Bayuelo-Jiménez[1]
Iván Ochoa-Cadavid[2]
Ricardo Ernesto Preciado-Ortíz[3]

RESUMEN

En la Subprovincia Neovolcánica Purépecha, el cultivo de maíz se realiza en suelos con reducida disponibilidad de fósforo (P) y alta composición mineral de óxidos de Fe y Al. La sostenibilidad de los sistemas agrícolas de esta región, requiere de la identificación y desarrollo de genotipos eficientes para adquirir y utilizar el P sea del suelo o del fertilizante. El mejoramiento genético de la eficiencia en el uso de P, definida como el incremento de la producción de materia seca o rendimiento por unidad del nutriente absorbido se ha realizado con variedades mejoradas derivadas de un reducido acervo de germoplasma y predominantemente adaptadas a una agricultura intensiva y ambientes óptimos. En contraste, las variedades tradicionales de maíz que se han desarrollado en ambientes específicos o marginados con reducida disponibilidad de nutrientes, representan una fuente importante de variación para la selección de genotipos adaptados a sistemas rurales. Las variedades nativas de la Meseta P'urhépecha están adaptadas a los ambientes de reducida fertilidad y poseen características en la raíz que no son comunes en el germoplasma élite. Las variedades eficientes a P poseen raíces axilares (seminales o nodales) más superficiales y ramificadas que incrementan la absorción de P en la superficie del suelo y el crecimiento durante la etapa vegetativa y reproductiva. Otros genotipos eficientes incrementan la absorción de P por unidad de peso radical o longitud, mantienen una alta actividad metabólica con una reducida concentración de P en el tejido y producen mayor rendimiento de grano por unidad de P absorbido; es decir exhiben una mayor utilización interna del nutriente. La selección y adopción de variedades nativas de maíz eficientes en la EUP puede incrementar el desarrollo sostenible de los agro-ecosistemas de la región.

PALABRAS CLAVE: *Zea mays* L, suelo ácido, eficiencia en el uso de fósforo, mecanismos adaptativos.

INTRODUCCIÓN

El fósforo (P), después del nitrógeno (N), es el nutriente que más frecuentemente afecta la producción de cultivos. El P forma parte de enzimas, ácidos nucleicos y proteínas y está involucrado en prácticamente todos los procesos de transferencia de energía. El contenido total de P en el suelo está controlado por el material parental y el clima. En general, las zonas más húmedas son las más deficientes en este nutriente (Tisdale *et al*., 1993). Del contenido de P total en el suelo, sólo las fracciones inorgánicas y orgánicas solubles y lábiles están disponibles para las plantas durante el ciclo del cultivo (Stewart y Sharpley, 1987).

La mayor parte del P de suelos ácidos de México está en formas insolubles como fosfatos de calcio (Ca), hierro (Fe) y aluminio (Al), fosfatos retenidos en el humus o fijados fuertemente en las arcillas (Tisdale *et al*., 1993). Los suelos de este tipo necesitan cantidades importantes de insumos fosfóricos para promover un óptimo crecimiento vegetal y una producción adecuada de alimentos (Date *et al*., 1995). La eficiencia agronómica del fertilizante fosforado, sin embargo es insuficiente porque el P sufre reacciones que disminuyen su solubilidad y disponibilidad para la

planta. Se estima que solo el 30% del fosfórico es absorbido por los cultivos (Smil, 2000). La sostenibilidad de los sistemas agrícolas de la región, requiere de la identificación y desarrollo de genotipos eficientes para adquirir y utilizar el P sea del suelo o del fertilizante (Lynch, 2007).

La eficiencia en el uso de fósforo (EUP) es la capacidad de una planta para producir materia seca o rendimiento de grano por unidad de nutriente aplicado o absorbido (Fageria y Baligar, 2008). La EUP comprende dos componentes fisiológicos: la eficiencia en la adquisición (EAP) y la eficiencia en la utilización (EUtP) de P (Fageria y Baligar, 2008). El término eficiencia en adquisición se usa para describir la capacidad de la raíz para absorber un nutriente por unidad de tejido mediante una mayor exploración del volumen del suelo. La eficiencia en la utilización de nutrimentos refiere a la eficiencia de un cultivo para convertir el nutriente absorbido en rendimiento de materia seca cosechada o grano (Rose *et al*., 2010).

La Subprovincia Neovolcánica Purépecha, en Michoacán, constituye uno de los centros más diversos de razas de maíz (Sánchez et al., 2000). En esta región, el cultivo de maíz se realiza bajo condiciones de temporal, en pequeñas unidades de producción y en suelos de reducida fertilidad (SIAP, 2016). La producción anual de maíz es variable (< 2 ton ha^{-1}) y depende del cultivo de variedades nativas de maíz ampliamente adaptadas a las condiciones agro-ecológicas de la zona. Diversos estudios realizados en campo y condiciones controladas demuestran que existe una amplia variabilidad genotípica en la eficiencia en la adquisición y utilización de P de maíz nativo de la Meseta P'urépecha. Dicha variabilidad de manifiesta en las diferentes etapas del desarrollo: plántula (Pérez-Decelis y col., 2010), vegetativa temprana (Magdaleno-Armas, 2010); vegetativa tardía (Bayuelo-Jiménez et al., 2011), floración (Flores-Torres y col., 2016) y madurez fisiológica (Bayuelo-Jiménez y Ochoa-Cadavid, 2014). La eficiencia a P está relacionada con una alta absorción del P del suelo a través de cambios en las relaciones alométricas entre la raíz y el vástago, cambios en la morfología y arquitectura radical (Bayuelo-Jiménez *et al*., 2011) y una acentuada eficiencia fisiológica para utilizar el P en la producción de semilla (Bayuelo-Jiménez y Ochoa-Cadavid, 2014). El objetivo de la presente revisión es destacar los estudios realizados en maíz nativo de la Meseta P'urépecha en relación a los mecanismos adaptativos que promueven su acentuada eficiencia en el uso de P y su inminente impacto en el desarrollo de los agro-ecosistemas de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se implementaron diversos protocolos para caracterizar la variabilidad genotípica de la arquitectura y morfología radical de maíz nativo en diferentes etapas fenológicas del cultivo. En estados fenológicos tempranos del desarrollo (plántula), se utilizó el método del cigarro (rollos de papel) para caracterizar la arquitectura y morfología de la raíz, mientras que en etapa vegetativa temprana y tardía, se empleó el método de campo *shovelomics* (http://roots.psu.edu;http://www.naweb.iaea.org/nafa/swmn/news-swmcn.hmtl). En los estudios de caracterización de los rasgos arquitectónicos y morfológicos de la raíz, se incluyó un amplio acervo de genotipos nativos de la Meseta Purépecha, todos ellos caracterizados en campo y en diversas condiciones edáficas.

Se evaluó la utilidad agroecológica de la variación de los distintos atributos de la arquitectura y morfología radical en el incremento de la eficiencia en la adquisición de P en variedades nativas de maíz. El criterio para evaluar la eficiencia a P y que considera la eficiencia en el uso del nutriente (adquisición y utilización de P) es aquel que estima el crecimiento o rendimiento relativo del cultivo obtenido en condiciones limitantes con respecto al crecimiento alcanzado en condiciones nutrimentales óptimas (Bayuelo-Jiménez et al., 2011). Se consideraron cuatro

categorías por grupo de acuerdo con la eficiencia a P (definida como el crecimiento y/o rendimiento sostenido en condiciones de baja disponibilidad de P) en combinación con la respuesta a P (crecimiento y/o rendimiento sostenido en condiciones de alta disponibilidad de P): [eficientes y con respuesta (ER); no eficientes y con respuesta (NER), no eficientes y sin respuesta (NENR) y eficientes y sin respuesta (ENR)] (Gerloff, 1977). Resultados obtenidos con un amplia inclusión de genotipos de maíz y cultivados en diferentes localidades de la Meseta Purépecha, sugieren que el uso de este sistema es de gran valor en la identificación de genotipos de excepcional respuesta en condiciones de estrés de P (Bayuelo-Jiménez y Ochoa-Cadavid, 2014).



En estos estudios se probó la hipótesis de que las variedades con una alta eficiencia a P en suelos de reducida fertilidad poseen una serie de atributos en su arquitectura radical que favorecen una mayor adquisición del P, mientras que un menor índice de cosecha de P en la semilla promueven una mayor utilización interna del recurso (mayor producción de grano por unidad de P absorbido) (Figura 1).

Figura 1. Protocolos de selección de maíz nativo eficiente a fósforo en suelos ácidos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Eficiencia a P en etapa de plántula y su relación con la reserva de P en la semilla

Durante las primeras dos semanas del desarrollo de la planta, la raíz principal y las raíces seminales embrionarias comprenden la mayor parte del sistema radical y son responsables de la mayor parte de la absorción de agua y nutrientes en la planta (Hochholdinger *et al*., 2004). En esta etapa del desarrollo, es común que las plántulas se beneficien de la reserva de P de la semilla y promuevan diferencias en el crecimiento e incremento en la formación de raíces laterales (Lynch, 2007).

En un estudio realizado con 110 genotipos de maíz en etapa de plántula, se evaluó el efecto del tamaño y la reserva de P de la semilla en el crecimiento y arquitectura radical. El experimento se condujo en condiciones ambientales controladas con una dosis limitada (0.1 µM) y óptima (1 µM) de KH_2PO_4. Los resultados demostraron que en los genotipos ineficientes, el tamaño de la semilla es un factor determinante en el crecimiento de la raíz, mientras que en genotipos eficientes, la relación entre el tamaño y reserva de P no afecta el crecimiento de la raíces laterales y el vástago (Pérez-Decelis, 2010). Estos resultados demuestran que los cambios que sucedan en la morfología y arquitectura de la raíz pueden incrementar la eficiencia a P independientemente del tamaño y contenido de P en la semilla y favorecer la evaluación fenotípica de maíz en etapas tempranas del desarrollo.

Eficiencia a P en etapa vegetativa temprana y relaciones alométricas

Una respuesta común de las plantas ante la reducida disponibilidad de P es incrementar la asignación de materia seca a la raíz a expensas del crecimiento del vástago (Lynch, 2007). Para asegurarse que el crecimiento radical favorece la adquisición de nutrientes es necesario comparar el coeficiente alométrico entre la raíz y el vástago. Entre menor sea el coeficiente alométrico entre ambos órganos, mayor será la eficacia de la raíz para explorar la superficie del suelo y menor será su costo metabólico (Nielsen *et al*; 2001).

Bayuelo-Jiménez y col. (2011), estudiaron la variación genotípica del crecimiento y la arquitectura radical y su asociación con la eficiencia a P en 242 variedades de maíz nativo cultivadas en un suelo ácido con una reducida (23 kg P_2O_5 ha^{-1}) y alta disponibilidad (97 kg P_2O_5 ha^{-1}) de P. Los genotipos fueron clasificados en tres categorías de eficiencia a P según el análisis de componentes principales: 109, 122 y 11 fueron genotipos ineficientes, moderadamente eficientes y eficientes. El grupo eficiente a P presentó mayor biomasa en la raíz y vástago, así como raíces seminales y nodales más ramificadas. La movilización de materia seca a la raíz, cuantificada por el coeficiente alométrico, no fue alterado por la disponibilidad de P en ningún grupo de eficiencia, lo que indica que la disponibilidad de P contribuyó con los cambios en el patrón y distribución de la raíz y propició un incremento de acumulación de peso seco del vástago en condiciones limitantes del nutriente en el suelo.

Eficiencia a P en etapa vegetativa tardía y floración: diseño y funcionalidad de la raíz

Dada la relativa inmovilidad del P en el suelo, su disponibilidad es mayor en la superficie y el diseño y disposición de la raíz es crucial en la absorción (Lynch, 2007). En maíz, el sistema radical post-embrionario consiste de tres tipos de raíces: a) las raíces laterales que emergen tanto de la raíz primaria como de las raíces seminales, b) las raíces que se forman de los nudos del tallo (raíces de la corona o nodales) y las raíces de soporte que penetran en el suelo e impiden el acame de la planta (Hochholdinger *et al*., 2004). En genotipos eficientes a P, la deficiencia de P estimula el incremento de las raíces nodales y laterales, lo que favorece la absorción y el crecimiento de la planta (Ochoa *et al*., 2006). (Bayuelo-Jiménez *et al*. (2011) confirmaron la ventaja adaptativa de este mecanismo y la existencia de una amplia variabilidad genotípica en la formación de raíces nodales y laterales en maíz nativo. Los genotipos eficientes con mayor número de raíces nodales y raíces laterales más ramificadas, acumularon mayor peso seco en el vástago que aquellos genotipos ineficientes con pocas raíces nodales.

La deficiencia de P promueve el desarrollo de raíces laterales y la proliferación de pelos radicales (Lynch y Brown, 2008). Éstos son profusiones sub-celulares de las células epidérmicas de la raíz especializadas en la absorción de nutrientes relativamente inmóviles como el P que asisten en la dispersión de exudados hacia la rizósfera para incrementar su disponibilidad (Jungk, 2001). En maíz nativo, la variabilidad genotípica en la formación de pelos radicales densos y/o largos es amplia y su contribución en la absorción de P y crecimiento del vástago es notoria (Bayuelo-Jiménez *et al*., 2011; Flores-Torres *et al*., 2016).

Fenología y eficiencia a fósforo

A menudo, la reducida disponibilidad de P retrasa la floración y la madurez fisiológica en especies anuales. Es posible que el retraso fenológico sea benéfico para la planta porque le permite adquirir y utilizar el P de una forma más eficiente y durante más tiempo (Nord and Lynch, 2008). En maíz nativo, la deficiencia de P en el suelo promueve un retraso en los eventos fenológicos del cultivo y afecta los patrones de acumulación de P y materia seca en la planta. En etapa vegetativa, los genotipos precoces acumulan más P y materia seca que los genotipos tardíos y ambos eventos ocurren en etapas más tempranas del desarrollo (V8 a V12 en precoces y V12 a VT en tardíos). Durante la etapa reproductiva, la acumulación de P y materia seca sucede entre los 87 y 120 d (R1 y R2) en genotipos precoces y de los 122 a 158 d (R3 y R5) en los tardíos. A madurez fisiológica, el índice de cosecha de P es similar (51 a 61%) entre grupos de maduración y niveles de P. En los genotipos tardíos, la extensión del periodo de crecimiento vegetativo y reproductivo representa una ganancia de 20 al 30% en la acumulación de materia seca y contenido de P. Esta ganancia se debe, en parte, al incremento de la relación raíz/vástago en las etapas de floración femenina (R1) y ampolla (R2). En estas etapas, los genotipos tardíos desarrollaron raíces nodales más largas y ramificadas que los genotipos precoces en BP, mismas que favorecen la adquisición y distribución de P a órganos reproductivos. Los resultados soportan la hipótesis que el retraso de los eventos fenológicos en BP es una estrategia adaptativa que incrementa la adquisición y utilización de P en maíz, así que la disponibilidad de P en el suelo, en etapas posteriores a la floración, es de suma importancia para cultivos de maduración tardía. La alta eficiencia en la utilización interna de P (IP < 60%) indica que los requerimientos de P en la planta son menores pero suficientes para alcanzar la máxima acumulación de P en etapas tempranas del crecimiento (Bayuelo-Jiménez and Ochoa-Cadavid, 2014; Flores-Torres y col., 2016).

Eficiencia a P en madurez fisiológica: Mejor distribución de materia seca y fósforo

La mayor eficiencia en el uso de P en maíz nativo está relacionada con la alta eficiencia fisiológica de la planta para producir una mayor cantidad de biomasa seca por unidad de nutriente aplicado o absorbido. La eficiencia en la utilización de P (EUtP) es dependiente del índice de cosecha (IC), índice de cosecha de P (ICP), concentración de P en la semilla (P_iS) y la biomasa total (Bt) (EUtP= RG/Pt = IC/Bt = ICP/ P_iS) (Manske *et al*., 2001). Así que, el incremento en el IC o ICP, o la reducción de la Bt o P_iS aumentan la EUtP. En maíz nativo, la mayor EUtP se relaciona significativamente con el IC (80% a 85%) e ICP (48% a 63%) pero no con la P_iS (5% a 17%) y Bt (30% a 33%) (Bayuelo-Jiménez and Ochoa-Cadavid, 2014)

El índice de cosecha (IC), la relación del rendimiento de semilla y la biomasa total es uno de los índices más usados en la selección de cereales con alto rendimiento (Ortíz-Monasterio *et al*., 2001). En maíz nativo, el rendimiento de semilla y, en consecuencia, la EUP está asociada con una mejor distribución de la materia seca hacia la semilla (~ 43 a 48%). Los valores del IC de los

genotipos eficientes están en el intervalo de lo señalado en variedades modernas de maíz (0.4 a 0.6) (Hay, 1995). La mayor EUtP de los genotipos eficientes se asocia con el ICP, que indica la eficacia de la planta para utilizar el P adquirido para la producción de semilla. En maíz nativo, el ICP varia de 44 a 48% entre genotipos eficientes (Bayuelo-Jiménez and Ochoa-Cadavid, 2014) y es congruente al ICP de 67 a 86% reportado en otros cereales en condiciones de estrés (Setiyono *et al*., 2010). La correlación negativa entre el contenido de P en semilla (CPS) y P total (r= -0.15); el contenido de P en vástago e IC (r= -0.43) y el contenido de P en vástago e ICP (r= -0.59) en los ambientes de BP, indican que el P se utiliza, en mayor grado, para la producción de materia seca de órganos aéreos a expensas de una menor asignación de fracciones de P inorgánico (0.3 a 0.9 mg g^{-1}) y ácido fítico (4.8 a 5.7 mg g^{-1}) a la semilla (Bayuelo-Jiménez y Ochoa-Cadavid, 2014; Vizcaíno Ríos *et al*., 2015). Estos hallazgos podrían representar una ventaja en programas de mejoramiento genético conducentes a incrementar la EUP, mediante una reducción de las fracciones de P en la semilla (Sinclair, 1988) y un aumento de la bio-disponibilidad de zinc (Zn^{+}) y hierro (Fe^{3+}) en la dieta humana (Raboy 2009).

CONCLUSIONES

Los resultados de nuestra investigación indican que la adaptación de las plantas de maíz en suelos ácidos de la Meseta Purépecha está asociada con un mejor desarrollo del sistema radical. Los genotipos eficientes a P son capaces de crecer en las capas superficiales del suelo donde el P se encuentra en mayor disponibilidad y desarrollar un sistema radical eficiente para la rápida adquisición del nutriente. La adaptación del maíz nativo a la reducida disponibilidad de P está controlada, entre otros mecanismos, por cambios y/o alteraciones en la morfología y arquitectura de la raíz tales como el incremento en número, longitud y ramificación de las raíces seminales y nodales (laterales), raíces axilares más superficiales y pelos radicales más largos o densos que incrementan la absorción del P.

Los genotipos eficientes a P adquieren el nutriente en condiciones limitantes y mantienen un adecuado crecimiento vegetal y rendimiento comparado a los genotipos cultivados en ambientes con altas dosis de fertilización. Los resultados obtenidos con una amplia inclusión de genotipos de maíz y cultivados en diferentes localidades de la Meseta Purépecha, sugieren que el uso del sistema propuesto por Gerloff es de gran valor en la identificación de genotipos de excepcional respuesta en condiciones de estrés de P o con adecuados niveles de fertilización en el suelo. De este sistema es posible obtener información para comparar los genotipos que se desarrollan en condiciones deficientes de nutrientes en el suelo (eficientes vs. ineficientes) y condiciones adecuadas de nutrimentos en el suelo (con respuesta vs. sin respuesta).

La estrategia de incrementar la producción de maíz en esta región, a través de prácticas de encalado o de aplicación de altas dosis de fertilización, es técnica y económicamente poco viable debido a la alta tasa de fijación del P en el suelo. En esta región, las condiciones ambientales son adversas y los suelos son frágiles, de una menor capacidad productiva y un alto riesgo de degradación. El empleo de genotipos con potencial de rendimiento adecuado, eficientes en el uso de los nutrientes y tolerantes a las condiciones de estrés de suelo y ambiente es de importancia estratégica y económicamente viable y redituable.

AGRADECIMIENTOS

Al Organismo Internacional de Energía Atómica en Austria (FAO-OIEA CRP-E1.05, 2006-2010); Fondos Mixtos-Conacyt-Michoacán (MICH-2012 C05 197142) y Coordinación de Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Proyecto 6.21 2009-2016).

LITERATURA CITADA

Bayuelo Jiménez JS., Ochoa-Cadavid I (2016) Diferencias Fenológicas en Maíz Nativo y su Contribución en la Adquisición de Fósforo. Acta Fitogenética 3:193.

Bayuelo-Jiménez JS, I Ochoa-Cadavid (2014) Phosphorus acquisition and internal utilization efficiency among maize landraces from the central Mexican highlands. Field Crop Res. 156:123–134.

Bayuelo-Jiménez J S, M Gallardo-Valdéz, M L Magdaleno-Armas, M Gallardo-Valdéz, I Ochoa, J P Lynch (2011) Genetic variation for root traits of maize (*Zea mays* L.) from Purhepecha Plateau, under contrasting phosphorus availability. Field Crop Res. 121: 350-362

Date R A, N J Grundon, G E Rayment, M E Probert (1995). Plant-soil interactions at low pH: principles and management. developments in plant and soil sciences. Vol. 64. Dordrecht, países Bajos, Kluwer Academic Publishers. pp 822.

Flores-Torres E, I Ochoa-Cadavid, RE Preciado-Ortíz, JS Bayuelo-Jiménez (2016) Variabilidad Genotípica en Maíz Nativo para Eficiencia y Respuesta a Fósforo en Etapa de Floración. Rev. Fitotec. Mex. 39: 339-347

Gerloff G C (1977) Plant efficiency in the use of nitrogen, phosphorus and potassium. *In*: Plant Adaptation to mineral Stress in Problem soils. M J Wright (ed.). Cornell University Press, Ithaca, NY. pp. 161-173.

Hay R K M (1995) Harvest index: a review of its use in plant breeding and crop physiology. Ann. Appl. Biol. 126: 197-216.

Hochholdinger F, K Woll, M Sauer, D Dembinsky (2004) Genetic dissection of root formation in maize (*Zea mays*) reveals root-type specific development programmers. Ann. Bot. 93:359-368.

Jungk A (2001) Root hairs and the acquisition of plant nutrients from soil. J. Plant Nut. Soil Sci. 164:121-129.

Lynch J P, K M Brown (2008) Root strategies for phosphorus acquisition. *In*: The Ecophysiology of Plant-Phosphorus Interactions. White P J, J P Hammond (eds). Springer. Netherlands. pp. 83-116

Lynch J P (2007) Roots of the Second Green Revolution. Aust. J. Bot. 55:493-512

Manske GGB, JI Ortíz-Monasterio, M Van Ginkel, RM González, RA Fisher, S Rajaram, PLG Vlek (2001) Importance of P uptake efficiency versus P utilization for wheat yield in acid and calcareous soils in Mexico. Eur. J. Agr. 14:261-274.

Magdaleno-Armas M A, V A Perez-Decelis, I Ochoa, M Gallardo-Valdéz, J S Bayuelo-Jimenez (2009) Caracterización de la arquitectura radical de maíz criollo (Z*ea mays* L.) de la región Purhépecha en etapa vegetativa temprana. Agricultura sostenible. 6:86-93.

Nielsen K L, A Eshel, J P Lynch (2001) The effect of phosphorus availability on the carbon economy of contrasting common bean (*Phaseolus vugaris* L.) genotypes. J. Exp Bot 52:329-339.

Nord E. A. and J. P. Lynch (2009) Plant phenology: a critical controller of soil resource acquisition. J. Exp. Bot. 60:1927-1937.

Ochoa I, M W Blair, J P Lynch (2006) QTL Analysis of adventitious root formation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under contrasting phosphorus availability. Crop Sci. 46:1609-1621

Ortiz-Monasterio R, JI, GGB Manske, M van Ginkel (2001) Genetic improvement for nitrogen and phosphorus use efficiency in wheat. *In* M.P Reynolds, J.I., R. Ortiz-Monasterio and A. McNab (eds) Application of Physiology in Wheat Breeding. Mexico, D.F. CIMMYT pp: 200-207.

Pérez-Decelis VA, M L Magdaleno-Armas, I Ochoa, M Gallardo-Valdéz, J S Bayuelo-Jiménez (2010) Variación genotípicas en la presencia de raíces seminales y pelos radicales de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de variable disponibilidad de fósforo. *In*: Mejoramiento, Conservación y Uso de los Maíces Criollos. Nájera R M. B., C. A. Mandujano (eds). Publicación Especial. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. D.F. pp. 78-85

Raboy V (2009) Approaches and challenges to engineering seed phytate and total phosphorus. Plant Sci. 177: 281-296.

Rose TJ, B Hardiputra., Z Rengel. 2010. Wheat, canola and grain legume access to soil phosphorus fractions differs in soils with contrasting phosphorus dynamics. Plant and Soil 326: 159-170.

SAGARPA-SIAP (2016) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Servicio de Información y estadística Agroalimentaria y Pesquera. Consultado 23-12-2016 en http://www.siap.sagarpa.gob.mx/

Sánchez G J J, M M Goodman, C W Stuber (2000) Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. Econ. Bot. 54(1):43-59.

Setiyono, TD, DT Walkers, KG Cassman, C Witt, A. Dobermann (2010) Estimating maize nutrient uptake requirements. Field Crop Res. 118, 158-168.

Sinclair TR (1988) Historical Changes in Harvest Index and Crop Nitrogen Accumulation. Crop Sci. 38 (3): 638-643

Smil V (2000) Phosphorus in the environment: Natural flows and human Interferences. Annu Rev. Ecol. Evol. Syst. 25:53-88.

Smil V (2000) Phosphorus in the environment: Natural flows and human interferences: Ann. Rev. Energy Environ. 25:53-88.

Stewart JWB, AN Sharpley (1987) Controls on dynamics of soil and fertilizer phosphorus and sulfur. P. 101-121. *In* R.F. Follet, J.W.B. Stewart, and C.V. Cole Soil Sci. Soc. Am. Spech. Pub. 19, Soil Science Society of America, Madison, W.I.

Tisdale SL, W Nelson J Beaton, J Havlin (1993). Soil fertility and fertilizers. Fifth Edition. MacMillan Pub. Co. New York.

Vizcaíno Ríos E, Soto Hernández M, Bayuelo Jiménez JS (2015) Caracterización de las fracciones de fósforo inorgánico y ácido fítico de la semilla de maíz de la Meseta P'urhépecha. pp. 1767-1779. Álvarez Gaxiola F., Bahena Juárez F. et al. (Eds.). Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible, A.C., México.

OPORTUNIDADES PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA UTILIZACIÓN DE FÓSFORO EN MAIZ: MÁS SEMILLA Y MENOS FERTILIZANTE

Jeannette Sofía Bayuelo-Jiménez[1]
Iván Ochoa-Cadavid[2]

RESUMEN

La continua remoción del fósforo (P) del suelo por los cultivos reduce la fertilidad del suelo en sistemas agrícolas rurales y aumenta la dependencia del uso de fertilizantes fosfatados en sistemas tecnificados. El alto contenido de P en la semilla del maíz (la mayoría en forma de fitato) tiene una reducida contribución en la dieta humana. La identificación y selección de cultivares con una mayor eficiencia en la movilización interna de P y menor concentración de P en la semilla durante la cosecha representa una solución más sostenible de aquella que depende solamente de la aplicación de fertilizantes fosfatados. Se estudió la variación genotípica del índice de cosecha de P (ICP) y las concentraciones de Pi (fósforo inorgánico) en la semilla de 25 genotipos de maíz nativo y dos testigos cultivados en Nahuátzen, Michoacán, en suelos con deficiencia de P, con una dosis de fertilización reducida (25 kg P_2O_5 ha^{-1}) (BP) y alta (50 kg P_2O_5 ha^{-1}) (AP). El ICP difirió entre genotipos (de 0.29 a 0.45) y no se correlacionó con el índice de cosecha (IC), lo que denota que el transporte de P hacia la semilla es un mecanismo independiente del transporte de carbono (C). La concentración de P en la semilla varió de 0.46 a 0.75 g P kg^{-1} y no estuvo asociado con las reducciones del rendimiento de grano ni con el IC. Esto sugiere que la baja concentración de Pi en la semilla, podría constituir un criterio de selección para el desarrollo de variedades con una mayor eficiencia en el uso interno de P (EtUP) y una menor depleción de P del suelo durante la cosecha. La EUtP se asoció con una mejor distribución de la materia seca dentro de la planta (índice de cosecha, IC) y una menor asignación de P al grano (índice de cosecha de P, ICP).

PALABRAS CLAVE: *Zea mays* L, suelo ácido, fósforo, semilla, índice de cosecha de fósforo.

INTRODUCCIÓN

La reducida disponibilidad de fósforo (P) en el suelo limita el crecimiento vegetal y la productividad agrícola, particularmente en países en desarrollo donde el acceso a los fertilizantes es restringido (Lynch 2007). Los fertilizantes derivados principalmente de roca fosfórica, se utilizan para superar la deficiencia del P en el suelo e incrementar la producción de los cultivos. Las reservas de roca fosfórica, sin embargo son recursos no renovables y finitos. Por ello, es importante mejorar la eficiencia en el uso de P del suelo y/o del fertilizante (Van Kauwenbergh, 2010).

La eficiencia en el uso de fósforo (EUP) refiere a la capacidad de un cultivo para producir materia seca o rendimiento de grano por unidad de nutriente aplicado o absorbido (Fageria y Baligar, 2008). La EUP comprende dos componentes fisiológicos: la eficiencia en la adquisición (EAP) y la eficiencia en la utilización de P (EUtP) (Rose *et al*., 2010). El término eficiencia en adquisición se usa para describir la capacidad de la raíz para absorber un nutriente por unidad de tejido mediante una mayor exploración del volumen del suelo. La eficiencia en la utilización de nutrimentos refiere a la eficiencia de un cultivo para convertir el nutriente absorbido en rendimiento de materia seca cosechada o grano (Rose *et al*., 2010).

Esencialmente, las plantas con una mayor EUP funcionan con una menor concentración de P en el vástago. Durante la fase de crecimiento vegetativo, la mayor parte del P está contenido en el tallo y las hojas y la concentración de P en el vástago (opuesto a la concentración de P en la semilla) es de vital importancia para mejorar la EUP (Rose and Wisuva, 2012). Por el contrario, a madurez fisiológica, los cereales contienen más del 70% del P total en la semilla y muy poco en los órganos aéreos, lo que conduce a pensar sí una reducción en la concentración de P en la semilla, podría mejorar la eficiencia a P en los cultivos. Estudios previos han demostrado que la concentración de P en la semilla puede reducirse mediante selección recurrente o por mutación (Raboy, 2009). Otra estrategia para minimizar la depleción de las reservas de roca fosfórica es reducir la concentración de P en la semilla sin comprometer el rendimiento de grano. La reducción de los niveles de P en la semilla podría obtenerse mediante una disminución de la proporción del P total que se moviliza hacia la semilla (índice de cosecha de P, ICP) o de la concentración de P en la misma (Rose *et al*., 2010).

El objetivo del presente estudio fue estudiar la variación genotípica del índice de cosecha de P y la concentración de P en la semilla de 25 variedades de maíz nativo de Michoacán.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en condiciones de temporal, de mayo a diciembre de 2014. La parcela experimental se ubicó en el municipio de Nahuátzen (19^0 65´ LN; 101^0 91´ LO), en el Estado de Michoacán. El clima es templado sub-húmedo con lluvias en verano [C (w2) (w)], con temperatura media anual de 22 ^{0}C y altura de 2260 a 2414 m. El suelo es un Andisol vítrico (Soil Survey Staff, 1999) con alto contenido de materia orgánica (2.6 a 3.2%), pH de 5.2 a 6.5 y alta capacidad de intercambio catiónico (12-75 cmol kg^{-1}). El P disponible varió de 1.2 a 7.5 mg P kg^{-1}.

El experimento incluyó dos niveles de fertilización con una baja (25 kg ha^{-1}) y alta (50 kg ha^{-1}) aplicación de P_2O_5 como superfosfato triple, combinados con dos testigos de maíz (cv. Ocelote y un genotipo de maíz nativo de la región) y 25 genotipos de maíz provenientes del programa de mejoramiento del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) e integrados por genotipos nativos de la Meseta P'urhépecha, así como maíces mejorados de amplia base genética. De acuerdo al tiempo (días) en alcanzar el 50% de floración masculina, los materiales se clasificaron como: precoces (de 75 a 80 d con 5 materiales), intermedios (de 85 a 95 d con 10 materiales) y tardíos (de 95 a 110 d con 10 materiales). A todas las unidades experimentales se les aplicó una dosis de 60 kg N ha^{-1} en forma de urea a la siembra y 60 kg N ha^{-1} 42 d después de la siembra. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo de tratamientos en parcelas divididas con cinco repeticiones por tratamiento. Los niveles de P correspondieron a la parcela principal y los genotipos, distribuidos dentro de cada parcela, correspondieron a las sub-parcelas. Cada unidad experimental consistió de dos surcos de 5 m de longitud por genotipo.

Se evaluó el rendimiento de grano y la materia seca acumulada en el vástago (RV) (hojas + tallo + espiga) de cada tratamiento de P. En campo, se evaluó el rendimiento, representado por el peso seco del grano ajustado a 14% de humedad, convertidos a t ha^{-1} mediante la proporción de grano en la mazorca y el factor que lo extrapola a la superficie de una hectárea. El vástago de cada conjunto de 10 plantas/genotipo/nivel de P, se deshidrató en una estufa a 65 °C por 72 h, para luego registrar el peso seco total acumulado (Bt). El tejido seco se molió en un molino Wiley-Thomas con una malla de 1 mm y se utilizaron sub-muestras de 70 mg para calcinarlas en una mufla (CEM®, Modelo MAS-7000, EUA) a 500 ºC por 8 h. La estimación de la concentración de P de semilla (P_iS) y vástago (P_iV) se realizó por colorimetría mediante la reacción con una

solución de molibdato [$(NH_4)\ 6Mo7O_{24}$] y su medición en un espectrofotómetro de UV/VIS (Perkin Elmer®, Modelo Lamda 40, Uberlingen, Alemania) a una longitud de 880 nm (Murphy and Riley, 1962). Se calculó el contenido de P de semilla (CPS) y vástago (CPV) (kg P ha^{-1}) mediante la multiplicación de la concentración de P (g P kg^{-1}) con la materia seca acumulada en cada órgano. El P total (Pt) se obtuvo como la suma de CPS + CPV. El índice de cosecha (IC) e índice de cosecha de P (ICP) se calcularon como sigue: IC = RG/Bt (kg de semilla por kg de peso seco total) y el ICP = Ps/Pt (kg de P en la semilla por kg de P en la planta). Las diferencias entre genotipos en respuesta a los niveles de P aplicados se evaluaron mediante un análisis de varianza (SAS, 2000). Se utilizó la Prueba de Tukey con valores de $P<0.05$ para comparar las diferencias entre genotipos y tratamientos de P en las diferentes variables evaluadas.

RESULTADOS

Los genotipos difirieron ($P<0.001$) en términos de rendimiento de grano y vástago, biomasa total, índice de cosecha (IC), concentración de P en vástago, contenido de P de semilla (CPS) (Cuadro 1) e índice de cosecha (ICP) (Figura 1). La concentración de P en semilla no varió entre dosis de fertilización. El rendimiento de grano fue mayor en los genotipos cultivados en los ambientes de AP aunque la deficiencia de P fue un factor limitante (Cuadro 1). Con una alta dosis de fertilización, la concentración de P en el suelo (Bray 1) fue baja (5.5 a 10.3 mg P kg^{-1}), mientras que con una dosis reducida, la disponibilidad de P varió de 1.6 a 4.1 mg P kg^{-1}, nivel inferior al requerido para un adecuado crecimiento del maíz (15-20 mg P kg^{-1}) (Setiyono *et al*., 2010).

El índice de cosecha (IC) estuvo en el rango de 14 al 39% en ambos niveles de P. Con la excepción de los genotipos CCHEDE y Macho-II-04, el resto tuvo IC bajos debido al reducido rendimiento de grano. En todos los genotipos, la concentración de P en la semilla fue menor que la del vástago. La concentración de P en la semilla varió de 0.40 (Tepetate) a 0.75 (HV-313 x DE) g P kg^{-1}, mientras que la concentración de P en vástago fue de 0.60 (TZU-7) a 1.3 (CCHEDE) g P kg^{-1}. El contenido de P en semilla estuvo en el rango de 1.5 y 1.63 kg P ha^{-1} (Cuadro 1).

Hubo diferencias entre genotipos para la proporción de P asignada a la semilla del total acumulado en la planta (ICP) (Figura 1a). Se obtuvo un ICP de 13 a 35 en AP y de 20 a 45 en BP. La mayoría de los genotipos tuvieron un bajo ICP, excepto en Macho-III-04 [181], DP x Tromba [127] y Macho-II-04 [230]. Contrario a lo que se esperaba (dado que el ICP se deriva en parte del IC), el ICP no se correlacionó con el IC ($r=0.42$; $r=0.45$). Con base a ello, los genotipos se separaron en función de la relación ICP/IC, misma que describe la proporción P con respecto al C en el grano. Esta relación difirió entre genotipos (Figura 1b) como CCHEDE y HV313 x DE que tuvieron el ICP más alto y la menor relación ICP/IC.

DISCUSIÓN

La variación intra-específica del rendimiento de grano del maíz nativo se debió a las variaciones de la eficiencia interna de P (EUtP) en ambos ambientes. La EUtP representa la cantidad de semilla producida por unidad de P absorbido en la planta a madurez fisiológica (Ortíz-Monasterio *et al*., 2001). Como se esperaba, la EUtP varió de 310 a 424 kg kg^{-1} P (datos no mostrados). El valor promedio coincide con lo reportado en variedades modernas de maíz (172 a 1157 kg kg^{-1} P) (Setiyono *et al*., 2010). La EUtP es dependiente del índice de cosecha (IC), índice de cosecha de P (ICP), concentración de P en la semilla (P_iS) y la biomasa total (Bt) (EUtP = RG/Pt = IC/Bt = ICP/ P_iS) (Manske *et al*., 2001). Así que, el incremento en el IC o ICP, o la reducción de la Bt o P_iS aumentan la EUtP. En este estudio, la mayor EUtP se relacionó al
IC (80% a 85%) e ICP (48% a 63%) pero no a la P_iS (5% a 17%) y Bt (30% a 33%).

El índice de cosecha (IC), la relación del rendimiento de semilla (RG) y la biomasa total es uno de los índices más usados en la selección de cereales con alto rendimiento (Ortíz-Monasterio *et al*., 2001). En este estudio, el RG (r= 0.43 y r= 0.58) se relacionó con la distribución de la materia seca hacia la semilla. El IC de los genotipos más eficientes varió de 0.36 a 0.39 en ambos niveles de P, mientras que el IC de los genotipos ineficientes fue de 0.14 a 0.16 (Cuadro 1). Los valores del IC estuvieron por debajo de lo señalado en las variedades modernas de cultivos de grano (0.4 a 0.6) (Hay, 1995). Hubo una excepción para los genotipos CCHEDE y Macho-II-04, cuyo IC fue de 0.35 y 0.39 en ambos niveles de P, similar al obtenido en maíz eficientes a P de la Meseta P'urhépecha (Bayuelo-Jiménez and Ochoa-Cadavid, 2014).

La mayor EUtP de los genotipos estables se asoció con ICP, el cual indica la eficiencia de la planta para utilizar el P adquirido para la producción de semilla. En este estudio, el ICP varió de 29 a 31%, similar al ICP de 29 a 35% obtenido en genotipos eficientes a P (Bayuelo-Jiménez and Ochoa-Cadavid, 2014) pero difiere al ICP de 67 a 86% reportado en otros cultivares de maíz en condiciones de estrés (Setiyono *et al*., 2010). De particular interés fue que el ICP no se correlacionó con el IC. Ello significa que el bajo ICP obtenido no se atribuyó a su reducido IC. Asimismo, la relación del ICP/IC (la proporción de P en la semilla comparado a la proporción de C acumulada) varió entre genotipos, lo que denota que el transporte de P hacia la semilla es un mecanismo independiente del transporte de C (Rose *et al*., 2010). Notablemente, algunos genotipos con un alto ICP (por ejemplo CCHEDE) tuvieron una eficiencia relativamente baja en el transporte de P al grano comparado con la proporción de C que se asignó al mismo (Figura 1b), lo que demuestra que el uso del ICP es un indicador de la eficiencia fisiológica del nutriente.

La concentración de Pi en la semilla fue similar entre niveles de P (0.46 a 0.75 g P kg^{-1}) y, al igual que el ICP, la concentración de P en la semilla no se correlacionó con el IC pero sí con el RG (r= -0.98; r= -0.97). La correlación negativa entre el CPS en la semilla y P total (r= -0.15; r= -0.22); el contenido de P en vástago e IC (r= -0.43; r= -0.45) y el contenido de P en vástago e ICP (r= -0.59; r= -0.57) en los ambientes de AP y BP, indican que el P se utilizó, en mayor grado, para la producción de materia seca de tallo y hojas (vástago) a expensas de la producción de grano (Cuadro 1). Las condiciones de reducida disponibilidad de P en el suelo promovieron un enriquecimiento del contenido de P en el vástago acompañado de una reducción de la concentración de P en la semilla. Diversos factores ambientales y alteraciones del patrón de movilización de P del tejido senescente hacia la semilla pueden afectar la EUtP en los cultivos (Richardson *et al*., 2011).

CONCLUSIONES

El ICP difirió entre genotipos eficientes (de 0.29 a 0.45) y no estuvo correlacionado con el índice de cosecha (IC), lo que indica que el bajo ICP obtenido no se atribuyó a su reducido IC. La concentración de P en la semilla varió de 0.46 a 0.75 g P kg^{-1} y no estuvo asociado con las reducciones del rendimiento de grano ni con el IC. Esto sugiere que la baja concentración de Pi en la semilla, podrían constituir un criterio de selección para el desarrollo de variedades con una mayor eficiencia en el uso interno de P (EtUP). La EUtP se asoció con una mejor distribución de la materia seca dentro de la planta (índice de cosecha, IC) y una menor asignación de P al grano (índice de cosecha de P, ICP).

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, FOMIX-Gobierno del Estado de Michoacán MICH-2012 No. 197142 y la Coordinación de Investigación Científica, UMSNH 6.11/2016.

LITERATURA CITADA

Bayuelo-Jiménez JS, I Ochoa-Cadavid (2014) Phosphorus acquisition and internal utilization efficiency among maize landraces from the central Mexican highlands. Field Crop Res. 156:123–134.

Fageria N K, V C Baligar, YC Li (2008) The role of nutrient efficient plants in improving crop yields in the twenty century. J. Plant Nut. 31: 1121-1157.

Hay R K M (1995) Harvest index: a review of its use in plant breeding and crop physiology. Ann. Appl. Biol. 126: 197-216.

Lynch J P (2007) Roots of the Second Green Revolution. Aust. J. Bot. 55:493-512

Manske GGB, JI Ortíz-Monasterio, M Van Ginkel, RM González, RA Fisher, S Rajaram, PLG Vlek (2001) Importance of P uptake efficiency versus P utilization for wheat yield in acid and calcareous soils in Mexico. Eur. J. Agr. 14:261-274.

Murphy J, J Riley (1962) A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta 27:31-36.

Ortiz-Monasterio R, JI, GGB Manske, M van Ginkel (2001) Genetic improvement for nitrogen and phosphorus use efficiency in wheat. *In* M.P Reynolds, J.I., R. Ortiz-Monasterio and A. McNab (eds) Application of Physiology in Wheat Breeding. Mexico D.F.CIMMYT pp: 200-207.

Raboy V (2009) Approaches and challenges to engineering seed phytate and total phosphorus. Plant Sci. 177: 281-296.

Richardson E, J P Lynch, R Ryan, E Dehaize, F F A Smith, S E Smith, P R Harvey, H Ryan (2011) Plant and microbial strategies to improve the phosphorus efficiency in agriculture. Plant and Soil 349:121-156

Rose T J., B Hardiputra., Z Rengel (2010) Wheat, canola and grain legume access to soil phosphorus fractions differs in soils with contrasting phosphorus dynamics. Plant and Soil 326: 159-170.

Rose T J., M Wisuva (2012) Rethinking internal phosphorus utilization efficiency (PUE): a new approach is needed to improve PUE in grain crops. Advances in Agronomy, vol 80. Ed. DL Sparks. New York: American Society of Agronomy and Acdemic Press. pp:183-215.

Setiyono, TD, DT Walkers, KG Cassman, C Witt, A. Dobermann (2010) Estimating maize nutrient uptake requirements. Field Crop Res. 118, 158-168.

Statistical Analysis System (2003) SAS User´s guide: Versión 9.1. Cary, NC. USA.

Soil Survey Staff (1999) Soil Taxonomy, a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd ed. USDA, Natural Resources Conservation Service. Agriculture Handbook No. 436, Washington, DC.

Van Kauwenbergh SJ (2010) World phosphate rock reserves and resources. International Fertilizer Development Center, Muscle Shoals.

Cuadro 1. Rendimiento de semilla y variables de fósforo en maíz cultivado en Nahuátzen, Michoacán.

			Rendimiento t ha^{-1}		Biomasa total t ha^{-1}		IC kg kg^{-1}		Pi_Semilla g P kg^{-1}		Pi_vástago g P kg^{-1}		Contenido P semilla kg P ha^{-1}	
ID	Nombre	Madurez[t]	AP	BP	AP	BP	AP	BP	AP	BP	AP	BP	AP	BP
6	SHUI-2	T	2.7	2.1	11.1	7.5	0.24	0.29	0.76	0.51	1.05	0.79	2.1	1.1
17	ZPT-2	P	1.5	1.4	6.7	5.8	0.22	0.25	0.63	0.61	1.01	0.66	0.9	0.9
62	PICH-1	I	2.7	1.6	10.0	6.7	0.27	0.24	0.60	0.59	1.07	1.02	1.6	0.9
63	CB-2	T	2.5	1.9	9.7	8.0	0.26	0.24	0.58	0.53	1.04	0.96	1.5	1.0
75	ZR-6	T	2.5	1.9	17.9	11.9	0.14	0.16	0.59	0.65	1.11	1.21	1.5	1.2
99	TZU-7	1	1.9	1.8	7.2	5.2	0.27	0.35	0.45	0.57	0.60	1.10	0.9	1.0
109	Paso Muerto 1	T	2.7	3.4	9.6	11.5	0.29	0.29	0.75	0.46	1.11	0.87	2.1	1.6
113	Paso Muerto 2	T	3.3	3.5	12.2	10.8	0.27	0.32	0.56	0.57	1.40	0.83	1.8	2.0
115	Santa Clara	T	3.2	2.6	11.7	8.8	0.27	0.30	0.60	0.57	0.92	0.93	1.9	1.5
117	H-7545	T	2.9	2.6	10.5	8.6	0.28	0.31	0.48	0.65	0.87	0.98	1.4	1.7
124	Corupo	T	2.7	2.7	8.6	9.5	0.31	0.29	0.66	0.55	0.98	0.97	1.8	1.5
127	DPxTromba	T	3.0	3.0	9.9	10.1	0.31	0.30	0.50	0.59	0.95	0.67	1.5	1.8
135	HV-313xDE	P	1.4	2.2	3.9	6.0	0.37	0.36	0.75	0.59	0.80	0.99	1.1	1.3
140	Cruz Gorda	P	2.1	1.5	7.5	6.2	0.28	0.25	0.61	0.53	1.20	1.05	1.2	0.8
181	Macho-III-04	P	2.6	2.1	8.1	5.8	0.32	0.37	0.65	0.53	1.03	0.72	1.7	1.1
185	CIMMYT-1	P	2.0	1.9	7.2	6.6	0.28	0.29	0.62	0.56	1.16	0.99	1.2	1.1
189	El Tigre	P	2.8	1.7	8.4	7.3	0.33	0.24	0.53	0.70	0.72	0.65	1.5	1.2
193	NACI-1	P	2.0	1.8	6.7	7.4	0.29	0.24	0.50	0.62	0.86	0.82	1.0	1.1
199	CCHEDE	P	2.4	2.6	7.0	7.7	0.34	0.35	0.64	0.58	1.30	1.04	1.5	1.5
206	Tepetate	I	2.3	3.2	9.3	10.0	0.25	0.32	0.40	0.51	0.92	0.99	0.9	1.6
214	Mojonera	I	2.6	2.0	7.8	6.6	0.33	0.30	0.63	0.48	0.79	1.00	1.7	0.9
230	Macho II-04	I	2.8	3.0	7.7	8.0	0.36	0.39	0.54	0.61	0.91	1.07	1.5	1.8
234	Macho-I-04	P	2.2	2.6	7.6	7.8	0.29	0.34	0.66	0.54	0.95	0.98	1.4	1.4
236	Macho-II-03	P	3.1	3.0	10.0	10.2	0.31	0.30	0.62	0.53	1.13	0.90	1.9	1.6

241	Macho-IV-05	T	2.7	3.1	9.0	9.0	0.31	0.35	0.50	0.47	0.99	0.93	1.3	1.5
242	Criollo	T	2.7	3.3	10.2	11.4	0.26	0.29	0.46	0.46	1.07	0.91	1.2	1.5
243	Ocelote cv	I	2.4	2.2	7.0	6.0	0.35	0.37	0.57	0.61	0.63	1.04	1.4	1.3
	DMS $_{0.05}$		0.5	0.4	1.7	1.6	0.05	0.04	0.14	0.13	0.23	0.19	0.5	0.3
	ANOVA													
	Fósforo		4.3*		27.5***		5.7*		3.9^{ns}		7.5**		10.3***	
	Genotipo		14.9***		25.6***		15.5*		2.3**		4.6**		5.7***	
	Fósforo*Genotipo		4.3***		4.9***		3.1**		3.6**		4.8**		3.2**	

[t] Madurez: Tardía (T), Intermedia (I) y Precoz (P).

DMS: Diferencia mínima significativa a P<0.05. ***, **, * Significativo a P ≤ 0.001, P ≤ 0.01, P ≤ 0.05. ^{ns}: no significativo.

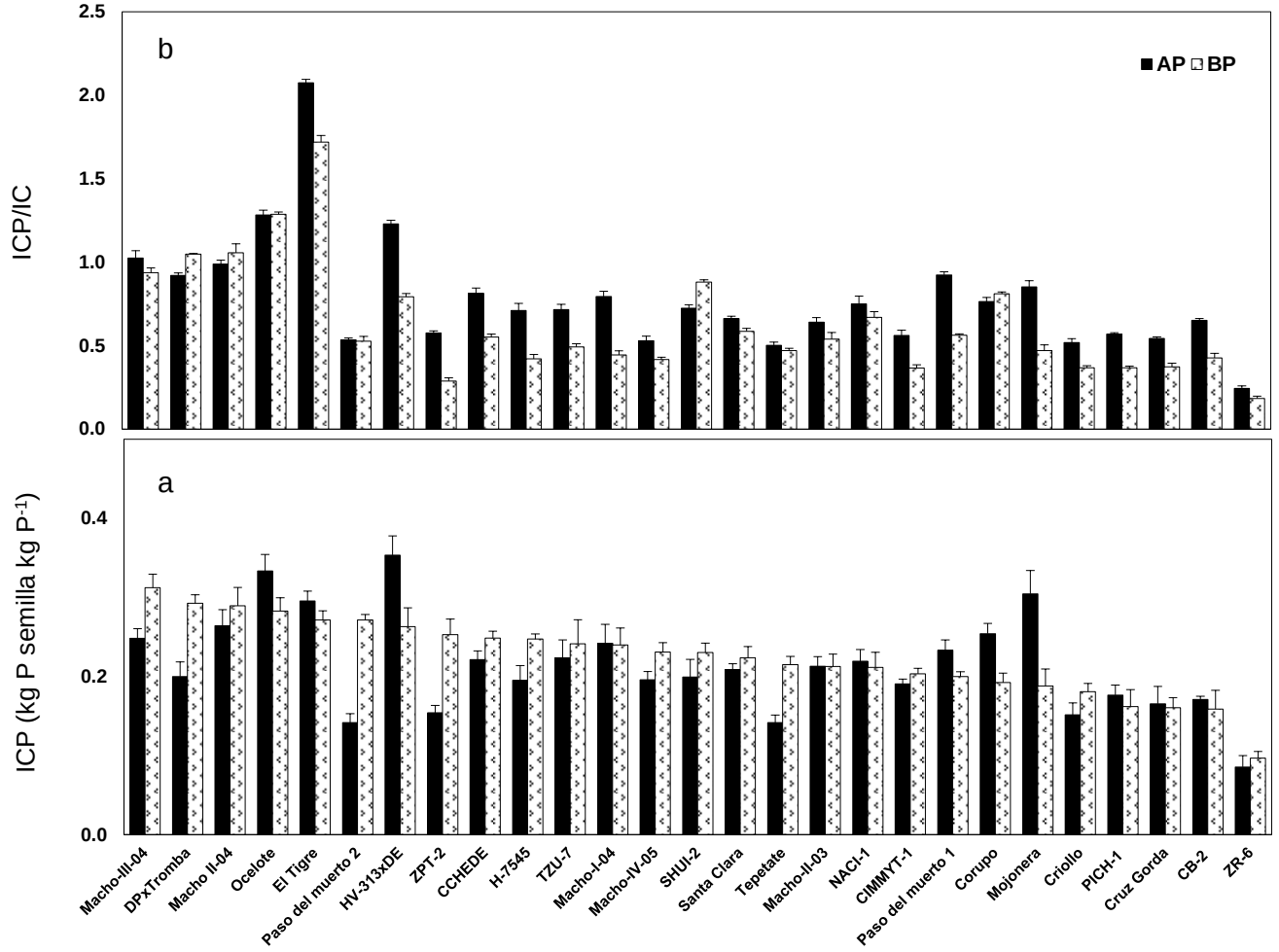


Figura 1. Índice de cosecha de P (ICP) (a) y relación ICP/IC (b) en maíz cultivado en Nahuátzen, Michoacán.

EVALUACIÓN DE DIEZ LÍNEAS EXPERIMENTALES DE SORGO POR SU REACCIÓN A PODREDUMBRE CARBONOSA DEL TALLO MEDIANTE TÉCNICAS DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN EL NORTE DE SINALOA.

Gilberto Bojorquez-Delgado[xx2]
Antonio Flores-Naveda[1]
Salvador Sampayo-Maldonado[xxi]
Jesús Bojorquez-Delgado[1]
Andres Galvez-Rodriguez[1]
Julio Pacheco-Ayala[1]

RESUMEN

Macrophomina phaseolina es un hongo fitopatógeno que causa la podredumbre carbonosa de la base del tallo, Ataca más de 500 especies de plantas y cerca de 100 familias. Es la enfermedad del tallo más agresiva en el cultivo de sorgo. Las condiciones de alta temperatura y sequía provocaron la mayor expresión de la enfermedad. En el presente estudio, se evaluaron 10 líneas experimentales de sorgo para medir la tolerancia a esta enfermedad, los tratamientos se estudiaron bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, sembrando bajo condiciones de riego, se evaluaron 2 variables, la longitud de la lesión del tallo y Índice de vegetación de diferencia normalizada a través del dron DJI Phantom Vision 2 con el sensor DJI FC 200, se aplicó la ANOVA y comparación de medias tanto para los datos obtenidos manualmente sobre la longitud del daño en el tallo de las plantas como los obtenidos del mapa NDVI, donde se observó a LES 3 y LES 4 como las más tolerantes al daño de la enfermedad y con mejor nivel de NDVI, lo cual indica que además de ser estas líneas las más tolerantes a la enfermedad también lo son las que mejor se adaptaron a las condiciones ambientales del norte de Sinaloa.

PALABRAS CLAVE: Macrophomina phaseolina, NDVI, Sorgo

INTRODUCCIÓN

Macrophomina phaseolina es un hongo fitopatógeno que causa la podredumbre carbonosa de la base del tallo, Ataca más de 500 especies de plantas y cerca de 100 familias (Mihail y Taylor, 1995). Este hongo infecta un amplio rango de plantas cultivadas y silvestres (Songa y Hillocks 1996). Es la enfermedad del tallo más agresiva en el cultivo de sorgo [Sorghum bicolor (L.) Moench] (Odvody y Dunkle, 1979). Es un patógeno que sobrevive en el suelo en forma de esclerocios después de la desintegración de los tejidos de sus hospederos. La enfermedad se presenta en todas las áreas productoras de sorgo [Sorghum bicolor (L.) Moench.] y es más severa en regiones donde frecuentemente se presentan temperaturas del suelo mayores a 32° C con sequía (Clafin y Giorda, 2002). El hongo presenta micelio ramificado con hifas hialinas, filiformes y septadas; mismas que puede tener ramificaciones secundarias. Los conidios del hongo son fusiformes, unicelulares, levemente curvos, puntiagudos en un extremo y redondeados en otro. Como estructuras de resistencia, M. phaseolina produce microesclerocios que son esféricos o ligeramente alargados, rodeados de micelio cuyas prolongaciones contribuyen a su formación. Los microesclerocios son articulados, duros, coraloides y de color negro (Abawi y Pastor-Corrales, 1990).

En México, el estado de Tamaulipas es el principal productor de sorgo, ya que se siembran alrededor de 800 mil hectáreas al año y se obtiene una producción media de más de dos millones de toneladas (SAGAR, 2003). La pudrición carbonosa del tallo causada por M. phaseolina es la enfermedad más importante del sorgo en el norte de Tamaulipas y desde los años 80's afecta el área de temporal (Williams-Alanís et al., 1995). Las condiciones de alta temperatura y sequía que se presentaron durante los años 1984 a 1994, provocaron la mayor expresión de la enfermedad en este período, reduciendo la producción de sorgo en más del 30 % y en algunos ciclos agrícolas y en ciertos lotes las pérdidas en producción fueron del 100 % (MontesGarcía y Díaz-Franco, 2006).

La inoculación de las plantas de sorgo por medio de la técnica del palillo específica para M. phaseolina es ampliamente utilizada en todo el mundo para realizar comparaciones entre genotipos (Edmunds, 1964; Tuinstra et al., 2002). Aunque se han desarrollado algunas prácticas agronómicas para el control de la enfermedad, el desarrollo de genotipos con resistencia genética, es sin duda la estrategia más importante a seguir, debido a que es la más económica y fácil de implementar (Smith y Carvil, 1997; Mayek-Pérez et al., 2001; Mayek-Pérez et al., 2002; Songa y Hillocks, 1996). Como respuesta a las pérdidas comerciales causadas por PCT se ha desarrollado un grupo de genotipos tolerantes (Pecina-Quintero, 1999; Williams-Alanís et al., 1994). Así mismo, se ha observado que la incidencia de la enfermedad en los progenitores fue menor a la incidencia de los híbridos, lo que indica que la heterosis no es un factor importante en la resistencia para la incidencia de la enfermedad (Pecina-Quintero et al., 1999). Se han formado y liberado genotipos con tolerancia a la enfermedad en el noreste de México (Williams-Alanís, et al., 1994; WilliamsAlanís, 1996) sin embargo, son insuficientes los genotipos en el mercado que pueden considerarse tolerantes.

Una alternativa que se ha venido utilizando en los últimos años es la agricultura de precisión, la cual permite monitorear información relativa a las necesidades de agua de los cultivos, las condiciones del terreno, el ritmo de crecimiento o vigor vegetativo y lo que aún es más importante, la detección de plagas o enfermedades. La agricultura de precisión está basada en el reconocimiento de la variabilidad espacial y temporal del clima, los suelos y los cultivos, y consecuentemente, de la importancia de proporcionar un manejo agronómico especifico que tenga en cuenta esas diferencias.

Por lo anterior, se planteó el presente trabajo con el objetivo de evaluar diez variedades experimentales de sorgo por su reacción a PCT y determinar su índice de vegetación normalizado mediante agricultura de precisión, para identificar las más tolerantes y adaptadas al norte de Sinaloa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en el periodo comprendido entre enero y abril del 2017, en el campo experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave, ubicado en carretera internacional y entronque a la brecha en el municipio de Guasave del estado de Sinaloa, sus coordenadas geográficas son 25° 31' 33.47” latitud norte del trópico de cáncer y 108° 22' 47.24" longitud oeste del meridiano de Greenwich. Posee una elevación de 50 msnm. y presenta una topografía plana; el suelo tiene profundidad promedio de 1.2 metros y una textura franco arenoso.

Las condiciones climáticas que prevalecieron durante la época de estudio fueron precipitaciones máximas de 200 mm, con temperatura promedio de 25 oC y humedad relativa constante promedio de 80 %.
Se estudiaron 10 tratamientos bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, sembrando bajo condiciones de riego. Las parcelas se establecieron en un surco de 5.48 m de largo por 0.76 m de ancho, la distancia entre planta fue de 5 cm. Se sembraron 3 gramos de semilla de sorgo en cada parcela experimental. Las siembras se realizaron el 23 de enero 2017.

En los experimentos las plantas fueron inoculadas artificialmente usando la técnica descrita por Edmunds (1964). Por lo cual para reproducir el hongo se colocaron palillos de dientes estériles en cajas Petri con papa–dextrosa–agar (PDA) y la cepa del hongo. Se incubaron a 34° C durante siete días, después de lo cual se retiraron y secaron a temperatura ambiente. La inoculación de las plantas de sorgo en 10 plantas por parcela, se realizó a los 21 días después del inicio de la floración. Insertando en los tallos aproximadamente a dos cm sobre la superficie del suelo, palillos de dientes cubiertos con esclerocios de PCT.

Las líneas seleccionadas para conocer su reacción al hongo se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de líneas de sorgo evaluadas, por su reacción a Macrophomina phaseolina

	Líneas Experimentales de Sorgo	Pedigree
1	LES1	L2342
2	LES2	L3424
3	LES3	L4312
4	LES4	L2350
5	LES5	L2051
6	LES6	L3212
7	LES7	L3424
8	LES8	L4533
9	LES9	L3433
10	LES10	L4322

Para la recolección de datos se utilizó el muestreo aleatorio simple, con una población de 30 plantas por genotipo, siendo 300 plantas en total.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- Longitud de la lesión ocasionado por podredumbre carbonosa de la base del tallo (cm).
- Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)

La evaluación de la longitud de lesión se realizó a los 21 días después de la inoculación. Los tallos se abrieron y se midió la longitud de la lesión producida por el patógeno en cm. Inicialmente se realizó un pre-muestreo donde se eligió arbitrariamente la cantidad de 3

muestras por línea experimental por bloque, para posteriormente calcular el número de muestras optimas que nos proporcionara los intervalos de confianza para el error de estimación de la media con confiabilidad de 95%, para ello se utilizó la Ecuación 1, y para estimar la totalidad se utilizó la Ecuación 2.

$$n \geq \frac{Ns^2}{N\left[\frac{d}{z_{1-\frac{\alpha}{2}}}\right] + s^2} \qquad \textit{Ecuación 7}$$

$$n \geq \frac{N^2 s^2}{\left[\frac{d}{z_{1-\frac{\alpha}{2}}}\right]^2 + Ns^2} \qquad \textit{Ecuación 8}$$

Donde:
n = Tamaño de la muestra
N = Total de unidades de muestreo en que está dividida la población
s^2 = Varianza muestreal
$z_{1-a/2}$ = Cuantil de la distribución normal estándar con una probabilidad menor o igual a 1-a/2
d = Máximo error o alejamiento con respecto al verdadero valor.

Para calcular los límites para el error de estimación de la media se utilizó la Ecuación 3 y para la estimación del total se utilizó la Ecuación 4.

$$LI = \overline{y} - \left(z_{1-\frac{\alpha}{2}}\right)\sqrt{\frac{(N-n)s^2}{Nn}} \qquad \textit{Ecuación 9}$$

$$LS = \overline{y} + \left(z_{1-\frac{\alpha}{2}}\right)\sqrt{\frac{(N-n)s^2}{Nn}} \qquad \textit{Ecuación 10}$$

Donde:
LI = límite Inferior
LS = Limite superior
$\overline{y}$ = Media muestreal
$z_{1-a/2}$ = Cuantil de la distribución normal estándar con una probabilidad menor o igual a 1-a/2
n = Tamaño de la muestra
N = Total de unidades de muestreo en que está dividida la población
s^2 = Varianza muestreal

Para calcular la Media muestreal se utilizó la Ecuación 5, y para calcular la varianza muestreal se utilizó la Ecuación 6.

$$\overline{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{n} \qquad \textit{Ecuación 11}$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (y_i{}^2 - n\overline{y}^2)}{n-1} \qquad \textit{Ecuación 12}$$

Donde:
$\bar{y}$ = Media muestreal
n = Tamaño de la muestra
s^2 = Varianza muestreal
y = Muestras

Para el muestreo del NDVI, se utilizó la plataforma DJI Phantom Vision 2 + y el sensor DJI FC 200, como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. DJI Phantom Vision 2 + con el sensor DJI FC 200

El Phantom Vision 2 + lleva una cámara de muy alta calidad y una tarjeta micro SD de 4GB. Graba vídeo Full HD en 30/60i 1080p, 720p 60 º C de 14 megapíxeles. La configuración de la cámara, incluye: calidad de imagen, ISO, compensación de exposición, balance de blancos, y el formato de captura se pueden ajustar a través de la aplicación de la visión. *Imágenes utilizadas:* Se han utilizado imágenes de 4 vuelos y la ortofoto oficial de 25 cm de resolución obtenida del ICGC. Las características generales de los vuelos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Características básicas de cada vuelo realizado

Vuelo	Fecha	Hola local	No imágenes totales del vuelo
1	05/04/2017	10:34	135
2	12/04/2017	10:12	122

Para el tratamiento de las imágenes se utilizó el software Agisoft PhotoScas, MiraMon, ArcGIS,ENVI e IDRISI.

El análisis estadístico se realizó por la prueba de comparación de medias con un análisis de varianza de varios factores para determinar el nivel de daño por el hongo. Se realizaron varias pruebas y gráficas para determinar qué factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el daño en la raíz de las líneas experimentales de sorgo. También se evaluó la significancia de las interacciones entre los factores. Las pruebas-F en la tabla ANOVA para identificar los factores significativos. Se utilizaron 10 tratamientos para representar las 10 líneas experimentales de sorgo con 3 bloques. Para analizar si existía alguna relación entre los resultados de los 10 tratamientos y el Índice de vegetación de diferencia normalizada se aplicó una ANOVA, para posteriormente comparar las medias y determinar si a través del NDVI podríamos realizar detección temprana de *Macrophomina phaseolina*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un análisis de varianza de varios factores para Longitud de lesión (cm). y se realizaron varias pruebas y gráficas para determinar qué factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Longitud de lesión (cm). También se evaluó la significancia de las interacciones entre los factores, Las pruebas-F en la tabla ANOVA le permitirán identificar los factores significativos. La tabla ANOVA descompone la variabilidad de Longitud de lesion (cm) en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III, la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0.05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Longitud de lesion (cm) con un 95.0% de nivel de confianza, tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Análisis de Varianza para Longitud de lesión (cm) - Suma de Cuadrados Tipo III.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:les	980.025	9	108.892	14.03	0.0000
Residuos	155.282	20	7.76411		
Total (corregido)	1135.31	29			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error *residual*

En la figura 2 se muestran las medias de los tratamientos, se puede observar como la LES3 y LES4 presentaron una menor cantidad de pulgón en sus hojas por el contrario de LES 9 quien presento mayor presencia de esta plaga.

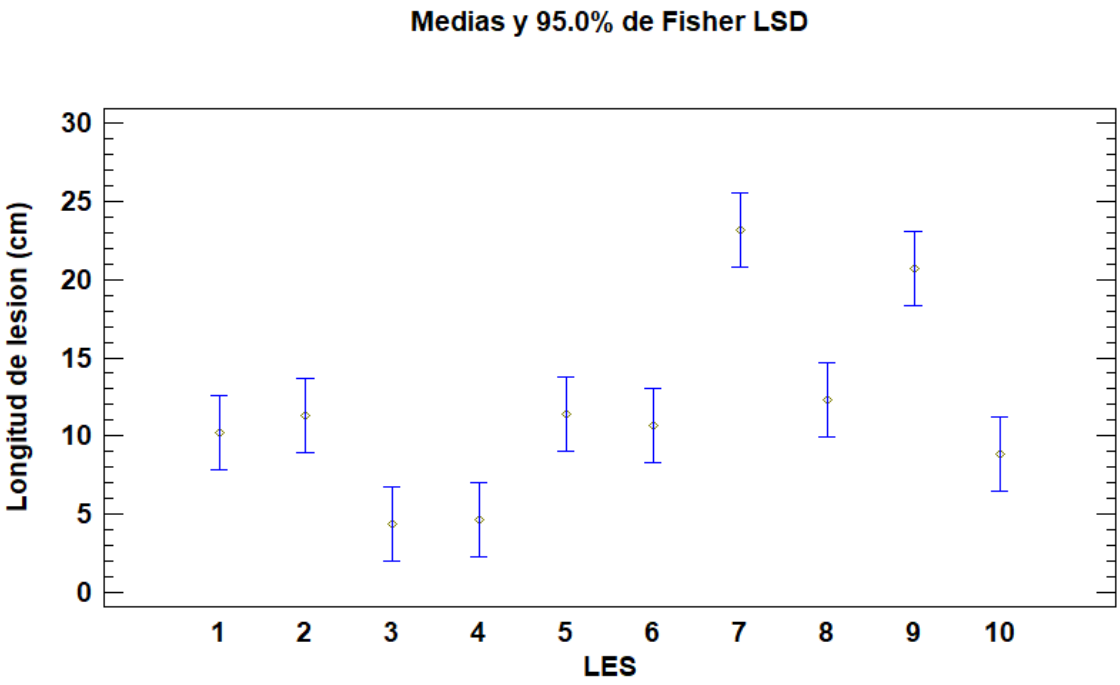


Figura 2. Medias de longitud de lesión por podredumbre carbonosa del tallo sobre las líneas experimentales de sorgo.

En la tabla 4. Se muestra la ANOVA la cual descompone la variabilidad de NDVI en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III, la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0.05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre NDVI con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 4. Análisis de Varianza para índice de vegetación de diferencia normalizada.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:les	0.8272	9	0.0917467	23.21	0.0000
Residuos	0.0790667	20	0.00396333		
Total (corregido)	0.904787	29			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error *residual*

En la figura 3 se muestran las medias de los tratamientos, se puede observar como la LES3 y LES4 presentaron una mejor respuesta al índice de vegetación de diferencia normalizada.

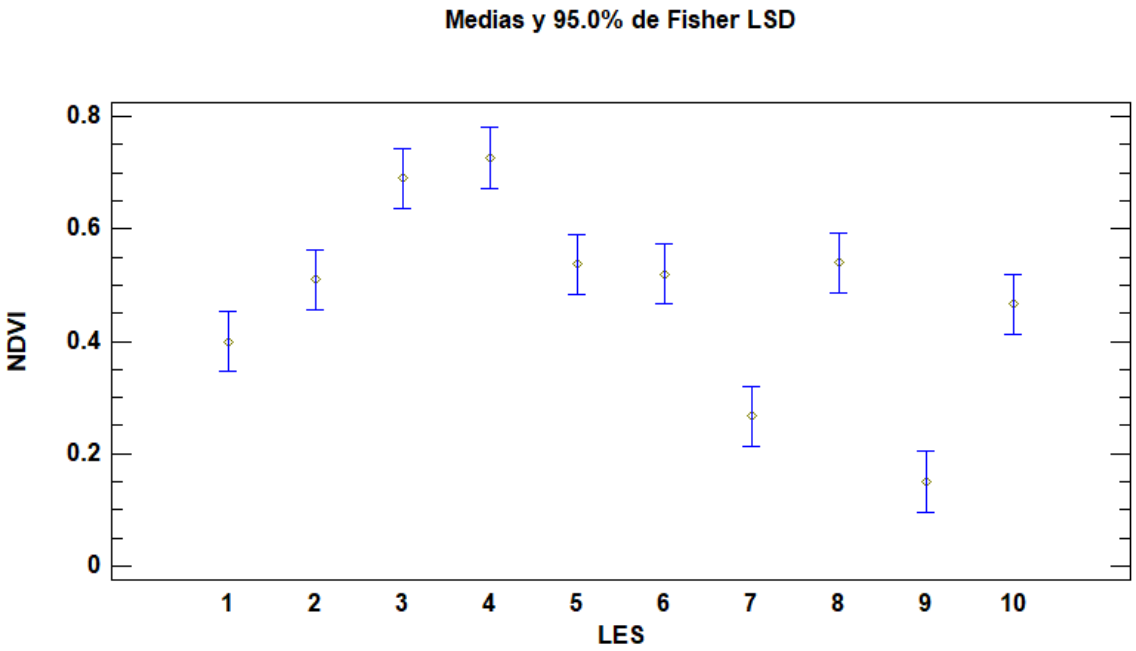


Figura 3. Medias del índice de vegetación de diferencia normalizada sobre las líneas experimentales de sorgo

En los resultados se observa que al igual que (Smith y Carvil, 1997) y (Mayek-Pérez et al., 2001) existe una diferencia significativa en cuantos al daño del hongo respecto a diferentes líneas experimentales.

CONCLUSIONES

La investigación realizada se centró en la evaluación de diez líneas experimentales de sorgo por su reacción a podredumbre carbonosa del tallo y análisis del NDVI, de lo cual se puede concluir los siguientes puntos:
Las LES3 y LES4 presentaron los niveles más bajo de daño por el hongo así vez fueron las más altas en las evaluaciones del NDVI.
Las LES6 y LES8 fueron las menos tolerantes a la enfermedad ya que fueron las que presentaron mayor área de daño en el tallo, y fueron las que presentaron el nivel más bajo en las evaluaciones del NDVI.
El análisis de las líneas por bloque no causo diferencias significativas en cuanto a las variables evaluadas.
A través de la ANOVA se demostró la significancia entre las LES analizadas.
El índice de vegetación de diferencia normalizada fue mayor en las LES con menos daño en el tallo.
Concluyendo que las LES3 y LES4 son las más recomendadas para el norte del estado de Sinaloa en base al clima y tolerancia a la podredumbre carbonosa del tallo. Y se demostró que mediante el análisis del NDVI, se pude detectar la presencia de esta enfermedad lo que ayudaría a una detección temprana y evitar el incremento del daño.

AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento a través de la convocatoria “Apoyo a la Investigación Científica, Aplicada, Desarrollo Tecnológico e Innovación en los Programas Educativos de los Institutos Tecnológicos Descentralizados 2016”, Al Instituto Tecnológico Superior de Guasave y a la Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa por las facilidades y apoyo para la realización de esta investigación.

LITERATURA CITADA

Mihail, J.D., and Taylor, S.J. 1995. Interpreting variability among isolates of *Macrophomina phaseolina* in pathogenicity, picnidium production, and chlorate utilization. Canadian Journal of Botany 73:1596-1603.

Songa W. and Hillocks R.J. 1996. Charcoal rot in common bean with special reference to Kenya. International Journal of Pest Management 42:213–219.

Odvody, G.N., and Dunkle, L.D. 1979. Charcoal stalk rot of sorghum: Effect of environment in host-parasite relations. Phytopathology 69:250-254.

Clafin, L.E., and Giorda, L.M. 2002. Stalk rots of sorghum. In: J.F. Leslie (ed.). Sorghum and Millet Diseases. Chapter 33. Iowa State Press. Ames, USA. pp. 185-190

Abawi, G.S., and Pastor-Corrales, M.A. 1990. Root rots of beans in Latin America and Africa: Diagnosis, research methodologies, and management strategies. CIAT. Cali,Colombia. 114 p

SAGAR. 2003. Situación Actual y Perspectiva de la Producción de Sorgo en México. 1992–2004. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Centro de Estadística Agropecuaria. México, D.F. 60 p.

Williams-Alanís, H. 1996. RB-4040, nuevo híbrido de sorgo para el noreste de México y tolerante a Sporisorium reilianum y Macrophomina phaseolina. Revista Fitotecnia Mexicana 19:193-194.

Williams-Alanís, H., Rodríguez-Herrera, R., AguirreRodríguez, J.I., and Montes-García, N. 1990. Charcoal stalk rot *Macrophomina phaseolina* incidence in isogenic lines and hybrids of red and tan sorghum plants. Sorghum Newsletter 30:214.

Montes-García, N. y Díaz Franco, A. 2006. Fitopatología. In: Campo Experimental Río Bravo. Rodríguez del Bosque, L. A. (ed). Cincuenta años de investigación agropecuaria en el norte de Tamaulipas, historia, logros y retos. 192-213 pp.

Edmunds, L.K. 1964. Combined relation of plant maturity,temperature, and soil moisture to charcoal stalk rotdevelopment in grain sorghum. Phytopathology 54:514-517.

Tuinstra, M.R., Teferra, T.T., Claflin, L.E., Henzell, R.G., Borrell, A., Seetharama, N., Ejeta, G. and Rosenow, D.T. 2002. Breeding for resistance to root and stalk rots in sorghum.

pp.281–286. In: Sorghum and Millet Diseases. J.F. Leslie (ed.). Chapter 33. Iowa State Press.Ames, Iowa, USA.504 p.

Smith, G.S., and Carvil, O.N. 1997. Field screening of commercial and experimental soybean cultivars for their reaction to *Macrophomina phaseolina*. Plant Disease 81:363-368

Mayék-Pérez, N., López-Castañeda, C., González-Chavira,M., García-Espinosa, R., Acosta-Gallegos, J., Martínez dela Vega, O., and Simpson, J. 2001. Variability of Mexicanisolates of *Macrophomina phaseolina* based onpatogénesis and AFLP genotype. Physiological andMolecular Plant Pathology 59:257-264.

Mayek-Pérez, N., López-Castañeda, C., y Acosta-Gallegos,J.A. 2002. Reacción de germoplasma de *Phaseolus* sp a *Macrophomina phaseolina*. Revista Fitotecnia Mexicana25:35-42

Songa W. and Hillocks R.J. 1996. Charcoal rot in common bean with special reference to Kenya. International Journal of Pest Management 42:213–219.

Pecina-Quintero, V. 1999. Análisis Cuantitativo de la Resistencia Genética del Sorgo a Macrophomina phaseolina y Caracterización Molecular de este Patógeno. Tesis de Doctorado. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Unidad Irapuato. Irapuato, Guanajuato, México. 92 p.

Williams-Alanís, H., Aguirre-Rodríguez, J.I., Rodríguez- Herrera, R., y Torres-Montalvo, H.T. 1994. Selección de sorgos resistentes al carbón de la panoja y pudrición carbonosa del tallo. Memorias del XV Congreso de Fitogenética. Monterrey, Nuevo León, México. p. 494.

Williams-Alanís, H. 1996. RB-4040, nuevo híbrido de sorgo para el noreste de México y tolerante a Sporisorium reilianum y Macrophomina phaseolina . Revista Fitotecnia Mexicana 19:193-194.

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA CERTIFICADA EN EL CULTIVO DE TRIGO. VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Juan Manuel Cortés-Jiménez[1]
Alma Angélica Ortiz-Avalos[94]
Gerardo Zazueta-Encinas

RESUMEN

El hato ganadero del estado de Sonora fue de 30.07 millones de cabezas en el año 2015. La producción de estiércol fresco, se estimó en 11.190 millones de toneladas por año. En el Valle del Yaqui, durante el ciclo 2016-2017, se establecerán 232,500 hectáreas con diversos cultivos, tanto perennes como anuales, en las cuales es factible el aprovechamiento de todos los estiércoles que generan las actividades pecuarias del sur del estado. Predomina el monocultivo de trigo con 155,000 hectáreas, en las cuales, de acuerdo con estudios previos, se pueden aplicar de 10 a 20 ton ha^{-1} de abonos orgánicos. El objetivo fue evaluar la aplicación en banda de un fertilizante orgánico granulado con registro OMRI. Se realizaron dos ensayos en el Campo Experimental Norman E. Borlaug del INIFAP, en suelos con distinta disponibilidad de fósforo y en dos calendarios de riego. Se utilizó un sistema de labranza mínima, donde se reutilizan las camas de siembra del ciclo anterior. Se observó un incremento en la producción de 0.957 ton ha^{-1} al aplicar 1.357 ton ha^{-1} del fertilizante orgánico en el tratamiento de cuatro riegos y de 0.840 ton ha^{-1} en el de cinco riegos. En el suelo con una disponibilidad alta de fósforo, se obtuvo un incremento en rendimiento de 1.003 ton ha^{-1} al aplicar Nutripellet, mientras que, en el suelo con baja disponibilidad de este elemento, el incremento en producción fue de 1.075 ton ha^{-1}. Se destaca la diferencia entre un alta y una baja disponibilidad de fósforo en el suelo, la cual fue de 1.831 ton ha^{-1} en los testigos sin fertilización orgánica y de 1.759 ton ha^{-1} al fertilizar, para un promedio de 1.795 ton ha^{-1}. Se concluyó que la aplicación en banda de Nutripellet es una práctica rentable y se recomienda su utilización en la producción orgánica de trigo, en el Valle del Yaqui, Sonora.

PALABRAS CLAVE: Nutripellet, fertilización, estiércol, gallinaza

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el SIAP, para el 2015 el hato ganadero del estado de Sonora fue de 30.07 millones de cabezas; 12.573 millones correspondieron a las aves para producción de carne y huevo; 1.524 millones a bovinos de carne y leche; 1.769 millones al sector porcino, mientras que de ovinos y caprinos sumaron 103,906 cabezas. Para el caso del ganado bovino, se estima una excreta por día de 10 kg, 1.5 en cerdos, 0.1 en aves y 2.0 kg en ovinos (Martínez, 2007), con lo cual se estima una producción diaria de 12,557 ton de gallinaza, 15,240 ton de estiércol de bovino, 2,653 ton de estiércol de cerdo y 207 ton de ovicaprinos, para un total de 30,657 toneladas por día y 11.190 millones de toneladas al año. En base seca, se estiman 6.7 millones de toneladas.

El uso de estiércoles en la agricultura, incrementa el rendimiento de los cultivos debido a que aportan todos los elementos esenciales que requieren los cultivos; tienen un efecto residual mayor que los fertilizantes químicos, liberan nutrimentos en forma gradual, lo cual favorece su disponibilidad durante el desarrollo del cultivo; mejoran la estructura del suelo, porosidad, aireación y capacidad para la retención de agua; forman complejos orgánicos con los nutrimentos manteniendo a éstos disponibles para las plantas; incrementan la capacidad de intercambio catiónico de los suelos evitando que los nutrimentos se pierdan por lixiviación; liberan CO_2 durante su descomposición que forma ácido carbónico el cual solubiliza nutrimentos de otras fuentes; abastecen el carbono orgánico que se utiliza como fuente de energía para organismos heterotróficos del suelo; aumenta la infiltración del agua, reduce el escurrimiento superficial y la erosión de los suelos; favorecen una mayor resistencia de los agregados del suelo a ser dispersados por el impacto de las gotas de lluvia; los estiércoles permiten que el suelo sea más productivo, conserve su fertilidad y tenga un uso sostenible a través del tiempo (Trinidad, 2007).

Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos ha sido demostrada, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo, varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Los abonos orgánicos pueden prevenir, controlar e influir en la severidad de patógenos del suelo, además de servir como fertilizantes y mejoradores del suelo (Romero *et al*., 2000). Una desventaja es que al descomponerse en presencia del aire la reacción que se presenta es exotérmica a través de una fermentación, el calor producido eleva la temperatura a su alrededor y es capaz de inhibir la germinación de la semilla provocando daño a las plántulas, lo cual es resultado de una relación incorrecta de tierra/estiércol (Vera *et al*., 2014).

Entre los sistemas de producción orgánica, la aplicación de enmiendas es una práctica que se ha extendido a escala mundial, por la mínima contaminación del ambiente que conlleva y los resultados satisfactorios que se han encontrado; lo anterior ha revitalizado la idea del reciclaje eficiente de los desechos orgánicos de la actividad agropecuaria, así como el uso de los abonos orgánicos, de tal manera que se reduzca al mínimo imprescindible el uso de los fertilizantes sintéticos como vía de nutrición de las plantas (Rodríguez *et al.,* 2009). El incremento en la producción al aplicar abonos orgánicos, se explica porque el estiércol no sólo retiene la humedad por más tiempo, sino que además es una fuente que libera los nutrientes de manera paulatina a través de todo el ciclo fenológico (Fortis *et al*., 2009).

En el Valle del Yaqui, Sonora, durante el ciclo 2016-2017, se establecerán 232,500 hectáreas con diversos cultivos, tanto perennes como anuales (DDR, 2017). En dicha superficie, es factible el aprovechamiento de todos los estiércoles que generan las actividades pecuarias del sur del estado. Cortés *et al*. (2004), reportaron incrementos en rendimiento de trigo al aplicar 10 y 20 ton ha^{-1} de estiércol tanto crudo como composteados. Dichas aplicaciones incrementaron la disponibilidad de nitrógeno y fósforo en el suelo. Una dosis de 20 ton ha^{-1} de gallinaza, superó al testigo con fertilización química desde el primer ciclo de evaluación (Cuadros 1-4). Sin embargo, en la actualidad existe actividad orgánica certificada en la región, por lo cual es necesario evaluar productos aprobados por las empresas certificadoras. En Girasol, con aplicaciones al voleo, una dosis de 1.5 ton ha^{-1} del mismo fertilizante orgánico certificado que se evaluó en este estudio, optimizó el rendimiento de grano (Ortiz *et al.,* 2016).

El objetivo de esta evaluación, fue estudiar el efecto sobre el rendimiento de trigo, de la aplicación en banda de un fertilizante orgánico con registro OMRI, en el Valle del Yaqui, Sonora.

Cuadro 1. Composición química de abonos orgánicos evaluados en los ciclos 2001 y 2002.

Elemento	Cerdaza		Estiércol		Gallinaza		Composta	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002
Nitrógeno %	2.10	2.04	1.65	0.88	1.65	3.38	1.51	1.71
Fósforo %	0.45	0.56	0.52	0.45	0.87	0.54	0.48	0.68
Potasio %	0.38	0.35	2.29	1.74	2.90	2.10	1.60	2.45
Calcio %	2.14	2.20	1.63	2.60	3.84	3.50	1.58	6.60
Magnesio %	0.18	0.14	0.49	0.41	0.66	0.44	0.47	0.48
Sodio %	0.88	0.94	2.76	3.60	2.92	2.01	1.17	4.10
Fierro ppm	2289	4047	2303	5805	2609	1507	3527	3397
Manganeso ppm	230	596	240	234	704	294	263	328
Cobre ppm	165	309	35	21	37	39	26	205
Zinc ppm	1033	1136	308	59	525	198	93	193
Boro ppm	49	53	84	73	73	77	65	52

Cuadro 2. Composición química de abonos orgánicos evaluados en el ciclo 2003.

Elemento	Cerdaza	Estiércol	Gallinaza	Guano
Nitrógeno %	2.37	1.02	3.60	6.22
Fósforo %	0.51	0.37	0.55	0.68
Potasio %	0.38	1.35	2.05	2.40
Calcio %	2.10	2.00	3.70	3.4
Magnesio %	0.16	0.52	0.45	0.42
Sodio %	0.93	3.80	1.93	3.98
Fierro ppm	4387	5218	1612	2910
Manganeso ppm	613	254	310	151
Cobre ppm	349	25	45	87
Zinc ppm	1215	62	207	8.0
Boro ppm	57	75	80	78

Cuadro 3. Abonos orgánicos y disponibilidad de nitrógeno (kg ha^{-1}) y fósforo ppm. Ciclo 2003

Dosis	Cerdaza		Estiércol		Gallinaza		Composta	
ton ha^{-1}	$N\text{-}NO_3$	P	$N\text{-}NO_3$	P	$N\text{-}NO_3$	P	$N\text{-}NO_3$	P
0	78	23	87	22	94	22	83	36
10	154	56	128	57	170	131	127	89
20	185	91	173	101	199	165	161	123

Cuadro 4. Abonos orgánicos y rendimiento de trigo en ton ha^{-1}. Ciclos 2001-02 y 2002-03

Dosis	Cerdaza		Estiércol		Gallinaza		Composta	
ton ha^{-1}	01-02	02-03	01-02	02-03	01-02	02-03	01-02	02-03
0	4.101	2.474	3.974	2.634	4.355	1.880	4.194	1.828
10	4.966	4.764	4.393	2.841	5.763	5.662	5.168	3.401
20	5.481	6.044	4.951	4.028	5.871	6.652	5.140	4.193
Media	4.849	4.427	4.439	3.168	5.330	4.731	4.834	3.141

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo durante el ciclo otoño-invierno 2016-2017 en las instalaciones del Campo Experimental Norman E: Borlaug, CENEB-CIRNO-INIFAP, el cual se encuentra ubicado en el block 910 del Valle del Yaqui, Sonora, a 109°55´31.07" Oeste y 27°22´06.41" Norte a una altura de 38 msnm, en un suelo de textura arcillosa.

En un primer experimento, se evaluaron dosis de 1.357 y 10.357 ton ha^{-1} de Nutripellet, un fertilizante orgánico granulado con registro OMRI. El producto se aplicó el 17 de octubre, 45 días antes de la siembra. El tratamiento de 10.357 ton ha^{-1} consistió en la aplicación al voleo de 9.0 ton ha^{-1} de Nutripellet más 1.357 ton en banda. Se aplicaron dos calendarios de riego; 0-49-82-98 y 0-42-67-89-102 días después de la siembra, la cual se realizó el día primero de diciembre con la variedad CIRNO C2008 y121 kg ha^{-1} de semilla. La siembra se realizó sobre humedad, en surcos a 80 cm de separación y dos hileras de plantas separadas a 30 cm. No se aplicó fósforo. Se aplicaron 400 kg ha^{-1} de urea al voleo antes del segundo riego de auxilio en ambos calendarios. La disponibilidad de nitrógeno y fósforo en el suelo en el ensayo con tres riegos de auxilio fue de 101 kg ha^{-1} y 20.8 ppm respectivamente; en el ensayo de cuatro riegos los valores correspondientes fueron de 126 kg de nitrógeno y 18.7 ppm de fósforo. En ambos casos, la disponibilidad de nitrógeno y fósforo fue insuficiente para trigo.

En un segundo experimento, se aplicaron en banda 1.357 ton ha^{-1} de Nutripellet en dos niveles de disponibilidad de fósforo en el suelo; 13.6 y 38 ppm y con 102 y 80 kg ha^{-1} de Nitrógeno. Se sembró sobre humedad el 30 de noviembre con la variedad CIRNO y 119 kg ha^{-1} de semilla. Se aplicaron 4 riegos de auxilio a los 0-43-71-91-104 días después de la siembra. No se aplicó fertilización nitrogenada ni fosfatada. El día 11 de enero a los 41 días de la siembra, se analizó la concentración foliar de macro y micro elementos en los tratamientos con y sin nutripellet. Las características del fertilizante se describen en el cuadro 5. Se utilizó un diseño en franjas de 4 surcos de 110 m de longitud y se tomaron tres muestras en los dos surcos centrales de 3.0 m de largo, con las cuales se estimó el rendimiento de grano al 12% de humedad. Ambos experimentos se establecieron en un sistema de labranza mínima, donde se reutilizó el surco del cultivo anterior. Tanto los análisis de suelo como los foliares, se realizaron en el laboratorio de suelos del Campo Experimental Norman Borlaug del INIFAP.

Cuadro 5. Características del fertilizante orgánico granulado de acuerdo a su ficha técnica.

Característica	Valor	Característica	Valor
pH (1:5 agua destilada)	6-7	Potasio (K_2O) %	2-3
C.E. dS m^{-1} 1:5 agua	10-12	Calcio %	11-16
Densidad g cm^{-3}	0.7-0.9	Sodio %	1.0-1.5
Humedad %	12-18	Magnesio %	1.0-1.6
Cenizas	50-55	Fierro %	0.4-1.0
Relación C/N	11-13	Zinc ppm	400-700
Materia Orgánica %	40-45	Cobre ppm	60-90
Nitrógeno total %	2-3	Manganeso ppm	450-800
Fósforo (P_2O_5) %	2.5-4.0	Boro ppm	40-100
Azufre (S-SO_4) %	0.5-1.5		

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer experimento, se observó un incremento en la concentración de la mayoría de los elementos analizados al aplicar el fertilizante orgánico (Cuadro 6). Los resultados, indican la concentración de nitratos en la base del tallo y el resto de los elementos en planta completa.

Cuadro 6. Efecto del Nutripellet en la concentración foliar de nutrimentos

Elemento	Concentración foliar de nutrimentos	
	Con Nutripellet	Sin nutripellet
Nitratos kg ha^{-1}	7,507	6,626
Fósforo %	0.293	0.271
Potasio %	3.240	3.090
Calcio %	1.650	1.800
Magnesio %	0.234	0.234
Sodio %	0.753	0.710
Cobre mg kg^{-1}	8.767	8.367
Fierro mg kg^{-1}	149.4	128.3
Zinc mg kg^{-1}	37.03	55.1
Manganeso mg kg^{-1}	125.2	119.2

Se observó un incremento en la producción de 0.957 ton ha^{-1} al aplicar 1.357 ton ha^{-1} del fertilizante orgánico en el tratamiento de cuatro riegos y de 0.840 ton ha^{-1} en el de cinco riegos, para un incremento promedio de 0.898 ton ha^{-1}, lo cual se explica por el aumento en la concentración de nitratos y fósforo en los tratamientos aplicados, elementos que se consideran deficientes en los suelos del Valle del Yaqui (Cuadro 7). El rendimiento estuvo acorde con el pronóstico de clima, que indicó un rendimiento potencial de 5.5-6.0 ton ha^{-1}.

Cuadro 7. Efecto del Nutripellet en el rendimiento de trigo en 2 calendarios de riego

Dosis de fertilizante orgánico (ton ha^{-1})	Rendimiento de grano ton ha^{-1}	
	4 riegos	5 riegos
0	4.522	4.694
1.357	5.479	5.534
	5.000	5.114

Con la aplicación de 10.357 ton ha^{-1}, los incrementos con respecto al testigo fueron de 1.452 y 1.218 ton ha^{-1} para 4 y 5 riegos respectivamente (Cuadro 8). La relación beneficio/costo resultó positiva para la dosis de 1.357 ton ha^{-1}, no así para una dosis de 10.357 ton. Sin embargo, se consideró necesario explorar el potencial de rendimiento sin limitantes de nutrimentos.

Cuadro 8. Efecto del Nutripellet en el rendimiento de trigo en 2 calendarios de riego

Dosis de fertilizante orgánico (ton ha^{-1})	Rendimiento de grano ton ha^{-1}	
	4 riegos	5 riegos
0	4.733	5.191
10.357	6.185	6.409
	5.459	5.800

En el segundo experimento, se observó una mayor concentración de nitrógeno y fósforo en los tratamientos con Nutripellet. Se destacó una mayor concentración foliar de fósforo en el suelo donde había una mayor disponibilidad de este elemento (Cuadro 9).

Cuadro 9. Efecto del Nutripellet en la concentración foliar de nutrimentos en el experimento 2

Elemento	Concentración foliar de nutrimentos			
	13.6 ppm de P en el suelo		38 ppm de P en el suelo	
	Con Nutripellet	Sin Nutripellet	Con nutripellet	Sin Nutripellet
Nitratos kg ha^{-1}	7,544	6,317	7,499	6,049
Fósforo %	0.256	0.246	0.303	0.302
Potasio %	3.290	2.960	3.260	3.360
Calcio %	1.050	1.060	1.340	0.790
Magnesio %	0.194	0.189	0.235	0.181
Sodio %	0.790	0.760	0.750	0.750
Cobre mg kg^{-1}	8.20	7.80	8.10	8.30
Fierro mg kg^{-1}	129.3	148.3	114.0	155.8
Zinc mg kg^{-1}	47.1	47.3	44.7	36.9
Manganeso mg kg^{-1}	132.4	133.5	128.0	138.9

En el suelo con una disponibilidad alta de fósforo, se obtuvo un incremento de 1.003 ton ha^{-1} al aplicar Nutripellet, mientras que, en el suelo con baja disponibilidad de este elemento, el incremento en producción fue de 1.075 ton ha^{-1}. Se destaca la diferencia entre un alta y una baja disponibilidad de fósforo en el suelo, la cual fue de 1.831 ton ha^{-1} en los testigos sin fertilización orgánica y de 1.759 ton ha^{-1} al fertilizar, para un promedio de 1.795 ton ha^{-1} (Cuadro 10). Lo anterior, representa de $7,180 a $8,077 si el trigo se paga a $4,000 o 4,500 pesos por tonelada

Cuadro 10. Efecto del Nutripellet en dos niveles de fósforo en el suelo.

Dosis de fertilizante orgánico granulado	Rendimiento de grano ton ha^{-1}	
	38 ppm de P	13.6 ppm de P
0	5.513	3.682
1.357	6.516	4.757
Promedio	6.015	4.219

La aplicación localizada de una cantidad relativamente pequeña de fertilizante orgánico, promovió incrementos en rendimiento de trigo muy superiores a los obtenidos con la aplicación al voleo de 10 ton ha^{-1} de gallinaza. Este hecho, además del sistema de labranza en surcos, donde se reutiliza la misma cama de siembra del cultivo anterior, permite acumular en pocos ciclos, las cantidades necesarias de nutrimentos que maximizan el rendimiento y la rentabilidad del trigo, al mismo tiempo que se incrementa el contenido de materia orgánica y la calidad del suelo.

CONCLUSIONES

La aplicación en banda de Nutripellet es una práctica rentable y se recomienda su utilización en la producción orgánica de trigo, en el Valle del Yaqui, Sonora.

LITERATURA CITADA

Cortés, J.J.M., Ortiz, E.J.E. y Félix V.P. 2004. Abonos orgánicos en la agricultura. Memoria del día de agricultor. Publicación especial No. 11. Campo Experimental Valle del Yaqui, INIFAP. Cd. Obregón, Sonora. p. 9-13.

DISTRITO DE RIEGO DEL RIO YAQUI. 2017. Cédula de cultivos 2016-2017. http://drryaqui.org.mx/ceduladecultivos.html consultado el 30 de junio de 2017.

Fortis, H.M., Leos, R.J.A., Preciado, R.P., Orona, C.I., García, S.J.A., García, H.J.L. y Orozco, V. J.A. 2009. Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. Terra Latinoamericana. volumen 27 número 4:329-336

Martínez, M.C. 2007. Volumen de biodigestores. Energía y tú. [Fecha de consulta: 10 de julio de 2017]. Disponible en: http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia39/HTML/articulo04.htm

Ortiz, A.A.A., Cortés, J.J.M., Zazueta, E.G. y Rivera, G.M. 2016. Evaluación de dos genotipos de girasol y un fertilizante orgánico certificado en el Valle del Yaqui, Sonora. Memoria de la XXVIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango. p. 201-206

Rodríguez, D.N., Pedro Cano, R.P., Figueroa, V.U., Favela, Ch.E., Moreno, R.A., Márquez, H.C., Ochoa, M.E. y Preciado, R.P. 2009. Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. Terra Latinoamericana, volumen 27, número 4: 319-327.

Romero, L.M del R., Trinidad S.A., García E.R. y Ferrera C.R. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. Agrociencia, vol. 34, núm. 3, pp. 261-269

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2015. Población avícola, porcina, ganadera, ovina y caprina del estado de Sonora. 2006-2015.

Trinidad, S.A. 2007. Utilización de estiércoles. Ficha técnica Núm. 7. SAGARPA, Secretaría de Desarrollo Rural. Dirección general de apoyo para el desarrollo rural. Montecillo, Estado de México. 8 p.

Vera, R.I., Martínez R.J., Estrada J.M. y Ortiz S.A. 2014. Potencial de generación de biogás y energía eléctrica Parte I: excretas de ganado bovino y porcino. Ingeniería Investigación y Tecnología, UNAM. volumen XV (número 3): 429-436

EVALUACIÓN DE MATERIALES DE TRIGO CRISTALINO EN DISTINTAS FECHAS DE SIEMBRA

José Luis Félix Fuentes[1]
Pedro Figueroa López[1]
Víctor Valenzuela Herrera[1]
Guillermo Fuentes Dávila[1]
Gabriela Chávez Villalba[1]
Alberto Mendoza Lugo[1]
Manuel Madrid Cruz[1]

RESUMEN

Se analizaron ocho materiales de trigo cristalino, entre ellas dos variedades liberadas por INIFAP, una variedad originaria de EU y cinco líneas avanzadas provenientes de los programas de mejoramiento de CIMMYT. El ensayo se estableció durante el ciclo agrícola 2007-2008 en el valle del yaqui en el estado de Sonora. Las variables evaluadas fueron: rendimiento, peso hectolitrico, días a floración, altura de planta, madurez y proteína. Los datos fueron evaluados mediante análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey (α=0.01). El genotipo con el mayor rendimiento en las cuatro evaluación es fue MUSK_1//ACO89/FNFOOT_2/4/MUSK_4/3/PLATA _3//CREX/ALLA/5/OLU S*2/ ILBOR/ /PAT KA_7/YAZI_1 con un promedio de 6415 kgha^{-1} con una diferencia de 200 kg respecto al segundo mejor genotipo y 700 kg al menos rendidor PLATINUM, lo cual es debido a la susceptibilidad a la roya de la hoja. En proteína de grano el valor más alto fue de 14.57 con el genotipo SULA/AAZ_5//CHEN/ALTAR84/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85) //PLATA_13/4 /ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1

PALABRAS CLAVE: Genotipos, sobresalientes, riegos

INTRODUCCIÓN

El cultivo de trigo es uno de los cereales de mayor importancia en México, con una superficie de siembra anual de 700 mil hectáreas. Tan solo en el noroeste del país se siembra más del 40 % de la superficie a nivel nacional, siendo el estado de Sonora el máximo productor con más de 250 mil hectáreas de dicadas a este cultivo, de las cuales cerca del 70 % corresponden a la siembra de trigos cristalinos (SIAP 2016). El repunte de los trigos cristalinos se generó a partir de mediados de los 90´ debido a la elevada susceptibilidad de los trigos harineros al carbón parcial del grano, provocando niveles epidémicos. (Casas et al., 2014) por lo que a partir de ese momento la superficie de siembra para trigo cristalino ha venido a la alza. Lo cual genera un gran compromiso a los mejoradores por crear nuevas líneas con características sobresalientes que sean del interés de los productores.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizo durante el ciclo agrícola 2007-08 en el Campo Experimental Valle del Yaqui, localizado en el block 910 a 27° 22´ latitud norte y 109° 55´ latitud oeste a 37 metros sobre el nivel del mar (msnm) con clima cálido y cálido extremoso y seco Bw (h´) y BS (h´´) de acuerdo con la clasificación de Koppen modificado por Garcia (1988), tipo de suelo barrial compactado. El material genético corresponde a ocho materiales de trigo cristalino (Cuadro1) el ensayo se estableció en dos fechas de siembra, 15 y 30 de noviembre de 2007 con dos y tres riegos de auxilio, las variables evaluadas fueron: rendimiento que se obtuvo del peso total

de grano entre el área cosechada; peso hectolitrico que se obtiene del peso del grano contenido en un volumen equivalente a un litro (kg/hl); días a floración se expresó como el número de días requeridos para que la parcela llegue a la floración, partiendo del día de emergencia y se determinó mediante visitas frecuentes a la población, observando en el día en que el 50% de las espigas de la parcela experimental, expulsan sus anteras presentando una coloración amarilla intensa; días a madurez, se registró como el número de días transcurridos hasta llegar a la madurez fisiológica, partiendo del día de emergencia, esto es, cuando el 50% de del total de las espigas de la parcela adquieran un color beige dorado; altura de planta, se registra en la madurez; la proteína se obtiene directo del grano expresado en porciento. Las parcelas fueron de cinco metros de largo a doble hilera con cuatro surcos por unidad experimental, con una densidad de siembra de 100 kg/ha, bajo un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. El análisis estadístico se realizo con el programa SAS sistema para Windows 9.0. El manejo agronómico se realizo en base a la guía metodológica que establece INIFAP para la región.

Cuadro 1. Genotipos de trigo cristalino evaluados durante el ciclo agrícola 2007-08 en el valle del yaqui, Sonora.

N	Genotipo	historial de selección
1	JUPARE C2001	CD91Y636-1Y-040M-030Y-1M-0Y-0B-1Y-0B
2	SOMAT_4/INTER_8	CDSS95B00181S-0M-1Y-0B-1Y-0B-0Y-0B-14EY-0Y
3	CS/TH.CU//GLEN/3/…	CDSS95B00803M-D-0M-1Y-0B-3Y-0B-0Y-0B-15EY-0Y
4	SCRIP_1//DIPPER_2/…	CDSS02Y00381S-0Y-0M-19Y-0Y
5	SULA/AAZ_5//CHEN/…	CDSS02Y00390S-0Y-0M-8Y-0Y
6	MUSK_1//ACO89/FN…	CDSS02Y00786T-0TOPB-0Y-0M-2Y-0Y
7	SOOTY_9/RASCON_...	CGSS02Y00004S-2F1-6Y-0B-1Y-0B
8	PLATINUM	USA

N= numero de línea

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el rendimiento de grano promedio de las fechas de siembra, se obtuvo diferencia significativa entre los genotipos evaluados, siendo la línea MUSK_1//ACO89/FNFOOT_2/4/MUSK_4/3/PLATA_3//CREX/ALLA/5/OLUS*2/ILBOR//PAT KA_7/YAZI_1 la mas rendidora con 6415 kg ha^{-1} seguido del testigo JUPARE C2001 y de las líneas avanzadas SOMAT_4/INTER_8 y SOOTY_9/RASCON_37//CAMAYO. El material menos rendidor fue PLATINUM con una diferencia promedio de 700 kg ha-1 respecto al material más rendidor, en el cuadro 2 se observa los rendimientos obtenidos en las distintas fechas de siembras. El rendimiento promedio más alto se obtuvo en la primera fecha de evaluación con una diferencia de 500 kg ha^{-1} respecto a la fecha de siembra del 30 de noviembre. En el comparativo de los riegos de auxilio, la diferencia fue de 1100 kg ha^{-1}

Cuadro 2. Comparación de medias para rendimiento de grano (RG) en las dos fechas de siembra, con dos y tres riegos de auxilio, en los 8 genotipos de trigo cristalino

	RG(kg ha^{-1})			
N	1F2AUX	1F3AUX	2F2AUX	2F3AUX
1	6073.3a	7229.2ab	5437.4a	6171.7ab
2	5927.5ab	6829.2ab	5358.3a	6583.3a
3	5590.8ab	66 25bc	5441.7a	6161.7ab

4	5201.7b	6687.5bc	5162.5a	6114.2ab
5	5293.3ab	6954.2ab	5258.3a	6312.5ab
6	5969.2ab	7608.3ª	5420.8a	6663.3a
7	5765.8ab	7087.5ab	5262.5a	6573.3a
8	5673.3ab	6129.2c	5083.3a	5958.3b
Cv	3.12	4.01	4.08	3.06

N= numero de línea, Cv= coeficiente de variación

En el promedio obtenido del peso hectolitrico se observo que la fecha del 15 de noviembre con tres auxilios presento un promedio general de 83.3, similar al registrado en la fecha de siembra de 01 de diciembre con el mismo número de riegos. El mayor promedio se obtuvo con la variedad JUPARE C2001 (83.8 kg/hl) seguido de MUSK_1//ACO89/FNFOOT_2/4/MUSK_4/3/PLATA_3//CREX/ALLA/5/OLUS*2/ILBOR//PATKA_7/YAZI_1 y SULA/AAZ_5//CHEN/ ALTAR84/3/AJAIA_12/F3LOCAL (SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1 (83.5 y 83.1kg/hl) en el cuadro 3 se muestra el peso hectolitrico de los materiales evaluados.

Generalmente los granos chupados o arrugados presentan bajo peso hectolitrico, en tanto que los granos llenos tienen buen peso, el peso hectolitrico también es influenciado por la uniformidad de tamaño y forma del grano Mellado 1986 comenta que otro factor que incide es la densidad del grano, lo que a su vez depende de la estructura biológica y composición química del mismo, incluyendo el contenido de humedad.

Cuadro 3. Comparación de medias para peso hectolitrico (PH) en las dos fechas de siembra, con dos y tres riegos de auxilio, en los 8 genotipos de trigo cristalino

	PH(kg hl^{-1})			
N	1F2AUX	1F3AUX	2F2AUX	2F3AUX
1	82.7a	84.8a	83.7a	84.2a
2	81.5abc	83.7ab	82.4b	83.0bc
3	79.9c	82.4bc	81.6c	82.9bc
4	80.0bc	81.4c	82.5b	81.8d
5	81.6abc	84.0ab	83.2a	83.6ab
6	82.6ab	84.0ab	83.6a	83.8ab
7	81.5abc	83.2ab	82.3b	83.1b
8	81.5abc	83.0abc	79.9c	82.0cd
Cv	0.31	0.72	0.22	0.40

N= numero de línea, Cv= coeficiente de variación

En la variable proteína de grano se obtuvo diferencia significativa entre genotipos. El valor más altos se registro con SULA/AAZ_5//CHEN/ALTAR 84/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1 con un promedio de 14.57, se sabe que valores altos en el rendimiento pueden afectar la cantidad de proteína, por lo que se debe evaluar el rendimiento durante la etapa de llenado. Para ello es necesario realizar aplicaciones nitrogenadas para manipular la calidad de las proteínas de alto peso molecular (Weegels et al., 1996)

Dentro de los requisitos relacionados a la calidad esta el color amarillo de la sémola, que se correlaciona con el color de la pasta, por ello en este trabajo se determino el color, encontrándose diferencia significativa siendo los genotipos SCRIP_1//DIPPER_2/BUSHEN_3/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1, SULA/AAZ _5//CHEN/ ALTAR84/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/ARMENT//SRN_3/NIGRI

S_4/3/CANELO_9.1, PLATINUM y MUSK_1//ACO89/ FNFOOT_2/4/MUSK_4 /3/PLATA_3//CREX/ALLA/5/OLUS*2/ILBOR//PATKA_7/YAZI_1 con un promedio de 28 u. el genotipo de menor calidad respecto al color, fue la variedad JUPARE C2001 con 21 u.

En el cuadro 4. Se muestra el promedio de las variables madurez fisiológica, Altura y floración en las distintas fechas de siembra, con dos y tres riegos. Siendo el material más precoz PLATINUM con un promedio de 120 días después de emergencia (dde) esta misma variedad presento la menor altura con 70 cm en promedio de las dos fechas con los distintos riegos, a diferencia de la variedad JUPARE C2001 con una media de 92 cm. En floración el material más tardío fue SCRIP_1//DIPPER_2/BUSHE N_3/4/ARMENT// SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1 con 88(dde)

Cuadro 4. Promedio de las variables madurez fisiológica, altura de planta y floración con dos y tres riegos de auxilio en dos fechas de siembra

	madurez	altura	Floración
2 riegos	123.7b	82.08b	82.6b
3 riegos	126.5a	86.4a	84.3ª
1f	128a	83.5b	83.6ª
2f	122.3b	85a	83.3ª

1f=fecha de siembra del 15 de noviembre, 2f=fecha de siembra del 30 de noviembre; columnas de medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

CONCLUSIÓN

El materia más prometedor para su liberación es la línea avanzada MUSK_1//ACO89/FNFOOT_2/4/MUSK_4/3/PLATA _3//CREX/ALLA/5/OLU S*2/ILBOR/ /PAT KA_7/YAZI_1 sin embargo el proceso previo requiere de un largo camino de evaluación que comprende al menos tres años de pruebas de rendimiento, calidad y resistencia a enfermedades, en diferentes localidades, por lo que miles de líneas no llegan a un segundo ciclo. Es por ellos que los programas de mejoramiento requieren de materiales que se comporten de manera estable durante el proceso de evaluación y que no presente altibajos en los diferentes ensayos.

LITERATURA CITADA

García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.

Kobelak, Andrea C.; Cura, Andrés A.; Dávalos, Claudio M. - Currie, Héctor. (2004). Aplicación de Balances Hídricos Integrados en Cultivo de Trigo. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Noroeste.* Resumen A-048 Recuperado desde: http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Agrarias/A-048

Lobell, D. B., Ortiz-Monasterio, J. I., & Asner, G. P. (2004). Relative importance of soil and climate variability for nitrogen management in irrigated wheat. *Field Crops Research*, *87*(2), 155-165.

Ruvalcaba, L. P. (2007). Selección para contenido de proteína y rendimiento de grano en trigo irradiado recurrentemente. *Interciencia*, *32*(10), 686-691.

Solano, J., Barriga, P., & Krarup, A. (1998). Estabilidad temporal del rendimiento de genotipos mutantes de trigo, mediante el modelo de interacción multiplicativa y efectos principales aditivos (AMMI: Additive Main Effect and Multiplicative Interaction Model). *Agro sur*, *26*(2), 19-32.

Weegels PL, Hamer RJ, Schofield ID. (1996). Functional properties of wheat glutenin**.** In: Journal of Cereal Science, , 23:1-18.

EVALUACIÓN DE MATERIALES DE TRIGO HARINERO EN DISTINTAS FECHAS DE SIEMBRA

José Luis Félix-Fuentes[1]
Pedro Figueroa-López[1]
Víctor Valenzuela-Herrera[1]
Guillermo Fuentes-Dávila[1],
Gabriela Chávez-Villalba[1]
Manuel Madrid Cruz[1]

RESUMEN

Se analizaron dos variedades de trigo liberadas por INIFAP y cinco líneas avanzadas provenientes de los programas de mejoramiento de CIMMYT, establecidas durante el ciclo agrícola 2007-2008 en el valle del yaqui en el estado de Sonora. Las variables evaluadas fueron: rendimiento, peso hectolitrico, días a floración, altura de planta, madurez y proteína. Los datos fueron evaluados mediante análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey (α=0.01). Los materiales con mayor rendimiento promedio fueron ATTILA/PASTOR (5.87 t ha^{-1}), KAMB1*2/KUKUNA (5.86 t ha^{-1}) y TACUPETO F2001 (5.81 t ha^{1}). En la evaluación con tres auxilios ATTILA/PASTOR fue superior en 0.3 t ha^{-1} al segundo genotipo más rendidor. En el porcentaje de proteína la variedad KRONSTAD F2004 fue quien obtuvo el valor más alto con dos riegos de auxilio siendo superior a los demás genotipos evaluados.

PALABRAS CLAVE: Genotipos, sobresalientes, riegos

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el trigo es uno de los cereales de mayor importancia a nivel mundial como base de la alimentación humana, y asumiendo que la población del mundo se duplicara en las próximas décadas, la demanda mundial del trigo también se duplicara. En este contexto, es claro que su producción deberá incrementarse de la mano de mayores rendimientos por unidad de área y/o mayor superficie sembrada/cosechada. Las estrategias a seguir para incrementar la producción del cultivo de trigo, forman parte de un debate actual en el mundo. Uno de los aspectos claves para conocer hasta donde es posible expresar el potencial genético de una determinada variedad, es saber cuál es el límite ambiental que permite expresar los máximos rendimientos, es decir, el rendimiento potencial, de modo de establecer la brecha entre este potencial y el rendimiento actual. Por ello es necesario trabajar con líneas avanzadas, para evaluar el comportamiento del material genético, generado por los programas de mejoramiento, lo que hace necesario medir la estabilidad de los genotipos a distintos ambientes (Solano et al., 1998) con dos y tres riegos de auxilio.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó durante el ciclo agrícola 2007-08 en el Campo Experimental Valle del Yaqui, localizado en el block 910 a 27° 22´ latitud norte y 109° 55´ latitud oeste a 37 metros sobre el nivel del mar (msnm) con clima cálido y cálido extremoso y seco Bw (h´) y BS (h´´) de acuerdo con la clasificación de Koppen modificado por Garcia (1988), tipo de suelo barrial compactado.

El material genético corresponde a siete materiales de trigo harinero (Cuadro1) el ensayo se estableció en dos fechas de siembra, 15 y 30 de noviembre de 2007 con dos y tres riegos de auxilio, las variables evaluadas fueron: rendimiento que se obtuvo del peso total de grano entre el área cosechada; peso hectolitrico que se obtiene del peso del grano contenido en un volumen equivalente a un litro (kg/hl); días a floración se expresó como el número de días requeridos para que la parcela llegue a la floración, partiendo del día de emergencia y se determinó mediante visitas frecuentes a la población, observando en el día en que el 50% de las espigas de la parcela experimental, expulsan sus anteras presentando una coloración amarilla intensa; días a madurez, se registró como el número de días transcurridos hasta llegar a la madurez fisiológica, partiendo del día de emergencia, esto es, cuando el 50% de del total de las espigas de la parcela adquieran un color beige dorado; altura de planta, se registra en la madurez; la proteína se obtiene directo del grano expresado en porciento.

Las parcelas fueron de cinco metros de largo a doble hilera con cuatro surcos por unidad experimental, con una densidad de siembra de 100 kg/ha, bajo un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. El manejo agronómico se realizó en base a la guía metodológica que establece INIFAP para la región.

Cuadro 1. Genotipos evaluados durante el ciclo agrícola 2007-08 en el valle del yaqui, Sonora.

Genotipo	historial de selección
TACUPETO F2001	CGSS95B00016F-099Y-099B-099Y-099B-15Y-0B
KRONSTAD F2004	CMSS92Y01425T-16Y-010M-010Y-010Y-1M-0Y-50EY-0Y
KAMB1*2/KUKUNA	CGSS00B00169T-099TOPY-099M-099Y-099M-9CEL-0B
ATTILA/PASTOR	CMSS97Y04045S-040Y-050M-040SY-030M-14SY-010M-0Y
TOBA97/PASTOR	CMSS97M05756S-040M-020Y-030M-015Y-3M-1Y-3M-0Y
CHEN/AE.SQ//2*OP…	CMSS99Y03521T-040M-040Y-040M-040SY-040M-5Y-010M
D67.2/P66.270//AE.S…	CMSS99M02230S-040M-040SY-6M-3Y-0M-10Y

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En base a los resultados obtenidos para la variable de rendimiento, se observó que en la fecha de siembra del 15 de noviembre con tres riegos de auxilio, se obtuvo un promedio de 6.5 t/ha superior en 1.2 t/ha al rendimiento obtenido con dos riegos, siendo el genotipo más rendidor ATTILA/PASTOR con 6.9 t/ha con una diferencia de 1.5 t/ha menos con dos auxilios. El

genotipo ATTILA/PASTOR proveniente del programa de sequía muestra un rendimiento inferir a la variedad TACUPETO F2001 y a la línea KAMB1*2/KUKUNA, con riego reducido, con esta última línea presento una diferencia de 0.2 t/ha en promedio lo cual corresponde al 3 % de la producción por hectárea cosechada.

En la variable de peso hectolitrico se obtuvo diferencia estadística entre los distintos materiales evaluados, siendo ATTILA/PASTOR la que promedio el mayor peso con 83.3 kg/hl, seguido de TACUPETO F2001 con un valor 82.6 kg/hl. Los genotipos con los valores más bajos fueron las líneas D67.2/P66.270//AE.SQUARROSA(320)/3/CUNNINGHAM y CHEN/AE.SQ//2*OPATA /3/BABAX/4/JARU .

En proteína en grano los porcentajes más altos se obtuvieron con la variedad KRONSTAD F2004 a diferencia de ATTILA/PASTOR, que registro el valor de proteína más bajo con 12.9 en promedio de los dos riegos con las dos fechas de siembra. Esto concuerda con lo establecido por Ruvalcaba et al., 2007 que existe una correlación negativa entre el rendimiento de grano y el contenido de proteína.

Lobell et al., 2004 menciona que el contenido y calidad de la proteína son influenciados por el manejo del cultivo, principalmente lo relacionado con la fertilización nitrogenada, por lo que se conoce que los genotipos y su potencial de rendimiento se asocian con el contenido de proteína.

En días a madures, el material más precoz fue TOBA97/PASTOR con un promedio de 121, a diferencia de KRONSTAD F20004 y D67.2/P66.270//AE.SQUARROSA (320)/3/CUNNINGHAM que fueron los materiales más tardíos, con 127 días en promedio de las dos fechas de siembra con los dos y tres riegos de auxilio, este mismo comportamiento se presentó en días a floración con siete días de diferencia.

En la variable de altura de planta hubo diferencia estadística entre genotipos, siendo el de mayor altura CHEN/AE.SQ//2*OPATA/3/BABAX/4/JARU con un promedio de 101 cm, con diferencia de 6 cm respecto ATTILA/PASTOR que fue el genotipo de menor altura. Estas últimas tres variables se ven afectadas por la temperatura durante el desarrollo del cultivo.

De las variables analizadas, la única que se muestra favorecida en el promedio de los materiales evaluados con la aplicación de dos auxilios, es la cantidad de proteína con más de un punto porcentual. Lo cual nos indica, que si lo que queremos es mejorar la calidad del grano bajo el manejo agronómico recomendado por INIFAP para la región es conveniente disminuir el riego, sin embargo Kobelak, et al., 2004 menciona que el trigo utiliza la mayor parte del agua para procesos de transpiración y que este consumo de agua no es uniforme durante todo el ciclo y se concentra en los periodos de gran crecimiento vegetativo, como se muestra en las otras variables analizadas. En el cuadro 2 se observa el promedio de las variables evaluadas con dos y tres auxilios en las dos fechas de siembra.

Cuadro 2. Promedio de las variables evaluadas en: a) dos fechas de siembra y b) con dos y tres riegos de auxilio, ciclo agrícola 2007-2008

a)

Rendimiento (kg/ha)		peso hectolitrico (kg/hl)	proteína (%)	floración (días)	madurez (días)
1 F	5.9 a	82.14 b	13.47 b	84.2 a	126.8 a
2 F	5.3b	82.37 a	13.97 a	84.3 a	121.6 b

b)

Rendimiento (kg/ha)		peso hectolitrico (kg/hl)	proteína (%)	floración (días)	madurez (días)
2 auxilios	5.1 b	81.76 b	14.36 a	83.83 b	123.16 b
3 auxilios	6.1 a	82.75 a	13.08 b	84.76 a	125.28 a

1 F=15 de noviembre, 2 F= 30 de noviembre, columnas de medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

CONCLUSIÓN

La aplicación de tres riegos de auxilio estadísticamente tendrá un mayor efecto, en las distintas variables evaluadas, lo que hay que considerar es el beneficio costo de utilizar mayor cantidad de agua y el posible rendimiento que esto trae consigo.

Como resultado de la investigación es posible concluir que ATTILA/PASTOR responde de manera favorable en la primera fecha de siembra, sin embargo sin riego reducido su comportamiento fue similar a cualquier otro material evaluado aun cuando se hace mención de su tolerancia a sequia por los distintos programas de mejoramiento.

LITERATURA CITADA

García, E. (1988). Modificaciones al sistema de classificación climática de Köppen.

Kobelak, Andrea C.; Cura, Andrés A.; Dávalos, Claudio M. - Currie, Héctor. (2004). Aplicación de Balances Hídricos Integrados en Cultivo de Trigo. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Noroeste.* Resumen A-048 Recuperado desde: http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Agrarias/A-048

Lobell, D. B., Ortiz-Monasterio, J. I., & Asner, G. P. (2004). Relative importance of soil and climate variability for nitrogen management in irrigated wheat. *Field Crops Research*, *87*(2), 155-165.

Ruvalcaba, L. P. (2007). Selección para contenido de proteína y rendimiento de grano en trigo irradiado recurrentemente. *Interciencia*, *32*(10), 686-691.

Solano, J., Barriga, P., & Krarup, A. (1998). Estabilidad temporal del rendimiento de genotipos mutantes de trigo, mediante el modelo de interacción multiplicativa y efectos principales aditivos (AMMI: Additive Main Effect and Multiplicative Interaction Model). *Agro sur*, *26*(2), 19-32.

EVALUACION DE COMPOSTA DE CHAMPIÑON EN CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum)*, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Juan Ángel Rivera-Quilez[1]
Marco Antonio Gutiérrez-Coronado [1]
José Leal-Almanza[xxii]

RESUMEN

La composta representa la descomposición de desechos orgánicos ayudando a reducir la contaminación del medio ambiente ya que son fertilizantes naturales con la utilización de estos bajan los costos de producción. La composta es una fuente fundamental de nutrientes para la agricultura sostenible, en la descomposición de los desechos de los champiñones se obtienen lo nutrientes esenciales para su desarrollo. Por lo cual el objetivo del trabajo es evaluar la composta a base de champiñón aplicada al cultivo de chile (*Capsicum annuum*), bajo condiciones de invernadero. El experimento se desarrolló en invernadero del ITSON para evaluar la calidad y rendimiento en chile jalapeño. Se aplicaron 4 tratamientos de composta de champiñón (sólida y liquida) con 10 repeticiones cada una. Las variables evaluadas fueron clorofila, altura, peso seco, longitud de raíz, pérdida de peso, resistencia a la penetración y rendimiento. Para los parámetros de altura, clorofila no hubo diferencias significativas, para peso seco y producción el tratamiento 3 fue el que tuvo diferencias significativas mayores con respecto al testigo. El uso de composta a base de champiñón en el orden de 20 ton/ha es viable ya que la producción fue mayor a la fertilización convencional.

PALABRAS CLAVE: Champosta, biofertilizante, fertilizante orgánico.

INTRODUCCION

El Chile (*Capsicum annuum)* es un de las especies cultivadas más importantes en México y muchos otros países. Uno de los problemas más importantes que enfrenta no solo en este cultivo, sino la agricultura en general, es la capacidad de los suelos para sostener los cultivos en su máximo desarrollo debido a la perdida sostenida de la fertilidad del suelo (Ruiz,1996). Una de las recomendaciones para conservar la fertilidad de los suelos es la aplicación del compostaje con el fin de mantener la calidad de los suelos agrícolas. La aplicación de abonos orgánicos tiene el potencial de ser una fuente de nutrimentos económica y eficiente en la nutrición de los cultivos.

En la actualidad se tiene problemas del deterioro ambiental y de salud generados por la agricultura altamente tecnificada que se produce en la mayoría de los países del mundo, la necesidad de obtener alimentos limpios que no pongan en riesgo la salud y por otro parte reciclar aquellos desechos orgánicos que se producen en cantidades importantes.
Las compostas no son más que el resultado del proceso de descomposición de los desechos orgánicos en la cual el material vegetal y animal se transforman en abono por medio de una reproducción masiva de bacterias aeróbicas termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar (Windman-Aguayo *et al*., 2005).

Los residuos que son generados tras el cultivo de champiñón han sido utilizados como materia prima para la elaboración de compostas gracias a la naturaleza de sus componentes, y la capacidad delos mismo para ser degradados por organismos heterotróficos (Fimbres *et al*, 2013).

El objetivo del presente estudio fue Evaluar el uso de composta sólida y liquida a base de champiñón, como una alternativa para el uso de fertilizantes convencionales en la producción de chile jalapeño bajo condiciones controladas logrando así una producción sostenible.

MATERIALES Y METODOS

Localización del área de estudio

Este experimento se llevó acabo en el invernadero de vidrio del Instituto Tecnológico de Sonora Ciudad Obregón, México. Durante el periodo otoño-primavera 2016-2017 con cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum*) por medio de macetas.

Diseño Experimental

Se trabajó con un diseño experimental completamente al azar simple con 4 tratamientos y 10 repeticiones cada uno, para un total de 40 unidades experimentales. La comparación de medias se evaluó por el método LSD con un nivel de significancia de 0.05 utilizando el software Statgraphics Centurion XVI.



Figura 1. Distribución de los tratamientos en el invernadero.

Tratamientos

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el cultivo de chile.

Tratamientos	Descripción
T1	Testigo
T2	15 ton/ha
T3	20 ton /ha
T4	240 litros/ha

Para obtener la cantidad de dosis requerida por cada planta se realizó los cálculos con una densidad de siembra de 30,000 plantas por hectárea.

Los tratamientos de composta solido fueron aplicados al sustrato al inicio del experimento y el tratamiento de composta liquida se dividió en 4 aplicaciones cada diez días.

Fertilización

Una vez trasplantados las plántulas del testigo la fertilización de nitrógeno, fosforo y potasio se realizó con las siguientes concentraciones 250-100-250 respectivamente, cuyas fuentes mediante la aplicación con los fertilizantes el uso de MAP, NKS y urea.

RESULTADOS

Altura

Las mediciones de altura por planta de cada tratamiento fueron registradas durante 15 semanas Las mediciones de altura de cada tratamiento las cuales fueron registradas durante 15 semanas, no se presentó ninguna diferencia significativa entre los tratamientos en las primeras cinco semanas. A partir de la sexta semana el tratamiento con 15 ton/ha (T2) presento la media por debajo de los demás tratamiento arrojando un resultado de 36 cm; seguido de los tratamientos Testigo (T1) con 46 cm, 240 litros/ha (T4) con una media de 48 cm y 20 ton/ha (T3) con una media de 52 cm.

Al final en la 15 semana los tratamientos T1, T2 y T4 su altura se encontraba similar entre los 70 y 80 cm dejando al 20 ton/ha (T4) muy por de encima de los demás con un media de 105 cm (Figura 2).

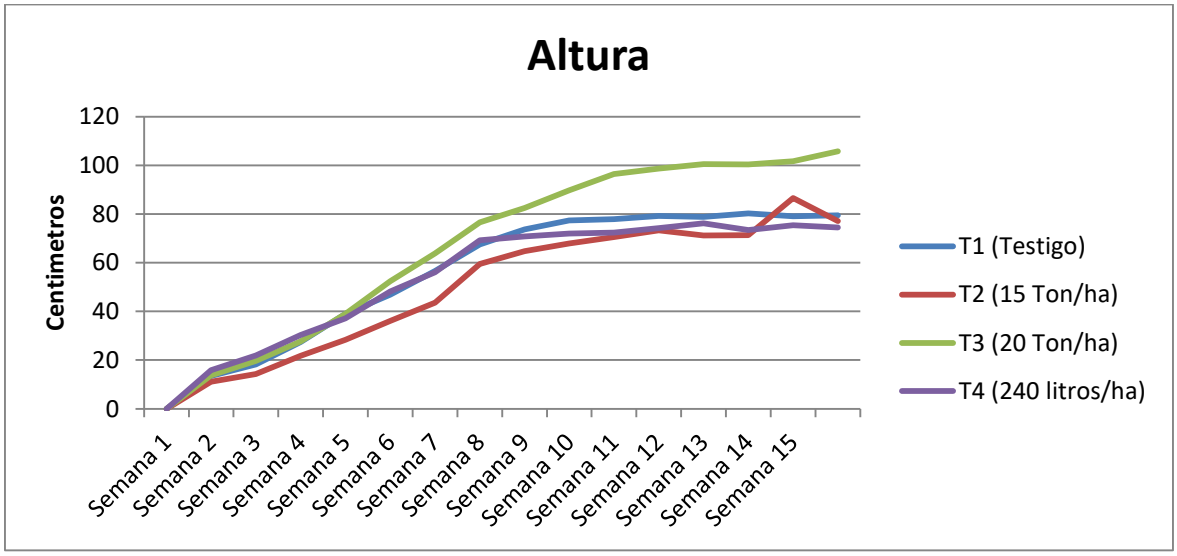


Figura 2. Efecto de los tratamientos a base de composta de champiñón en altura de la planta de chile jalapeño.

Clorofila

Las mediciones de clorofila por planta de cada tratamiento fueron registradas durante 15 semanas Las mediciones de clorofila de cada tratamiento las cuales fueron registradas durante 15 semanas no reportó diferencia significativa entre los tratamientos en el transcurso de las semanas, desde la primera hasta la última semana se aprecia un incremento de unidad de clorofila pero de manera similar para todos los tratamiento sin diferencia notable entre ellos. Las unidades de clorofila (UC) estuvieron entre los 40 y 70 (Figura 3).

La clorofila está relacionada con el fenómeno encargado de absorber la luz del sol que a su vez esta es convertida en energía aprovechada para sintetizar carbohidratos del CO2.El nitrógeno (N) es considerado un elemento clave en la molécula de la clorofila para mejorar la fotosíntesis, por lo tanto, la clorofila es utilizada para medir el contenido de nitrógeno y con ello su estado nutrimental (Osuna *et al*., 2010).

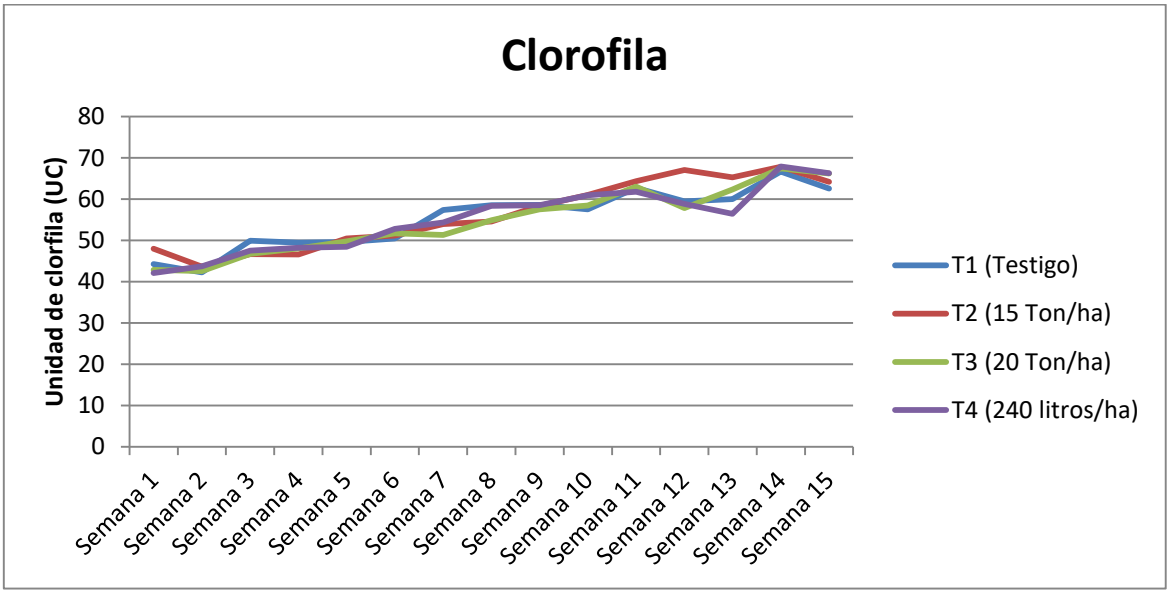


Figura 3. Efecto de composta de champiñón en la clorofila de la planta de chile jalapeño.

Peso seco de planta

La Figura 4 muestra los resultados del peso seco por tratamiento en el cual se muestra una diferencia significativa en el tratamiento 3 (20 ton/ha) destaco con una media de 44.24 g seguido del tratamiento 4 (240 litros/ha) con 37.23 g y por último el tratamiento 2 (15 ton/ha) con una media 29.58 g similar al testigo con 30.61 g de peso seco.

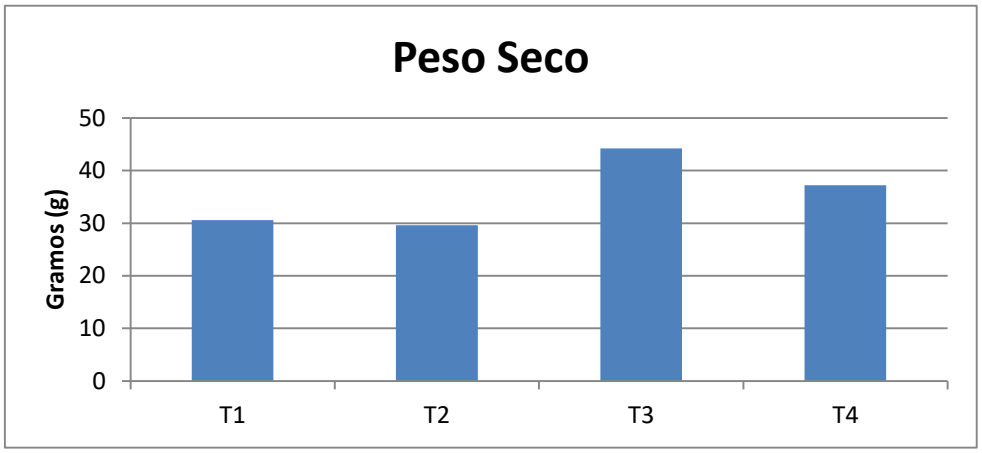


Figura 4. Efecto de composta de champiñón en el peso seco de la planta de chile jalapeño.

Longitud de raíz

La Figura 5 se presenta el efecto de la composta de champiñón en distintos tratamientos aplicados en la longitud de raíz de la planta de chile jalapeño, se puede apreciar que en todos los tratamientos contra el testigo no hubo una diferencia significativa ya que los resultados variaron entre 25cm a no más de 34 cm, el tratamiento de mayor longitud de raíz fue el tratamiento 2 (15 ton/ha) con una media de 33.75 cm y el de menor longitud fue el tratamiento 4 (240 litros/ha) con 25.1 cm.

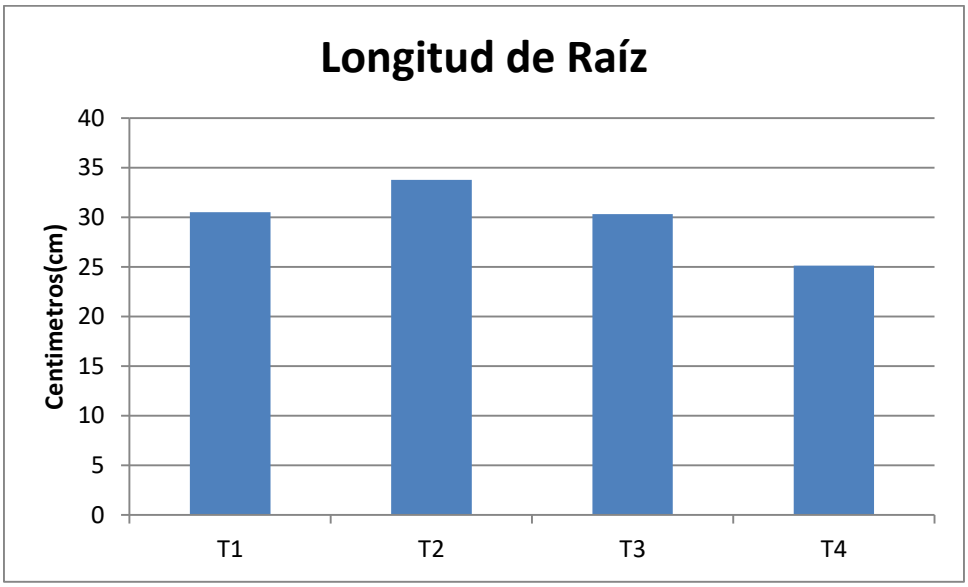


Figura 5. Efecto de composta de champiñón en la longitud de raíz de la planta de chile jalapeño

Pérdida de peso

El parámetro de pérdida de peso se evaluó durante un periodo de 20 días, a los 0, 5, 10, 15 y 20 días, para determinar la vida pos cosecha del fruto por tratamientos. Se llevó a cabo a temperatura ambiente. En la Figura 6 se puede apreciar que no existió una diferencia significativa de pérdida de peso entre cada tratamiento, En el día 10 se puede notar que todos los tratamientos perdieron aproximadamente 50% de su peso, al final se puede apreciar que el T1 (testigo) se quedó en 20% de su peso total y el de menor pérdida de peso fue el T3(20 ton/ha) con 25% de su peso total.

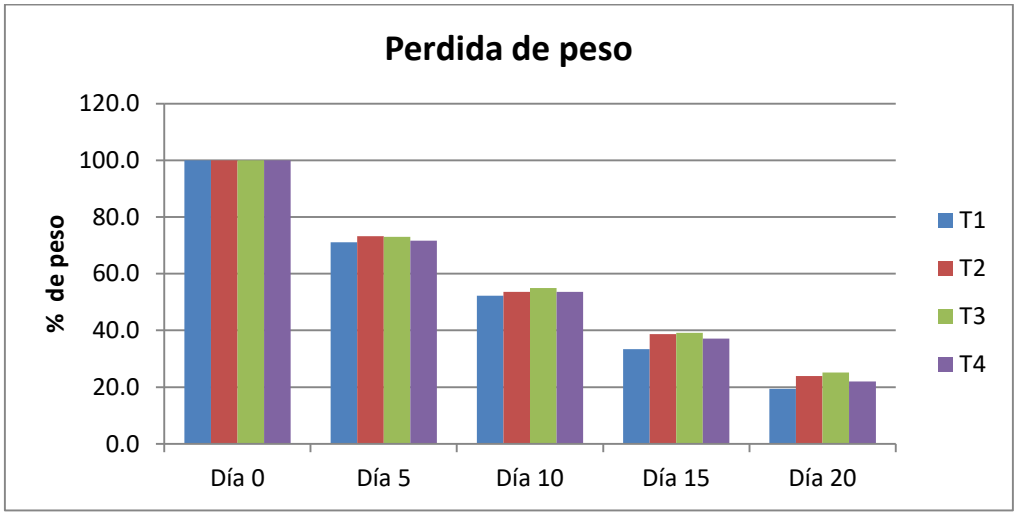


Figura 6. Efecto de composta de champiñón en la pérdida de peso en los frutos de la planta de chile jalapeño.

Resistencia a la penetración

Se obtuvo en los resultados de la resistencia a la penetración de frutos por tratamientos que el testigo, T2 (15 ton/ha) y T4 (240 litros/ha) hasta el día 10 su resistencia aproximado fue de 12 Lbf y el T3 (20 ton/ha) por debajo con una resistencia de 10.6 Lbf. Al día 20 el testigo presento una mayor resistencia con 16.2 Lbf seguido del T2 con 15.9lbf, T4 con 15.1lbf y el de menor resistencia fue el T3 con 11.1 Lbf (Figura 7).

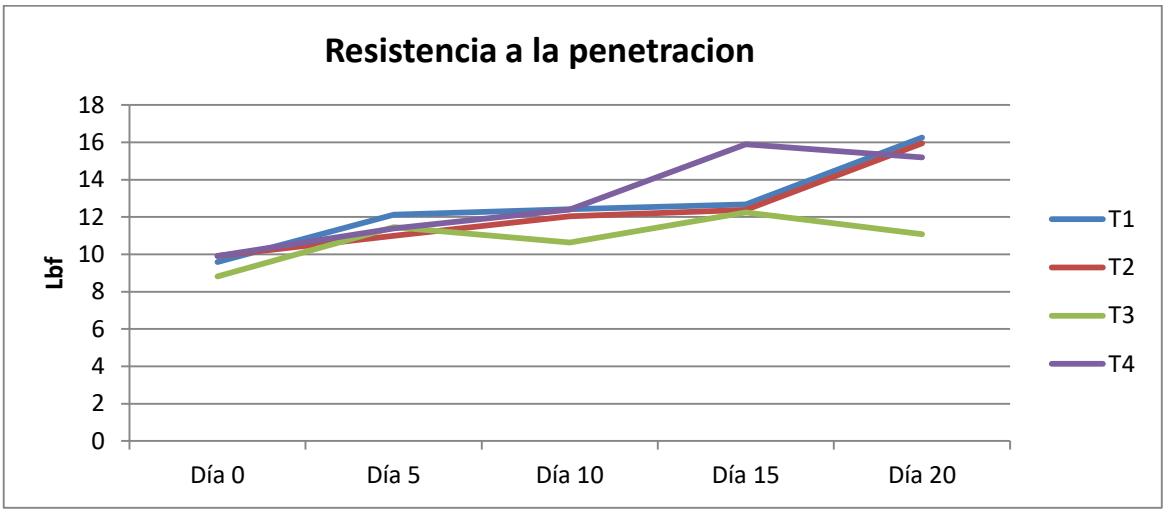


Figura 7. Efecto de composta de champiñón en la resistencia a la penetración en los frutos de la planta de chile jalapeño.

Rendimiento

A continuación, en la figura 8 se muestra el efecto de los diferentes tipos de tratamientos de composta de champiñón en el rendimiento del chile jalapeño. Se observa que el T3 (20 ton/ha) obtuvo un mayor rendimiento 4.4 ton/ha contra el testigo de 2.1 ton/h, seguido del T4 con 2.5 ton/ha y el T2 con 3.4ton/ha. En general, los demás tratamientos tuvieron un efecto positivo ya que estuvieron por encima del testigo.

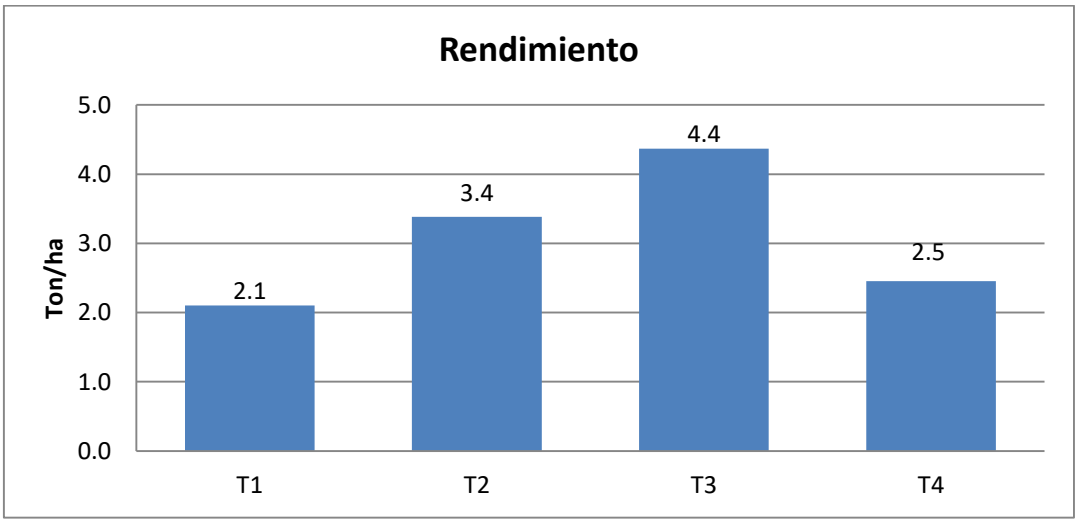


Figura 8. Efecto de composta de champiñón en el rendimiento de la planta de chile jalapeño.

DISCUSION

A partir de los resultados obtenidos podemos decir que la composta de champiñón tiene relación con lo que establece Fimbres *et al*. (2013) dice que “la composta cumple con los requerimiento de nutrientes necesarios para el crecimiento del cultivo pero presentan una deficiencia en calcio (Ca)”. Muñoz et al (2012) dice que “la composta aporta nutrientes como el nitrógeno, fosforo, potasio y calcio”, podemos afirmar de acuerdo a la investigación que si aportan lo nutrientes necesarios para todo el desarrollo de la planta pero con una deficiencia de calcio también afirma que el tratamiento con mayor producción fue el de 25 ton/ha comparado con una de 10 y 50 ton/ha, de acuerdo a los resultados nuestro mayor rendimiento fue el de 20 ton/ha de los 15 ton/ha y 240 litros ha, se puede afirmar que un mayor rendimiento se encuentra entre los 20 ton/ha a 25 ton/ha.

CONCLUSION

Las diferentes aplicaciones de composta de champiñón en el cultivo de chile jalapeño, causan un efecto favorable en su productividad y calidad sobre la planta. Pero el mejor resultado de los tratamiento en base a su producción y calidad fue el tratamiento 3 (20 ton/ha).

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la supervisión del Dr. Marco Antonio Gutiérrez Coronado y el Mtro. José Leal Almanza, a quienes me gustaría expresar mis agradecimientos.

LITERATURA CITADA

Fimbres R., Castelo A. y Gutiérrez M. 2013. Efecto de la aplicación de champosta en sus derivados en la producción de tomate en invernadero México: ITSON

Muñoz J., Velásquez M., Rodríguez H. 2012.Uso de composta en la producción de chile jalapeño bajo condiciones de invernadero. México: CENID-RASPA

Osuna, G.J.A., Pérez, B.M.H., Vázquez, V.V., Urías, L.M.A. 2010. Uso de las técnicas de acumulación de unidades calor y fluorescencia de clorofila para determinar madurez de cosecha en mango ‘ATAULFO’. INIFAP-C.E. Santiago Ixcuintla, Nayarit; 2 F. REUNIÓN NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRÍCOLA.

Ruiz F., J F. 1996. Agricultura Orgánica: Una opción sustentable para el agro mexicano. Universidad Autónoma Chapingo, pag.164.

Widman-Aguayo, F.; Herrera-Rodríguez, F.; Cabanas-Vargas, D. 2005.El uso de composta provenientes de residuos sólidos municipales como mejorador de suelos para cultivos en Yucatán. Estudios preliminares. Ingeniería.

RESPUESTA DEL TRIGO A LA APLICACIÓN DE REGULADORES DE CRECIMIENTO A BASE DE CITOCININAS

Manuel Madrid-Cruz[1]
Alma Angélica Ortiz-Avalos [1]
Juan Manuel Cortes-Jimenez[1]

RESUMEN

En México, el trigo representa el 21% del consumo de granos básico, ubicado en el segundo lugar después del maíz, con 52 kg consumo per cápita por año y con un volumen de ventas de la industria que estará creciendo entre 1% y 2%. En el Estado de Sonora, la Región Sur que comprende el Valle del Yaqui y Mayo, se siembra el 80% de la superficie total de la entidad de éste cereal. La adición de sustancias vegetales que regulen el crecimiento y formación de grano, es importante en trigo. El presente trabajo tuvo como objetivo, la aplicación de reguladores de crecimiento para determinar posible efecto en el rendimiento de grano. Se usaron sustancias a base de citocininas en encañe del cultivo, comparado con un testigo sin aplicación. Los reguladores de crecimiento utilizados fueron: Moddus 0.6 l/ha, Hormovit Frío 0.6 l/ha, X-Cyte 0.5 l/ha, Stimulate 0.5 l/ha. El promedio en el rendimiento de grano fue menor al aplicar el tratamiento con Moddus y el más alto de manera significativa fue con X- Cyte. Se captó que el regulador Moddus tuvo significativamente menor rendimiento en la cuarta repetición (5.854 ton/ha) que en el testigo sin aplicación con 7.053 ton. /ha.El peso hectolítrico fluctuó de 782 a 787 gramos por litro, en los reguladores de crecimiento, mientras que en el testigo sin aplicar de 790 g/L; lo cual es muy bajo en comparación con el comercial que es de 820 g/L. Esto se debió, a la falta de un cuarto riego de auxilio, dado que el último se aplicó a los 90 días después del de emergencia.

PALABRAS CLAVE: Trigo, citocininas, producción.

INTRODUCCIÓN

Según la FAO, la producción de cereales en 2017 será de 2590 millones de toneladas, es decir, 5 millones de toneladas por debajo de la previsión de mayo; Ésta disminución es consecuencia principalmente del deterioro de las perspectivas sobre la producción de cereales secundarios y en menor medida sobre la producción de arroz. En comparación con 2016, gran parte de ésta reducción se debe a las expectativas de una contracción del 2.2 % de la producción mundial de trigo y un descenso en la producción de cebada y sorgo.

La producción y reservas mundiales de trigo se han acrecentado. Se proyecta para el ciclo 2014-2015 una producción récord de trigo de 716 millones de toneladas, lo que supera en dos millones el anterior récord obtenido en el ciclo 2013-2014. Con esto, las reservas de trigo se estiman en 183.6 millones de toneladas para el ciclo 2013-2014, lo que ha presionado los precios internacionales a la baja (USDA, 2014). Los 27 países de la Unión Europea tienen la mayor producción (148 millones de toneladas), seguidos por China (126), las doce repúblicas que formaron la Unión Soviética, entre las que destacan Rusia, Kazajastán y Ucrania (110), India (95) y Estados Unidos (55 millones de toneladas).

En México, el trigo representa el 21% del consumo de granos básico, ubicado en el segundo lugar después del maíz, con 52 kg consumo per cápita por año y con un volumen de ventas

de la industria que estará creciendo entre 1% y 2%. Sonora, Guanajuato, Baja California, Michoacán y Chihuahua, concentraron el 65% de la superficie sembrada con trigo en el 2009 que fue de 802 mil ha, destacando Sonora con el 35% del área. La producción en el 2009 fue de 4.01 MT (4.6 t ha–1) y tuvo un valor que superó los 15 mil millones de pesos. Las regiones de Mexicali y Sur de Sonora producen aproximadamente el 55% del volumen nacional y consumen tan sólo el 12%; la principal zona consumidora de trigo en México es la región centro-sur que demanda casi el 60% del total nacional.

Las citoquininas o citocininas son un grupo de hormonas vegetales (Fitohormonas) que promueven la división y la diferenciación celular. Su nombre proviene del término citocinesis que se refiere al proceso de división celular. Son hormonas fundamentales en el proceso de organogénesis en las plantas y en la regulación de diversos procesos fisiológicos como fotosíntesis, regulación del crecimiento (dominancia apical), senescencia, apoptosis vegetal (muerte programada), inmunidad vegetal (resistencia a patógenos) y tolerancia y defensa ante herbívoros, el uso de citoquininas en agricultura está creciendo.

Existen diversos productos comerciales con formulaciones de alta reactividad, a base de forclorfenurón o CPPU, que se aplican en todo tipo de hortalizas, frutales, plantas de ornato, uva de mesa, y otros cultivos de interés comercial. El nivel de respuesta de cada vegetal está específico y está determinado por diversos factores como el momento de aplicación (ej. edad de la planta) (Bjerga, 2011).

En varias especies se ha establecido que las citocininas estimulan el amarre de los frutos y en particular en aquellos que son del tipo carnoso. Este efecto se potencializa cuando la aplicación se hace junto con auxinas y giberelinas en bajas concentraciones.

En los diferentes frutos carnosos (y no carnosos) parte de su crecimiento ocurre por la división celular de sus tejidos. Esto es regulado en parte por la presencia de citocininas y otras hormonas. La administración de citocininas en frutos cuando la división celular se encuentra en la fase de mayor intensidad contribuye al tamaño y por ende rendimiento y calidad del cultivo. La manipulación del crecimiento del fruto por citoquininas requiere de ciertas consideraciones: Días desde la flor a cosecha, siendo los días cortos más sensibles a ser manipulados. Número de semillas: frutos sin semilla o muchas semillas son muy sensibles, frutos con pocas semillas son menos sensibles y frutos de una sola semilla (Carosos) son pocos sensibles.

Es conocido el efecto de citocininas en el retraso de la senescencia foliar, retardando la pérdida de pigmentos y proteínas del cloroplasto (Buchanan-Wollaston et al., 2003), promoviendo la acumulación de enzimas antioxidantes y reduciendo la concentración de H2O2 (Zavaleta-Mancera et al., 2007). Durante el envejecimiento la hoja pierde agua, lo que promueve inhibición de la fotosíntesis e intercambio de gases, y se genera incapacidad de recuperar su estado hídrico inicial.

El ABA es un inhibidor de crecimiento que promueve la senescencia, mientras que las citocininas son consideradas como potentes inhibidores de ésta y actúan como antagonistas del ABA (Noodén y Leopold, 1988; Tanaka et al., 2006). Durante éste proceso se promueve la acumulación de ABA y de etileno en hojas y otros órganos de la planta (Buchanan-Wollaston et al., 2003).

La acumulación de ABA en las hojas de plantas expuestas a un continuo déficit hídrico afecta los movimientos estomáticos induciendo el cierre, reduciendo la tasa de transpiración, el

transporte de solutos hacia las partes aéreas de la planta y la tasa de asimilación de CO2, procesos que también ocurren de manera natural durante la senescencia (Kramer, 1989; Chandlee, 2001). Sin embargo, el efecto positivo de las citocininas en la apertura estomática y transpiración no es consistente en todos los casos y varía dependiendo de la especie y la concentración. En algodón (Gossypium hirstium), linaza (Linum usitatissimum), maíz (Zea mayz) y remolacha (Beta vulgaris) las citocininas no afectan significativamente la apertura estomática, transpiración y tasa neta fotosintética (Radin et al., 1982, Drüge y Schönbeck, 1992; Pospíšilová et al., 2001)

Tipo de fruto: frutos carnosos (acuosos) son más sensibles, frutos carnosos (oleosos) son menos sensibles, frutos secos son pocos sensibles. Protección física, considerando que las citocininas exógenas no son móviles dentro de la planta, si existe un fruto donde el ovario tenga protección física (pubescencias en kiwi, cáscara gruesa en banano o palto) va a ser más complicada la manipulación hormonal. Importante, el uso de fitohormonas debe siempre estar acompañada de una correcta nutrición vegetal.

El objetivo de éste trabajo fue, determinar el efecto que tienen las citoquininas en el desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta de trigo, reflejadas en el rendimiento de grano.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en ciclo otoño- invierno, 2016-2017, en terrenos del Campo Experimental Norman E. Borlaug, en el Valle del Yaqui. El suelo es arcilloso compactado. Se usó un diseño experimental de bloques al azar, con 5 repeticiones. En la preparación del terreno, se dieron 2 rastreos cruzados y posteriormente se surcó a 80 cm. de separación entre surcos por 110 m de longitud. La siembra fue en “seco”, el 08 de diciembre del 2016 a tres hileras sobre la cama del surco, y el riego de emergencia se dió 2 días después. Se usó la variedad de trigo cristalino CIRNO.

La Aplicación de Tratamientos de Reguladores de Crecimiento se realizó el 25 enero 2017, cuando la planta se encontraba en la etapa de encañe con tractor, en el cual se usó un aguilón de 12 boquillas y nodriza con capacidad de 600 litros de agua. Los reguladores de crecimiento utilizados fueron: Moddus 0.6 l/ha, Hormovit Frío 0.6 l/ha, X-Cyte 0.5 l/ha, Stimulate 0.5 l/ha. Como se muestra en la siguiente fotografía.



Figura 1. Aplicación de tratamientos

Se aplicaron tres Riegos de Auxilio, el primero, a los 42 días después de la siembra en la etapa de encañe, el 2º a los 21 días después del primero al inicio de espigamiento, y el tercero a los 90 días después de la siembra en la etapa de llenado de grano.

Se tuvo la necesidad de hacer una aplicación de Insecticida para pulgón del follaje, para lo cual se utilizó Muralla en dosis de 0.6 L/ha, Además se hizo una aplicación de fungicida Opus en dosis de 1 L/ha para controlar Roya de la hoja. El Muestreo se inició el 24 de abril con el Corte de tres muestras por cada parcela experimental, dichas muestras fueron de 2 surcos de 3 m de largo (4,8 m2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en el cuadro, en donde se observan rendimientos que oscilan de 6.1 a 6.9 toneladas por hectárea en 4 repeticiones, a excepción de la primera repetición que fluctuó en 5.5 toneladas por hectárea. El promedio en el rendimiento de grano fue menor al aplicar el tratamiento con Moddus y el más alto de manera significativa fue con X-Cyte. De manera particular, se captó que el regulador Moddus tuvo significativamente menor rendimiento en la cuarta repetición (5.854 ton/ha) que en el testigo sin aplicación con 7.053 ton. /ha. Cabe aclarar que Moddus es utilizado comercialmente desde hace varios años por

algunos agricultores para contrarrestar el problema de acame cuando se presentan vientos fuertes en madurez fisiológica del trigo, dado que acorta los entrenudos de los tallos.

El peso hectolítrico de la semilla fluctuó de 782 a 787 gramos por litro, en los reguladores de crecimiento, mientras que en el testigo sin aplicar de 790 g/L; lo cual es muy bajo en comparación con el comercial que es de 820 g/L. Esto se debió, básicamente a la falta de un cuarto riego de auxilio, dado que el último riego se aplicó a los 90 días después del riego de emergencia.

Cuadro 1. Rendimientos en tratamientos

Regulador	I	II	III	IV	V	Media
Moddus	5.707	6.439	6.228	5.854*	6.253	6.096
Hormovit	5.514	6.418	6.894	6.496	6.29	6.322
X-Cyte	5.357	6.753	7.006	6.586	6.357	6.412
Stimulate	5.468	6.907	6.692	6.084	6.161	6.262
X- Cyte + Stimulate	5.867	6.051	6.845	6.409	6.267	6.288
Testigo S/A	5.862	6.097	5.943	7.053	6.415	6.274
Promedio	5.629	6.444	6.601	6.414	6.291	6.272

CONCLUSIONES

El trigo donde se aplicaron las citocininas, en general, obtuvieron mayor rendimiento que el testigo sin aplicar, aun cuando ésta diferencia no fue significativa.

Es necesario definir algunas etapas de desarrollo del cultivo para llevar a cabo la aplicación de estas sustancias.

La deficiencia de agua, en el llenado de grano afecta directamente el tamaño y la formación de éste, y por consiguiente su peso.

LITERATURA CITADA

Woodward, W.A. and Bartel, B. 2005 Auxin:Regulation, action and interaction. Annals of Botany 95:707-735

Bjerga A. Como entender la crisis alimentaria del siglo XXI. 2011.

Buchanan-Wollaston V, Earl S, Harrison E, Mathas E, Navabpour S, Page T, Pink D (2003) The molecular analysis of plant senescence a genomics approach. Plant Biotechnol. J. 1: 3-22

Chandlee JM (2001) Current molecular understanding of the genetically programmed process of leaf senescence. Physiol. Plant. 113: 1-8

Diettrich B, Mertinat H, Luckner M (1992) Reduction of water loss during ex vitro acclimatization of micropropagated Digitalis lanata clone plants. Biochem . Physiol. Pf lanz. 188: 23-31.

Kramer PJ (1989) Water relations of plants. Academic Press. Londres, RU. 489 pp

Pospíšilová J, Synková H, Rulcová J (2000) Cytokinins and water stress. Biol. Plant. 43: 321-328.

Tanaka Y, Sano T, Tamaoki M, Nakajima N, Kondo N, Hasezawa S (2006) Cytokinin and auxin inhibit abscisic sure by enhancing ethylene production in Arabidopsis. J. Exp. Bot. 57: 2259-2266.

Zavaleta-Mancera HA, López-Delgado H, Loza-Tavera, MoraHerrera M, Trevilla-García C, Vargas-Suárez M, Ougham H (2007) Cytokinin promotes catalase and ascorbate peroxidase activities and preserves the chloroplast integrity during dark-senescence. J. Plant. Physiol. 164: 1572-1582.

ESTUDIO DE VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthu* sp.) Y CHÍAS (*Chenopodium berlandieri* y *Salvia hispanica*) EN MICHOACÁN

Marcial Fernández-Rivera[1]
Abraham Martínez-Gómez[1]
Juan Pulido-Secundino[1]
José Juan Arredondo-Arredondo[1]

RESUMEN

En 2016 se sembraron ocho variedades de amaranto (*Amaranthu* sp), dos de chía de agua (*Salvia hispánica*), una de chía colorada (*Chenopodium berlandieri)* y una de quinua (*Chenopodium quinoa)*, en San Francisco PIchátaro y en Morelia, Mich., con los objetivos de evaluar su comportamiento agronómico y contribuir al rescate del amaranto y chías en la Sierra purépecha. Se utilizó un diseño experimental bloques al azar, con cuatro repeticiones por localidad, dos fertilizadas con fertilizantes químicos (80-60-00) y dos con composta (2 t ha^{-1}). Se registró información de fenología, incidencia de plagas y enfermedades y de rendimiento. Morelia mostró mayor potencial de rendimiento en términos globales, 1842 contra 945 kg/ha en Pichátaro, atribuible a la baja fertilidad del suelo. En Morelia la variedad más rendidora fue de amaranto (Revancha), con 2860 kg/ha, y la menos rendidora fue una variedad comercial de chía de agua, con 891 kg/ha. En Pichátaro la variedad más productiva fue la chía colorada, con 2718 kg/ha, y la que rindió menos fue de amaranto con 143 kg/ha. Los días a floración fueron menores en Morelia que en Pichátaro, 72 y 91 respectivamente, y en madurez fisiológica 139 contra 169, debido a diferencias en las temperaturas entre ambas localidades. En Morelia se registró fuerte ataque de enfermedades fungosas y plagas. De hongos se identificó *Phoma* sp en amaranto, *Fusarium* sp. en chías de agua y *Peronospera* sp en quinua y chía colorada. La plaga más agresiva fue el gusano telarañero (*Herpetograma* sp), y en menor grado incidieron el pulgón verde (*Aphis* sp.), diabróticas (*Diabrotica* sp.), chapulines (*Sphenarium* sp.), gallina ciega (*Phyllophaga* sp) y chinche (*Lygus lineolaris*). En Pichátaro se presentaron las mismas enfermedades y la incidencia de plagas fue mínima.

PALABRAS CLAVE: Amaranto, chía, plagas y enfermedades, Sierra purépecha.

INTRODUCCIÓN

En México 23 % de su población vive en pobreza alimentaria, concentrada en zonas indígenas del centro y sur del país (CONEVAL, 2015), donde ancestralmente se ha cultivado maíz (*Zea mays* L.), frijoles (*Phaseolus* sp.), calabazas (*Cucurbita* sp.), y otras especies de elevado valor nutritivo, entre las que sobresale el amaranto (*Amaranthus* sp.), la chía de agua (*Salvia hispánica)* y la chía colorada *(Chenopodium berlandieri*); éstas últimas son ricas en la mayoría de los aminoácidos esenciales, ácidos grasos omega 3, hierro, magnesio y calcio (Mapes, 2015). Fueron prohibidas durante la época de la colonia, por asociárseles con actividades religiosas, y ahora cada vez se les está dando mayor importancia, por su gran potencial para contribuir a resolver el problema alimentario del país (Barrales *et al*.,2010). La superficie nacional sembrada con amaranto es cercana a las 3500 ha, en tanto que de chía de agua se reportan 13150 ha, ambas en 95 % bajo condiciones de temporal (SIAP, 2015). En la Sierra

purépecha las chías colorada y negra (*Amaranthus hypochondriacus* raza Mixteca), nativas de la región, fueron consumidas de forma habitual hasta mediados del siglo pasado como chapatas (tamales) y atoles (Carrillo *et al*, 2010), pero en la actualidad prácticamente han desaparecido de la dieta popular y en su lugar se ha incrementado el consumo de alimentos industrializados (Oseguera, 2008). Otra especie que recientemente ha tomado importancia por sus propiedades nutraceuticas es la quinua (*Chenopodium quinoa*), originaria de Perú, adaptable a ambientes templados y semicálidos de México (Gama y López, 2017).

El rescate de estos cultivos autóctonos de América Latina, conocidos como pseudocereales, es importante para fortalecer la producción de alimentos con un enfoque sostenible, reducir la pobreza y el hambre en áreas marginadas (Bjarklev *et al*., 2008), sobre todo si se cultivan bajo sistemas agroforestales y policultivos anuales, donde se pueda conservar la amplia diversidad genética de los agroecosistemas tradicionales, la materia orgánica del suelo, la captación y conservación del agua, aunado a la utilización de prácticas de manejo agroecológco, que en su conjunto, proporcionan resiliencia a los agroecosistemas locales ante las amenazas del cambio climático (Altieri *et al*., 2015).

La diversidad genética del amaranto se ha estudiado ampliamente en el centro del país, lo que ha favorecido el desarrollo de variedades mejoradas y tecnologías de producción para esas condiciones ambientales (Martínez, 2010; Espitia *et al*., 2010 y Tavitas *et al*., 2012). Sin embargo, en el centro occidente del país se ha generado muy poca información sobre esta especie y el resto de pseudocereales (García y de la Cruz, 2010), insumo necesario para promover su rescate .

Los objetivos de este trabajo fueron evaluar el comportamiento agronómico de ocho variedades de amaranto, dos de chía de agua, una de chía colorada y una de quinua, en la Sierra purépecha y en el norte centro del estado de Michoacán, y contribuir al rescate del amaranto y las chías en la Sierra purépecha

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

Los experimentos se establecieron en la segunda semana de junio de 2016, en el ejido San Francisco Pichátaro (19º34’21”LN y 101º48’25” LW), a 2400 msnm, y en el campo experimental de la Universidad de Chapingo en Morelia, Michoacán (19º 41’03”LN y 101º14’25” LW), a 1889 msnm.

Tratamientos y diseño experimental

Los nombres de las variedades y su procedencia, aparecen en el Cuadro 1. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con cuatro repeticiones en cada localidad, dos fertilizadas con la dosis 80-60-00 y las otras dos se abonaron con la dosis de dos toneladas de composta por hectárea, aplicada al momento de la siembra. La parcela experimental fue de cuatro surcos de 0.75 m de ancho por 6 m de longitud, densidad de 110 000 plantas por hectárea en amaranto y quinua, y 250 000 plantas de chía de agua.

Registro de información

Se registró la precipitación y temperaturas extremas cada semana, días a floración y a madurez fisiológica, calificación de incidencia de plagas y enfermedades, con escala de 1 a 5 (1, ausencia de daño y 5 afectación total), y rendimiento de grano.

Cuadro 1. Nombres, condición genética y procedencia de 12 variedades de amaranto y chías evaluadas en San Francisco PIchátaro y Morelia, Mich., en 2016.

Variedad	Condición genética	Procedencia
Chia colorada	Criolla	Pátzcuaro
Chía negra	Criolla	Pátzcuaro
Ontifor	En proceso de mejoramiento	Fitotecnia (UACh)
Dorada	Mejorada	INIFAP
Rojita	Mejorada	INIFAP
Calyecac	Mejorada	INIFAP
Amaranteca	Mejorada	INIFAP
Cazadora	Mejorada	INIFAP
Nutrisol	Mejorada	INIFAP
Revancha	Mejorada	INIFAP
Salvia Negra	Comercial	Mercado Morelia
Salvia blanca	Comercial	Mercado Morelia

Análisis de la información

El análisis de varianza del rendimiento e realizó con el paquete estadístico SAS (Statistic Analysis System) y se utilizó la prueba Tukey de medias. El resto de variables se analizaron mediante estadísticos descriptivos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Clima y suelo

Durante el período de crecimiento de los cultivos, junio a octubre, en Pichátaro se registró una temperatura media de 15.5ºC y 635 mm de precipitación, y en Morelia la temperatura media fue de 19.7 ºC y 579 mm, mejor distribuida la precipitación en Pichátaro que en Morelia (Figura 1). El suelo en Pichátaro es de textura franco arenosa, con pH ácido (5.8) y baja capacidad de intercambio catiónico (CIC), en tanto que en Morelia es de textura arcillosa, pH neutro y con alta CIC (Cuadro 2).

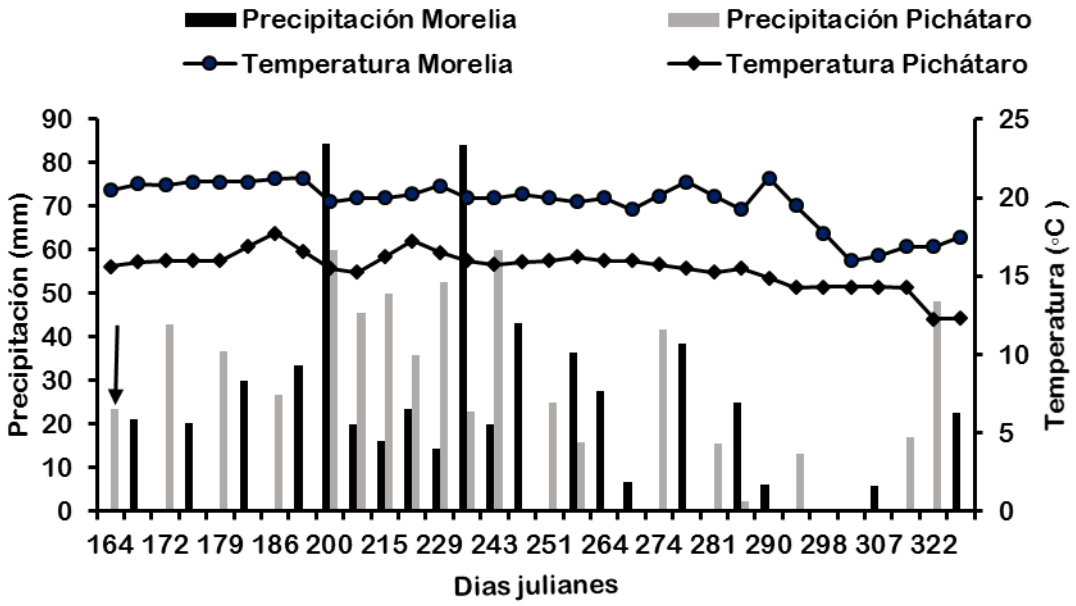


Figura1. Precipitación y temperatura de San Francisco Pichátaro y Morelia, Mich. 2016.

Cuadro 2. Características físicas y químicas de los suelos de San Francisco Pichátaro y Morelia, Mich. 2016.

Lugar	pH	MO (%)	N mg kg^{-1})	P mg kg^{-1})	K (mg kg^{-1})	Textura	CIC
San F. Pichátaro	5.8	1.9	27	9.4	372	Franco Ar.	8.4
Morelia	7.1	1.8	31	8.6	668	Arcilla	45.2

Rendimiento de grano

El análisis de varianza en Pichátaro reportó diferencias estadísticas significativas entre fuentes de nutrientes, variedades e interacción variedades por fuentes de nutrientes, en tanto que en Morelia solo se observaron diferencias significativas entre variedades (Cuadro 3). La no diferencia estadística entre fertilización orgánica y química en Morelia, con valores de 1767 y 1946 kg ha^{-1} respectivamente (Cuadro 4), se puede atribuir a que el suelo tiene mayor CIC, lo que le permitió aportar los nutrientes necesarios a la planta con las dos toneladas de composta aplicadas por hectárea. En cambio, en Pichátaro la fertilización química rindió más de lo doble que la orgánica (1339 y 550 kg ha^{-1} respectivamente), con diferencias significativas entre variedades; la chía colorada redujo relativamente poco su rendimiento con la fertilización orgánica, en contraposición con chía negra y Calyecac, entre otras (Figura 2).

Cuadro 3. Análisis de varianza para rendimiento de grano, en San Francisco Pichátaro y Morelia, Mich. 2016.

		San F. Pichátaro		Morelia	
Fuente de variación	GL	Valor de F	Pr > F	Valor de F	Pr > F
Fuentes de nutrientes	1	61.0	< 0.0001	1.72	0.2030
Repeticiones	2	0.2	0.8070	0.23	0.7966
Variedades	11	16.3	< 0.0001	9.31	< 0.0001
Variedades x F.de nutrientes	11	3.3	0.0087	1.26	0.3082
Coeficiente de variación		37.0		21.4	

Cuadro 4. Rendimientos (kg ha^{-1}) de amaranto y chías bajo dos fuentes de nutrientes, en San Francisco Pichátaro y Morelia, Mich. 2016.

Fuente de fertilizante	San F. Pichátaro	Morelia
Químico	1339 a	1916 a
Orgánico	550 b	1767 a

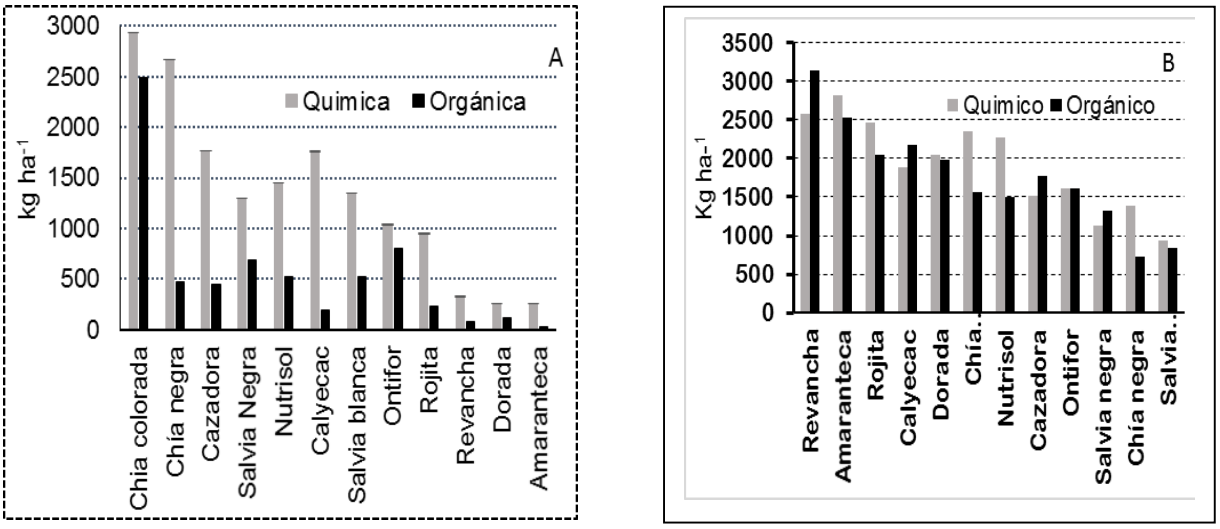


Figura 2. Rendimiento de variedades de amaranto y chías bajo dos fuentes de nutrientes, en San Francisco PIchátaro (A) y Morelia, Mich. (B). 2016.

En general, el rendimiento medio en Morelia duplicó el rendimiento de Pichátaro, con valores de 1842 y 945 kg ha^{-1} respectivamente. Esta diferencia se puede atribuir principalmente a la baja fertilidad del suelo en Pichátaro, pues aun con la aplicación de dos toneladas por hectárea de composta, el rendimiento medio fue de 550 kg ha^{-1}. En Pichátaro la variedad más rendidora de grano fue la chía colorada, con 2718 kg ha^{-1}, seguida por la chía negra (ambas criollas del lugar), y en tercer lugar la variedad de amaranto Cazadora (Cuadro 5). En Morelia la variedad que más rindió fue Revancha, con 2860 kg ha^{-1}, seguida por Amaranteca, con 2673 kg ha^{-1}.

La quinua (Ontifor) en las dos localidades mostró un rendimiento medio con relación al resto de variedades, con valores de 922 y 1616 kg ha^{-1}, en Pichátaro y Morelia, respectivamente. Las chías de agua (salvias) en Pichátaro tuvieron rendimiento aceptable, entre 993 y 938 kg ha^{-1}, mientras que en Morelia fueron las menos rendidoras, junto con la chía negra. Revancha fue la primera variedad mejorada en México, originaria del estado de Morelos, por lo que se adapta a climas semitropicales (Espitia *et al*., 2010), por lo que su rendimiento en climas templados es bajo (1500 kg ha^{-1} en Tlaxcala) (Martínez, 2010), mientras que en Morelos rinde en promedio 2260 kg ha^{-1}; con estos antecedentes, el rendimiento obtenido en Morelia, de 2860 kg, es satisfactorio, aunque fue de las de menor rendimiento en Pichátaro (203 kg ha^{-1}). Los rendimientos de amarantos en Pichátaro fueron bajos comparados con Tlaxcala (clima templado), donde Nutrisol, que es propia para climas templados, rinde dos toneladas por hectárea, contra casi una tonelada en Pichátaro. Sin embargo, la chía de agua sí tienen más posibilidades de prosperar en Pichátaro, pues con fertilización química produjo 1800 kg ha^{-1}, aunque la especie mejor adaptada definitivamente es la chía colorada, que con fertilización química rindió casi las tres toneladas.

Cuadro 5. Rendimiento de variedades de amaranto y chías en San Francisco

Pichátaro y Morelia, Mich. 2016.

San F. Pichátaro		Morelia	
Variedad	kg ha^{-1}	Variedad	kg ha^{-1}
Chía colorada	2718 a	Revancha	2860 a
Chía negra	1570 b	Amaranteca	2673 a
Cazadora	1112 bc	Rojita	2254 ab
Salvia negra	993 bcd	Calyecac	2028 abc
Nutrisol	989 bcd	Dorada	2016 abc
Calyecac	976 bcd	Chía colorada	1956 abc
Salvia blanca	938 bcd	Nutrisol	1886 abcd
Ontifor	922 bcd	Cazadora	1646 bcd
Rojita	591 cd	Ontifor	1616 bcd
Revancha	203 d	Salvia negra	1220 cd
Dorada	184 d	Chía negra	1055 cd
Amaranteca	143 d	Salvia blanca	891
Promedio	**945**		**1842**

Fenología

En Pichátaro el ciclo de las variedades se prolongó significativamente, como consecuencia de las menores temperaturas, en comparación con Morelia. La diferencia en temperatura media fue de 4.2ºC y la floración se prolongaron en promedio 19 días, con importantes diferencias entre variedades; Dorada con 29 días de diferencia entre ambas localidades, mientras que las chías de agua difirieron con nueve días, y quinua con 10 días. En días a madurez fisiológica la diferencia promedio entre localidades fue de 30 días, también con diferencias significativas entre variedades; la chía negra se retrasó 42 días, en tanto que Ontifor solo 19 días. La duración de las etapas fenológicas de Revancha fueron mayores en Morelia que en el estado de Morelos; 65 contra 58 días a floración y 129 contra 97 a madurez (Tavitas *et al*., 2012). Estas diferencias se pueden deber a la diferencia en temperatura, pues Amilcingo, donde se realizó el estudio, es ligeramente más cálido que Morelia. Las etapas fenológicas en Pichátaro

también se prolongaron más que en Tlaxcala (Martínez, 2010), aproximadamente 15 días en floración y 20 días a madurez.

Cuadro 6. Días a floración y a madurez fisiológica de 12 variedades de amaranto y chías evaluadas en San Francisco Pichátaro y Morelia, Mich. 2016.

Variedad	Días a floración		Días a madurez fisiológica	
	San F. Pichátaro	Morelia	San F. Pichátaro	Morelia
Revancha	85	65	166	129
Amaranteca	87	66	168	136
Rojita	85	68	165	136
Calyecac	89	70	171	144
Dorada	86	57	165	139
Chia colorada	117	91	182	156
Nutrisol	89	70	167	145
Cazadora	89	70	170	144
Ontifor	67	56	146	127
Salvia negra	101	93	168	135
Chía negra	97	74	186	144
Salvia blanca	98	90	169	134
Promedio	**91**	**72**	**169**	**139**

Incidencia de plagas y enfermedades

Como consecuencia de temperaturas altas en Morelia, se presentó fuerte infestación de plagas. La plaga que más afectó al amaranto en Morelia fue el gusano telarañero (*Herpetograma bipunctualis*), como se observa en el Cuadro 7. Esta larva daña a las planta en la etapa reproductiva, consumiendo las inflorescencias y por lo tanto reduce el rendimiento (Tavitas *et al*., 2012). El grado de infestación (escala 1 a 5) en general fue de 2.1, con mayor afectación a la chía negra y Revancha, mientras que las chías de agua, chía colorada y Ontifor no resultaron afectadas por esta plaga. Por otro lado, con menor intensidad atacaron principalmente a la chía negra: el pulgón verde (*Aphis* sp.), la diabrótica (*Diabrotica* sp.) y el chapulín (*Sphenarium* sp.). La gallina ciega (*Phyllophaga* sp) atacó en general a todas las especies, y la chinche (*Lygus lineolaris*) a los amarantos, y las chías de agua no tuvieron plagas del follaje. En Pichátaro solo se presentó el pulgón verde, que atacó a Ontifor, a las chías colorada y negra, pero con baja intensidad.

El problema de enfermedades fue muy intenso en las dos localidades, principalmente por pudriciones en el tallo, por igual en las dos localidades, aunque unas variedades fueron más afectadas en Morelia, y otras en Pichátaro (Cuadro 7). En amarantos se presentó la mancha negra del tallo (*Phoma* sp*.),* a la quinua y chía colorada las atacó el mildiu (*Peronospera* sp.) y las chías de agua fueron afectadas por la pudrición negra del tallo (*Fusarium* sp.). La especie que más se enfermó fue la quinua, con valor promedio de 4, y en segundo lugar la Chía colorada, con valor de 3.4, y las chías de agua, con promedios entre 3.1 y 3.3, con mayor afectación en Morelia, excepto en chía colorada. En cuanto a los amarantos, Revancha fue la más atacada, con valor promedio en las localidades de 4.2, le siguió Amaranteca con 3.5, y

en tercer lugar Rojita, con 3.0; en estas tres variedades la afectación fue mayor en Morelia. Sin embargo, en Morelia tanto Revancha como Amaranteca fueron las más rendidoras, a pesar de haberse enfermado, lo que puede significar que son tolerantes a *Phoma* sp.

Cuadro 7. Incidencia de enfermedades y plagas en 12 variedades de amaranto y chías en San Francisco Pichátaro y Morelia, Mich. 2016.

San Francisco Pichátaro			Morelia		
Variedad	ENTA	Pulgón verde	Variedad	ENTA	Gusano telarañero
Chia colorada	3.8	2.1	Revancha	4.5	3.4
Chía negra	1.0	1.0	Amaranteca	3.6	2.1
Cazadora	2.0	1.0	Rojita	3.5	2.8
Salvia Negra	2.8	1.0	Calyecac	1.9	2.3
Nutrisol	1.7	1.0	Dorada	2.6	2
Calyecac	1.9	1.0	Chía colorada	2.9	1.0
Salvia blanca	3.1	1.0	Nutrisol	1.8	2.1
Ontifor	4.0	2.2	Cazadora	2.1	2.4
Rojita	2.5	1.0	Ontifor	4.1	1.0
Revancha	3.8	1.0	Salvia negra	3.4	1.0
Dorada	1.8	1.0	Chía negra	2.1	3.5
Amaranteca	3.4	1.0	Salvia blanca	3.6	1.0
Promedio	**3.1**	**1.2**		**3.0**	**2.1**

ENTA= Enfermedades del tallo.

CONCLUSIONES

Las variedades más rendidoras en Morelia fueron Revancha, con 2860 kg ha^{-1}, y Amaranteca con 2673 kg ha^{-1} y en San Francisco Pichátaro sobresalió la chía colorada, con 2718 kg ha^{-1}.

Morelia mostró lo doble de potencial de rendimiento que San Francisco Pichátaro, 1842 kg ha^{-1} contra 945 kg ha^{-1}.

Las variedades evaluadas retrasaron su ciclo de vida en San Francisco Pichátaro en promedio 30 días en comparación con Morelia, como consecuencia de las temperaturas más bajas que en Morelia.

En Morelia se registró fuerte infestación de plagas. La más agresiva fue el gusano telarañero (*Herpetograma bipunctualis*), y en menor grado el pulgón verde (Aphis sp.), diabróticas (*Diabrotica* sp.), chapulines (*Sphenarium* sp.) y gallina ciega (*Phyllophaga* sp).

El problema de enfermedades fue importante en las dos localidades, con presencia de *Phoma* sp en amaranto, *Fusarium* sp. en chías de agua y *Peronospera* sp en quinua y chía colorada

LITERATURA CITADA

Altieri M. A., Nicholls C.I. Henao A. and Lana M. A. 2015. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. Agron. Sustain. Dev. (2015) 35:869–890.

Barrales D. J. S., Barrales B. E. y Barrales B. E. Amaranto. Recomendaciones para su producción. Plaza y Valdes, México. 166p.

Bjarklev A., Kjær T. and Kjærgård B. 2008. Amaranth farming: Rural sustainable livelihood of the future?. VI Congreso Mundial Orgánico (IFOAM), realizado del 16 al 20 de junio en Moderna, Italia.

Carrillo O. A., Cedillo P. E., Mapes S. C., de la Cruz T. E., García A. J. M. y Cuevas S. J. A. 2010. La chía colorada (*Chenopodium berlandieri* sp. nuttalliae cv. Chía roja). Universidda Autónoma Chapingo, México. 17 p.

Espitia R. E., Mapes S. C., Escobedo L. D., De la O O. M., Rivas V. P., Martínez T. G., Cortés E. L. y Hernández C. J. M. 2010. Conservación y uso de los recursos genéticos de amaranto en México. INIFAP, México. 201 p.

Gama L. S. y López H. A. 2017. Distribución potencial de *Chenopodium quinoa* Willd en Sudamérica y México. Memoria del VI Congreso mundial de la quinua, realizado en Perú del 21 al 24 de marzo del 2017. p 36.

García A. J.M. y De La Cruz T. E. 2010. Las chías de México. Contacto Nuclear 59:14-18.

Mapes S. M. C. 2015. El amaranto. Ciencia 3:9-15.

Martínez G. J. C. 2010. Variedades sobresalientes de amaranto en el estado de Tlaxcala. Desplegable para productores No. 8. INIFAP.

Oseguera P. D. 2008. En las fronteras de la inseguridad alimentaria: subjetividad en familias michoacanas. En: Sandoval G. S. A. y Meléndez T. J. M. (eds.). Cultura y seguridad alimentaria. Enfoques conceptuales, contexto global y experiencias locales. Plaza y Valdés, México. 153-176.

Tavitas F. L., Hernández A.L. y Valle, V.M. 2012. Paquete tecnológico para el cultivo de amaranto en el oriente del estado de Morelos. Folleto técnico no. 62. INIFAP. 29 p.

RENDIMIENTO DE CHILE SERRANO AUTÓCTONO EN CONDICIONES DE INVERNADERO

Rolando Rueda-Luna[1]
Miriam Romero-Hernández[1]
María del Consuelo Flores-Yañez[4]
Jenaro Reyes-Matamoros[1]
José Mariano López-Fuentes[2]
Gabriela García-Pineda[3]

RESUMEN

La producción de chile serrano reviste gran importancia en el estado de Puebla por formar parte del ingreso económico para las familias rurales de la Sierra Norte de Puebla, considerada como una región con altos índices de marginación; también su importancia radica en la utilización del material autóctono, de gran relevancia en la conservación de su material genético. El objetivo de estudio fue evaluar dos ecotipos de chile serrano procedentes de Tlapacoya y Tlaola y su respuesta agronómica a diferentes soluciones nutritivas. Para ello, se utilizó un diseño factorial para *ecotipos* 2 (Tlaola y Tlapacoya) x 2 soluciones nutritivas (NK1 y NK2) x 2 dos dosis de riego (V1 y V2) y 2 tratamientos foliares (Ca y T), con tres repeticiones de 8 plantas cada una. La solución nutritiva NK1; compuesta por (mMol·l^{-1}) 17.00 NO_3^-, 1.5 $H_2PO_4^-$, 3.75 SO_4^-, 0.5 HCO_3, 8.0 K^+, 4.25 Ca^{+2}, 2.0 Mg^{+2}. CE=1.9 mSxcm^{-1} y pH de 7.2 y en la solución nutritiva NK2 lo único que se varió fue el contenido de nitratos que correspondió a (13.75 NO_3^-). Los parámetros evaluados fueron peso total de frutos, peso medio total de frutos y clasificación comercial de frutos de primera, segunda y tercera categoría, expresado en gramos. Los resultados reflejan que e*l ecotipo procedente de Tlapacoya presentó mayor ventaja productiva y mejores características agronómicas que el ecotipo precedente de Tlaola. También la solución nutritiva NK2 tuvo un efecto positivo en los parámetros productivos.*

PALABRAS CLAVE*: Hortalizas, nutrición, variedades.*

INTRODUCCIÓN

En México la producción de chile verde reviste gran importancia y es el chile serrano el que ocupa el segundo lugar, únicamente superado por el chile jalapeño. Según datos de la SIAP (2015) se reporta una superficie sembrada de chile serrano superior a las 17 mil hectáreas, con rendimientos promedios de 23 t ha^{-1}, de las cuales, el mayor porcentaje corresponde a variedades mejoradas y otro porcentaje a materiales híbridos en su mayoría de importación. Particularmente, el estado de Puebla ocupa el octavo lugar en producción de esta hortaliza con rendimientos de 3.33 t ha^{-1}, valor muy inferior a la media nacional, estos bajos rendimientos, entre otras causas, se debe a que se utiliza semilla autóctona sin previo acondicionamiento la cual no presenta la misma capacidad productiva que una semilla híbrida y también al desconocimiento que tienen los agricultores del manejo y aplicación de fertilizantes, herbicidas, plaguicidas y fungicidas. No obstante, la producción de chile serrano junto con el cultivo de café, maíz, entre otros; constituye en gran parte el principal ingreso económico para las familias rurales de la Sierra Norte de Puebla, considerada como una región con altos índices de marginación. Asimismo, forma parte importante de la dieta de los

pobladores de la región por ser un ingrediente básico de los platillos regionales. Por ello, la necesidad de generar un paquete tecnológico acorde a sus necesidades y en la medida de lo posible, contribuir a la conservación de la flora y fauna. En diversos trabajos se han reportado resultados sobre dosificación de fertilizantes (Ramírez *et al*., 2013; Cruz-Crespo *et al*., 2014; Aguilar *et al*., 2005), control de enfermedades, generación de nuevas variedades de chile serrano (Ramírez *et al*., 2016) o bien trabajos dirigidos a la eficiencia agronómica en chiles (Aguilar *et al*., 2005), por citar algunos autores, la realidad es que poco se ha reportado sobre el manejo de chile serrano autóctono. El objetivo de estudio fue evaluar dos ecotipos de chile serrano procedentes de Tlapacoya y Tlaola y su respuesta agronómica a diferentes soluciones nutritivas. Los resultados que se presentan corresponden a una prueba piloto en chile serrano conducido en condiciones de invernadero como parte de un proyecto integral en el manejo del cultivo de chile serrano en la Sierra Norte de Puebla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en las instalaciones del Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ubicado en el Municipio de Puebla, México (19^0 14′ latitud norte, y 98^0 18′ longitud oeste, a una altitud de 2150 msnm). El ensayo se estableció en el ciclo primavera-verano de 2015 en un invernadero tipo túnel con cubierta de plástico. Se utilizó semilla de dos ecotipos de chile serrano provenientes de las comunidades de Tlaola y Tlapacoya, Puebla, la siembra se realizó en charolas de poliestireno de 200 cavidades rellenas de peat moss bajo invernadero de vidrio. El trasplante se llevó acabo en contenderos de plástico de 35 x 40 cm rellenos de tezontle rojo. Se utilizó un diseño factorial para *ecotipos* 2 (Tlaola y Tlapacoya) x 2 soluciones nutritivas (NK1 y NK2) x 2 dos dosis de riego (V1 y V2) y 2 tratamientos foliares (Ca y T), con tres repeticiones de 8 plantas cada una. La solución nutritiva NK1; compuesta por ($mMol \cdot l^{-1}$) 17.00 NO_3^-, 1.5 $H_2PO_4^-$, 3.75 $SO_4^=$, 0.5 HCO_3^-, 8.0 K^+, 4.25 Ca^{+2}, 2.0 Mg^{+2}. CE=1.9 $mSxcm^{-1}$ y pH de 7.2 y la solución nutritiva NK2 lo único que varió fue el contenido de nitratos que correspondió a (13.75 NO_3^-). Para el caso de los volúmenes de agua se consideró el volumen 1 como el 50% del volumen de agua del volumen 2; y para los tratamientos foliares se consideró el tratamiento a base de calcio y el testigo que solo contenía agua más el adherente. Los parámetros evaluados fueron peso total de frutos que corresponde a producción total, número y peso medio total de frutos y finalmente se presenta el rendimiento en gramos por planta; todos los pesos son expresados en gramos (g). Los resultados obtenidos sobre datos acumulados de nueve fechas de corte se sometieron a un análisis de la varianza con ayuda del programa Statgraphic versión 5.0, y la separación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se muestran los resultados del análisis de la varianza sobre datos acumulados para las variables de producción total, número y peso medio de frutos y el rendimiento en gramos por planta del ecotipo de chile serrano procedente de Tlaola a distintas soluciones nutritivas, volúmenes de agua y tratamientos foliares.

Respecto a las diferentes soluciones nutritivas se encontró que la solución NK2 aumentó la producción total, número de frutos y el rendimiento por planta; este último con 108.58 g/planta en relación con la solución NK1 que presentó un rendimiento de 68.51 g/planta con diferencias estadísticamente significativas (e.s) ($p \leq 0.05$). En el caso de los diferentes volúmenes de agua

y tratamientos cálcicos no se registraron diferencias e.s., si bien, las plantas que recibieron el volumen 2 presentaron mayor producción total. Asimismo, los tratamientos cálcicos parece ser que podrían tener el mismo efecto, en ambos casos sin que se hayan registrado diferencias e.s. finalmente no se registraron diferencias e.s. en las interacciones dobles. Los resultados obtenidos concuerdan con Galindo *et al.* (2016), quienes señalan un incremento en el número de frutos comerciales, producción total y rendimiento en chile ancho bajo condiciones de invernadero, al utilizar una solución nutritiva diluida al 50%. Tambien, Valentín-Miguel *et al.* (2013) señalan que en chile de agua tuvo un efecto significativo en el rendimiento al aumentar la concentración de las soluciones de 25, 50 y 75%. Asimismo, Aguilar *et al*. (2005) reportan alta eficiencia agronómica de rendimiento en chile ancho con la incorporación de fertilizantes. Finalmente, a nivel de ecotipos, si bien, no se presenta la comparación de medias explícitamente se observa en los cuadros 1 y 2 que el ecotipo procedente de Tlapacoya presentó mayor producción total con respecto al ecotipo procedente de Tlaola.

En el cuadro 2 se muestran los resultados del análisis de la varianza sobre datos acumulados para las variables de producción total, número y peso medio de frutos y el rendimiento en gramos por planta del ecotipo de chile serrano procedente de Tlapacoya a distintas soluciones nutritivas, volúmenes de agua y tratamientos foliares.

Como en el caso del ecotipo de Tlaola se encontró el mismo comportamiento agronómico que para el caso del ecotipo de Tlapacoya, es decir, que tuvo el mismo efecto la solución NK2 al aumentar la producción total, número de frutos y el rendimiento por planta; este último con 123.35 g/planta en relación con la solución NK1 que presentó un rendimiento de 94.53 g/planta con diferencias estadísticamente significativas (e.s) ($p \leq 0.05$). En referencia a los diferentes volúmenes de agua y tratamientos cálcicos se mantuvo la misma tendencia que para el caso de Tlaola. Tampoco se registraron diferencias e.s. en las interacciones dobles.

Cuadro 1. Media ± Error estándar y significancia para las variables de producción total y rendimiento de chile serrano del ecotipo de Tlaola.

		Producción total (g/U.R.)	Número de frutos total	Peso medio total (g/fruto)	Rendimiento (g/planta)
Solución	NK1	452.85 ± 61.94 b	296.92 ± 34.53 b	1.50 ± 0.05 n.s.	68.51 ± 8.90 b
	NK2	698.29 ± 75.85 a	455.42 ± 44.83 a	1.53 ± 0.07 n.s.	108.58 ± 10.95 a
Volumen	V1	511.40 ± 70. 93 n.s.	329.17 ± 43.25 n.s.	1.55 ± 0.05 n.s.	79.89 ± 11.38 n.s.
	V2	639.75 ± 80.91 n.s.	423.17 ±45.51 n.s.	1.49 ± 0.07 n.s.	97.17 ± 11.34 n.s.

Tratamiento	Ca	600.47 ± 55.08 n.s.	384.42 ± 28.32 n.s.	1.56 ± 0.05 n.s.	92.77 ± 8.51 n.s.
	T	550.70 ± 95.82 n.s.	367.92 ± 59.41	1.48 ± 0.07	84.3 ± 14.01
Interacciones	Solución x volumen	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	Solución x tratamiento	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	Volumen x tratamiento	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

-Letras distintas en una misma columna indica diferencias estadísticamente significativas al 95% según la prueba de Tukey;

n.s. no significativo;

U. R.: Unidad de repetición (8 plantas).

Cuadro 2. Media ± Error estándar y significancia para las variables de producción total y rendimiento de chile serrano del ecotipo de Tlapacoya.

		Producción total (g/U.R.)	Número de frutos total (N°/U.R.)	Peso medio total (g/fruto)	Rendimiento (g/planta)
Solución	NK1	588.40 ± 83.41 b	316.83 ± 44.29 b	1.86 ± 0.05 n.s.	94.53 ± 14.70 b
	NK2	849.79 ± 121.39 a	479.58 ± 65.70 a	1.77 ± 0.07 n.s.	123.35 ± 17.62 a
Volumen	V1	689.90 ± 79.70 n.s.	40.10 ± 51.64 n.s.	1.76 ± 0.06 n.s.	104.15 ± 11.48 n.s.
	V2	748.28 ± 135.25 n.s.	395.42 ± 69.39 n.s.	1.87 ± 0.05 n.s.	13.74 ± 20.69 n.s.
Tratamiento	Ca	691.66	378.83	1.81	107.25

		± 13.15 n.s.	± 57.66 n.s.	± 0.05 n.s.	± 17.58 n.s.
	T	746.51	417.58	1.81	110.63
		± 108.90 n.s.	± 63.96 n.s.	± 0.07 n.s.	± 15.96 n.s.
Interacciones	Solución x volumen	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	Solución x tratamiento	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	Volumen x tratamiento	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

-Letras distintas en una misma columna indica diferencias estadísticamente significativas al 95% según la prueba de Tukey.

- n.s.; no significativo.

-U. R.: Unidad de repetición (8 plantas).

CONCLUSIONES

El ecotipo procedente de Tlapacoya presentó mayor ventaja productiva y mejores características agronómicas que el ecotipo precedente de Tlaola. También la solución nutritiva NK2 tuvo un efecto positivo en los parámetros productivos.

LITERATURA CITADA

Aguilar, A. J.L. 2005. Eficiencia de fertilizantes aplicados con fertirriego en chile ancho (*Capsicum annuum* L.). Agricultura Técnica en México. Vol. 31 Núm. 2. pp 177-189.

Cruz-Crespo E., Can-Chulim A., Bugarin-Montoya R., Pineda-Pineda J., Flores-canales R., Juárez López P., y Alejo-Santiago G. 2014. Concentración nutrimental foliar y crecimiento de chile serrano en función de la solución nutritiva y el sustrato. Revista fitotecnia Mexicana. Vol. 37 (3):289-295.

Galindo, R., M.A., Palomino, L.R.P., Santana. G.M.A. Pérez, S.G., Silos, E. H., y Hernández, R.A. 2016. Crecimiento y rendimiento de chile ancho en función de soluciones nutritivas y sustratos. Memorias “Convención mundial de chile”. pp. 94-100.

Ramírez, H.R. 2013. Efecto de los Fertilizantes y Micorrizas en el vigor by producción del chile piquín (*Capsicum annum* var. *glabriusculum),* en el Noreste de México. Seminario de Posgrados. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. pp.281-289.

Ramírez, M.M., Méndez A.R., Arcos C.G., Santiago L.U., y Mata V.A. 2016. HS-52, Nueva opción para la producción de chile serrano en México. “Convención mundial de chile”. pp. 163-168.

SIAP, 2015. Anuario de la producción agrícola del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. http://www.siap.gob.mx.

Valentín, M. M. C.; Castro, B. R.; Rodríguez, P. J. E. y Pérez, G. M. 2013. Extracción de macronutrimentos en chile de agua (*Capsicum annuum* L.). Rev. Chapingo Ser. Hortic. 19:71-78.

PAQUETE TECNOLÓGICO PARA LA MILPA JALISCO

Luis Sahagún Castellanos[95]

RESUMEN

La milpa data de tiempos prehispánicos y se mantiene su vigente. Aunque el término se aplica comúnmente a cualquier campo de maíz, en su sentido original la milpa es un lugar para el cultivo de maíz en asociado con otras especies. (al menos frijol y calabaza), que se abre dentro de un ecosistema y reproduce muchas de las interacciones y principios ambientales que en él se dan. Es en sí mismo un ecosistema agrícola sujeto a las limitaciones de cada región y a intervenciones humanas. La milpa como policultivo tiene varias ventajas sobre los monocultivos, produce insumos útiles para la cocina durante casi todo el ciclo. Suele cambiar de ciclo agrícola a ciclo agrícola, ajustado por la planeación que cada campesino hace antes de cada inicio de siembra y de acuerdo con sus necesidades y expectativas. La milpa tiene la ventaja que puede producir hasta 65 bienes útiles al hombre. Por su constitución, es menos atacada por las plagas, además las plantas generan sinergias, se complementan o apoyan unas a otras, como el caso del frijol enredador y fijador de nitrógeno y el maíz. La asociación maíz-frijol-calabaza se encuentra en las milpas de todas las zonas ecológicas, aunque cambian las poblaciones, variedades, razas y especies de plantas, según las condiciones ambientales, costumbres y gustos culinarios. La calabaza sembrada en la parcela entre el maíz y el frijol limita el desarrollo de malas hierbas; con la sombra de sus grandes hojas pegadas al suelo ayudan a mantener la humedad. También son complementarias por los nutrientes que aportan, particularmente en cuanto a los aminoácidos, que al reunirse en la dieta tradicional proporcionan una alimentación balanceada. Así como existen 59 razas de maíz, existen cinco especies de frijol, cuatro de calabaza e infinidad de variedades de esas dos plantas que se siembran en diferentes arreglos dentro de la milpa.

Palabras clave: Milpa, Jalisco

INTRODUCCIÓN

La milpa data de tiempos prehispánicos y se mantiene su vigente. Aunque el término se aplica comúnmente a cualquier campo cultivado de maíz, en su sentido original la milpa es un lugar para el cultivo de maíz en asociación con otras especies (al menos frijol y calabaza), que se abre dentro de un ecosistema y reproduce muchas de las interacciones y principios ambientales que en él se dan. Es en sí mismo un ecosistema agrícola sujeto a las limitaciones que cada región o nicho le impone y a intervenciones humanas que intentan compensar las deficiencias ecológicas y ampliar las posibilidades productivas. La milpa como policultivo tiene varias ventajas sobre los monocultivos, produce insumos útiles para la cocina durante casi todo el ciclo. Suele cambiar de ciclo agrícola a ciclo agrícola, ajustado por la planeación que cada campesino hace antes de cada inicio de siembra y de acuerdo con sus necesidades y expectativas. La milpa tiene la ventaja que puede producir hasta 65 bienes útiles al hombre. Por su constitución, es menos atacada por las plagas, además las plantas generan sinergias, se complementan o apoyan unas a otras, como el caso del frijol enredador y el maíz. Por último, no requería agroquímicos (Buenrostro, 2012). Las milpas han desempeñado un papel muy importante en el enriquecimiento de nuestra biodiversidad agrícola. La asociación maíz-frijol-calabaza se encuentra en las milpas de casi todas las

[95] Universidad Autónoma Chapingo. Centro Regional Universitario Occidente. Ac9678@chapingo.mx

zonas ecológicas, aunque cambian las poblaciones, variedades, razas y aún especies de esas plantas, según las características ambientales, las costumbres y los gustos culinarios de cada grupo humano. Así como existen 59 razas de maíz (Sánchez *et al*, 2000), existen cinco especies de frijol, cuatro de calabaza e infinidad de variedades de esas dos plantas que se siembran en diferentes arreglos dentro de la milpa.

En la milpa (Figura 1), cada planta cumple una función ecológica. La asociación maíz-frijol es complementaria, ya que el frijol es una planta fijadora de nitrógeno que le aporta este nutriente al maíz, mientras que la caña de maíz proporciona sostén al frijol que se enreda en ella para apoyarse y crecer. También son complementarias por los nutrientes que aportan, particularmente en cuanto a los aminoácidos, que al reunirse en la dieta tradicional proporcionan una alimentación balanceada. La calabaza sembrada en la parcela entre el maíz y el frijol limita el desarrollo de malas hierbas; además, con la sombra de sus grandes hojas pegadas al suelo ayudan a mantener la humedad. El consumo de las semillas, guías, flores y frutos tiernos o maduros de la calabaza aporta carbohidratos, proteínas, grasa, vitaminas y fibra. El chile, que se siembra en la milpa, permite aprovechamiento del espacio entre plantas, repele ciertos insectos y aporta vitaminas a la dieta. En las milpas yucatecas se eligen ciertas áreas dentro de la milpa, de suelo especial, para sembrar tubérculos, hortalizas, melón o sandía.

En una milpa se mantienen funcionando algunos de los principios ecológicos de un ecosistema:

Diversidad de especies y de variedades de una misma especie.

Interacciones simbióticas o “cooperativas” entre plantas. Unas aportan sostén, otras guardan humedad del suelo, unas dan sombra y controlan arvenses, otras sirven de hospederas de insectos benéficos, las leguminosas fijan nitrógeno atmosférico, otras son repelentes, etcétera.

Utilización óptima del espacio, tanto horizontal como verticalmente, propiciando mayor eficiencia en el aprovechamiento del suelo, la luz y la humedad.

Utilización adecuada del tiempo. Con frecuencia, mientras el maíz ya está madurando el frijol está en pleno desarrollo, lo cual es aún más acentuado en las milpas en que las fechas de siembra de sus diferentes componentes difieren por meses.

Mayor capacidad de regulación y control de plagas y enfermedades.

Más alta posibilidad de enfrentar riesgos y limitaciones ante fenómenos climáticos, enfermedades o plagas. Por ejemplo: bajo ciertas condiciones responde mejor el maíz, mientras en otras, como una sequía, responde mejor el frijol.

La Revolución Verde logró llegar a todos los rincones del país y prácticamente no existe sistema agrícola maicero, ni siquiera de milpa tradicional, que no incluya algún componente del paquete tecnológico, adaptado por el ingenio campesino. Aún en las milpas de roza, tumba y quema más alejadas de las zonas tropicales húmedas, es común la aplicación de fertilizantes y de herbicidas combinada con siembras de coa y limpias de azadón.



Figura 1. Aspectos generales del cultivo de la milpa. Arriba preparación del suelo, muestra de diferentes semillas; abajo especies en desarrollo vegetativo con productos en fresco. Juanacatlán, Tapalpa, Jal (PV 2012)

PREPARACIÓN DEL TERRERO

La producción de Milpa en varias regiones de México bajo los sistemas de roza-tumba- quema (RTQ) y labranza convencional presenta limitaciones, como tierra escasa, perdida de suelo por erosión, baja fertilidad del suelo, escasos rendimientos y, consecuentemente, el abandono del campo por los agricultores. Por tal motivo es necesario optimizar el sistema Milpa. Este sistema de producción se establece durante el periodo de lluvias, por tal motivo la etapa de preparación de los terrenos se lleva a cabo varias semanas antes del el inicio de las lluvias.

Para una buena preparación se requiere roturar el suelo según practicas locales y fechas establecidas por los productores. Sin embargo, la siembra puede hacerse con o sin preparación del suelo según las condiciones existentes:

Cero labranza: en los lugares donde los agricultores siembran en pequeñas parcelas situados en terrenos accidentados, la herramienta de cultivo más eficiente es la *coa*, vara de unos 5 cm de diámetro y una longitud de unos 2 m, la punta es metálica y se usa para abrir el hoyo en que será depositada la semilla) (Figura 6, izquierda), se depositan las semillas a cultivar (FAO, 2007)

la roza-tumba-quema, especialmente en la península de Yucatán y las zonas montañosas del sureste; movimiento del suelo a mano o con azadón; la roturación con tracción mecánica o animal el “arrope de humedad” siembra mecánica del maíz y la posterior siembra de las especies restantes constituyentes de La Milpa. Dicha roturación se realiza en suelos con humedad residual del ciclo anterior (Kato et al, 2009).

Estas labores, en Jalisco se llevan a cabo antes de la siembra y en ocasiones, sí fue labranza cero y al momento de la siembra hay maleza, se aplica el herbicida no selectivo, *glifosato* (comercialmente conocido entre otros nombres como Faena y similares a una dosis de tres a cuatro litros por hectárea).

La gran variedad de productos obtenidos de La Milpa provee los nutrientes necesarios para una buena dieta. A manera de ejemplo el consumo de semillas, guías, flores y frutos tiernos o maduros de la calabaza aportan carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas y fibra. Por otra parte, el papel nutricional de los quelites es absolutamente vital ya que aportan riboflavina, (vitamina B2), niacina (vitamina B3) y ácido ascórbico (vitamina C), nutrientes que son deficientes en la dieta del maíz y que son usados como una fuente de proteína vegetal en una dieta que es pobre en proteínas (González, 2001).

VARIEDADES REGIONALES

Las razas que se cultivan en Jalisco, es el grupo de colectas que se presentan que contiene los grupos raciales a los que pertenecen las muestras obtenidas en 2004 por Ron *et al* (2006) y adaptados al criterio propuesto por Sánchez *et al*. (2000). Las razas con mayor número de colectas son Mushito de Michoacán con 39, Tabloncillo con 17 y Tuxpeño con diez. El número de muestras por entidad fue de 45 en Jalisco, 46 en Michoacán y catorce en Nayarit para totalizar 105 especímenes. Se incluyen las variedades de frijol encontradas por Hernández (1985) para esta región del Occidente de México. Las muestras están depositadas en el Banco de Germoplasma del IMAREFI, en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara.

Más de 70 % de las siembras se hacen con semilla del mismo agricultor y el resto con simiente de variedades mejoradas por diferentes procesos genéticos. La forma de siembra y la cantidad de semilla utilizada por hectárea, es la resultante de la conjugación de variedad, período de crecimiento, humedad disponible y fertilidad del suelo.

MÉTODOS DE SIEMBRA

Un ejemplo de la distribución en el campo de las especies es el propuesto por una familia de custodios de la red de maíz y milpa de Jalisco del Sinarefi. Este arreglo consiste en tomar seis surcos de 80 centímetros de ancho sembrando matas de maíz, dejando dos plantas por mata. Todos se siembran con maíz, el 1º y el 6º se siembran además del maíz con calabaza, el surco 3º y el 4º se siembran con frijol además del maíz. Los surcos 2º y 5º se quedan únicamente con maíz. Se hace de esta manera porque tanto las guías de la calabaza como las del frijol puedan tener libertad para crecer y tener un desarrollo bajo condiciones de competencia moderada y logren una mayor productividad (Figura 2).

En ocasiones el ingenio y la disponibilidad de recursos de los agricultores milperos les han permitido hacer más eficiente su trabajo aprovechando el uso de maquinaria agrícola. Este aprovechamiento en uno de los casos es para la siembra donde se utiliza un tractor con el arado de subsuelo cuyos cinceles “abren” lo que sería un surco para que luego pase un

sembrador y realice la siembra con la coa haciendo un esfuerzo mínimo (Figura 5, izquierda). En esta forma y con el conocimiento del terreno por parte del agricultor milpero, se tendría una densidad que va de 20 mil a 35 mil plantas por hectárea.

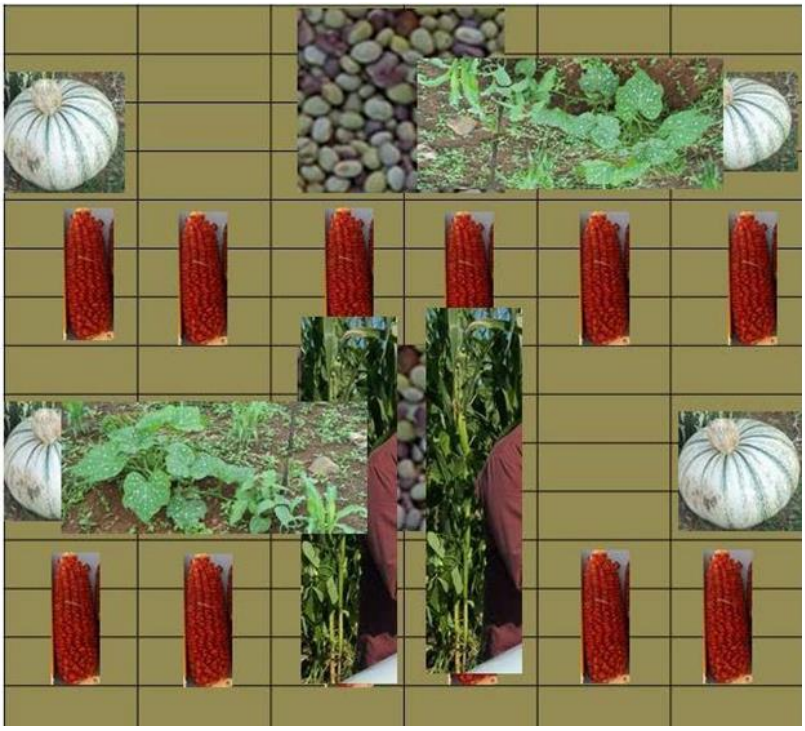


Figura 2. Distribución de material de siembra de La Milpa por parte de agricultores milperos de la red de maíz y milpa del SINAREFI en Jalisco. (2012)

El sistema Milpa es altamente dinámico, en cada región del país cambia considerablemente tanto en los tipos de suelos y variedades, como en cultivos, por tal motivo no es fácil establecer una recomendación para la fertilización del sistema Milpa, debido principalmente a la gran diversidad de cultivos, así como a la multiplicidad de comportamiento durante los ciclos vegetativos. Sin embargo, se pude citar un caso para el que se tiene una recomendación, reiterando que no es posible generalizar en las indicaciones. Por otro lado, es necesario conocer el ciclo de cada una de las variedades de los cultivos que se van a establecer.

Hay situaciones, cuando se trata de una variedad tardía, en que se debe sembrar primero el maíz y, de esta manera, cuando el frijol asociado es precoz, la siembra ya cuenta con una espaldera (guía) para enredarse y lograr un desarrollo óptimo. La siembra debe hacerse en surcos de unos 80 cm de ancho con separación de 30 cm entre matas de frijol, el maíz deberá sembrarse a 50 cm entre matas de dos plantas cada una.



Figura 3. Agricultor milpero con su coa en la mano (izquierda). Agricultor milpero en un terreno con plántulas de especies de la milpa (derecha). (2012)

Así se tendría 50 mil plantas de maíz y 41 mil 600 de frijol. Se recomienda una fertilización de 60-60-00 para frijol y 120-80-00 para maíz. Para la fertilización del maíz se recomienda1/3 del nitrógeno, todo el P_2O_5 y en su caso K_2O en la fecha de siembra. En tanto que si hay *aporque,* (labor en a los tallos de las plantas se aplica tierra para mejor desarrollo), se aplican 2/3 de nitrógeno. En el frijol se suministra la totalidad del fertilizante durante la siembra.

Para la fertilización, la recomendación consiste establecer el cultivo de maíz asociado con frijol a una densidad de 41 mil plantas de maíz y 10 mil 500 plantas de frijol por hectárea.



Figura 4. Agricultor milpero con técnica mecanizada de trazo de surco con cinceles de arado de subsuelo (izquierda) y agricultor milpero en terreno con surcos trazados por los propios cinceles del arado de subsuelo (derecha). (2012)

La siembra se haría en surcos con una separación de 80 cm y entre matas de 60 cm. Para cada mata se siembran tres semillas de maíz y dos de frijol, de manera alterna. Después de la germinación, cuando las planta han alcanzado entre diez y quince centímetros de altura se inicia el aclareo para dejar dos plantas de maíz y una de frijol. Es decir en cada mata quedan dos plantas de maíz más una de frijol en matas alternas, resultando que en una mata de maíz se siembra frijol y en otra no y así sucesivamente.

En realidad, la labor de fertilización que realizan los agricultores bajo el sistema *coamilero* se ha venido haciendo empíricamente por la técnica de ensayo y error, aplicando aquellos fertilizantes cuyos efectos les han dado los mejores resultados a lo largo de los años.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, sería necesario que los agricultores practicarán periódicamente análisis de suelos en sus parcelas con el fin de determinar las mejores recomendaciones para sus cultivos y, por otro lado, para establecer la conveniencia de que sus terrenos entren a una fase de descanso (barbecho).

CONTROL DE MALEZAS

Una característica particular de las milpas es el manejo campesino de las *malas hierbas*. En las milpas no todas ellas resultan perjudiciales pues también las hay benéficas como los quelites, las plantas medicinales y las que sirven como forraje. Aunque estos vegetales aparecen espontáneamente, el campesino puede manejar aquellas que tienen características deseables, modificándolas paulatinamente hasta el punto en que ya no se parecen a sus parientes silvestres. En las últimas décadas han empezado a cultivarse quelites que antes eran espontáneos como el huauzontle, el papaloquelite y la verdolaga (Aguilar *et al*, 2003). Las plantas de calabaza parecen beneficiar al maíz y al frijol en la lucha contra las malezas:

las hojas anchas, gruesas y horizontales de las calabazas impiden que las malezas capten la luz.

El método mecánico: se basa en el uso de máquinas cultivadoras, la labor consiste en aflojar la tierra entre las hileras del cultivo con el fin de cortar las malezas e incorporarlas al suelo. El aporque es una labor que en los terrenos favorece el control de malezas; cuando las rejas de la cultivadora aflojan la tierra y la depositan al pie de las plantas formando camellones (surcos) y debe completarse con control manual (principalmente con azadón) (SEP, 1983). El control de las arvenses se realiza treinta días después de la siembra (DDS) y un segundo deshierbe a 60 DDS.

Control químico: otra forma de someter a las malezas de manera “eficiente” es con herbicidas no selectivos, como el glifosato, capaz de eliminar cuanta maleza quede rociada. Esto se hace antes de la siembra o a más tardar el día de la siembra. En la Figura 7 (fotos superiores) se muestra como se encuentra el terreno después de la quema y como queda después de la aplicación del glifosato al momento de la siembra. Desafortunadamente, la introducción de herbicidas resultado de la modernización de la agricultura ha limitado continuar con los cultivos asociados y ha acelerado la desaparición las distintas especies útiles y de variedades locales de frijol y calabaza.



Figura 5. Agricultor milpero con mayor nivel de tecnificación. Siembra mecanizada del maíz y la posterior siembra manual de las especies acompañantes (frijol, calabaza, haba chícharo etc.) Según sea el caso. (2012)

El cultivo de La Milpa debe estar libre de malezas particularmente los primeros cuarenta días del ciclo. El control de las malezas se lleva a cabo por métodos mecánicos y químicos

CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Las plagas se controlaban mediante el uso del fuego y, principalmente, por la rotación de parcela de cultivo, en forma itinerante: tras de entre dos y cinco años de cultivo se dejaba descansar ese pedazo de tierra y se abría otra parcela de manera rotativa hasta regresar a la parcela inicial. Rara vez se preparaban terrazas o se alteraba el perfil natural del terreno (Aguilar *et al*, 2003).

Los insectos son mucho más benéficos que perjudiciales, sin embargo, algunas de sus especies continuamente compiten con el hombre, convirtiéndose en plaga o transmitiendo enfermedades a él o sus animales. El concepto de plaga es aplicable a los agroecosistemas de donde el hombre obtiene materia y energía para su sustento, abrigo y techo. Cuando un organismo extrae de un medio más energía que la que el hombre considera adecuado, se convierte en plaga, siendo necesario (económico) combatirla (Romero, 2004).

Los biomas, en equilibrio dinámico no tienen plagas. Si el hombre decide no intervenir aunque se dé el fenómeno de expoliación, es porque el daño es tolerable y, por lo tanto, la especie no es plaga. Otro componente de las innovaciones agroecológicas son los métodos orgánicos para controlar los antagonistas de los vegetales de forma integral (Romero, 2004). Para esto se emplean técnicas como la de auspiciar plantas hospederas alternativas o atrayentes para las plagas y aplicar insecticidas orgánicos, de elaboración casera. Tradicionalmente en la milpa se privilegió un tipo de cultivo que hoy llamaríamos orgánico, pues el rastrojo se usa como abono natural y algunas plantas como el cempasúchil se utilizan para el control de plagas. La diversidad de cultivos también favorece el control de plagas; mientras que los monocultivos pueden generar plagas devastadoras (Aguilar *et al*, 2003), en tanto que los policultivos, como la milpa, por su propia constitución es menos atacada por las plagas (Buenrostro, 2012).

COSECHA

El maíz se cultiva con diferentes propósitos tales como elote, granos secos para consumo humano y animal, obtención de forraje para animales. Algunos ejemplos de productos del maíz son los siguientes:

Elotes: son mazorcas de maíz cuando los granos se encuentran en *estado de leche*. Su masa es blanda. Se utilizan para la alimentación animal.
Granos secos: estos se obtienen por medio del desgrane de las mazorcas maduras y secas.
c) Puntas: cuando existe una escasez de forraje los productores se ven en la necesidad de despuntar el maíz
d) En el caso del maíz forrajero las plantas se cortan enteras, con el fin de triturarlas como forraje verde para el consumo de los animales o para ensilaje.

El sistema en que se tiene al maíz como eje principal del agroecosistema el conocido como La Milpa. Complejo sistema en el que se busca integrar y aprovechar todos aquellos factores que giran en torno al sistema y, como bien cita Bartra (2009):

"Más que hombres de maíz, los mesoamericanos somos gente de milpa. Es la nuestra una cultura ancestral cimentada en la domesticación del maíz, frijol, chile, tomatillo y calabaza que se siembran entreveradas en parcelas con cercos de magueyes o nopales, donde a veces

también crecen frutales silvestres y donde se recogen quelites. Milpas que junto con las hortalizas y de frutales, animales de traspatio y con la caza, la pesca y la recolección, sustentan la vida campesina. En rigor los mesoamericanos, hacemos milpa, con toda la diversidad entrelazada que esto conlleva. Y la milpa sus dones, sudores y saberes es el origen de nuestra polícroma cultura. No solo la rural, también la urbana; que los pueblos son lo que siembran y cosechan, pero también lo que comen y lo que beben, lo que cantan y lo que bailan, lo que lamentan y lo que celebran."

CONSIDERACIONES FINALES

En una milpa, se hace uso eficiente de la luz, agua y los nutrientes del suelo debido a la estructura los estratos del multicultivo, en donde funcionan como un ecosistema. Existe diversidad de especies, razas y variedades, que constituyen elementos fundamentales del agroecosistema para las interacciones simbióticas o "cooperativas" entre plantas. La caña del maíz en la parte del dosel que sostiene al frijol, el cual se enreda en ella para crecer. El frijol en un estrato medio, intercalado con el maíz produce más nódulos de raíces por planta, lo que fija nitrógeno, que es aprovechado por las plantas del maíz y calabaza.

Una característica particular de las milpas es el manejo campesino de las *malas hierbas*. En la milpa no todas son perjudiciales pues las hay con características alimenticias, medicinales y forrajeras. Aunque estas plantas aparecen espontáneamente, el campesino puede manejar aquellas que tienen particularidades deseables, modificándolas paulatinamente hasta el grado en que se distinguen de sus parientes silvestres. En las últimas décadas han empezado a cultivarse sistemáticamente quelites que antes eran únicamente *espontáneos* como el papaloquelite (*Porophyllum macrocephalum*) y la verdolaga (*Portulaca oleracea*). La milpa es, por tanto, un hábitat en el cual evolucionan las especies (Aguilar *et al*. 2003).

Finalmente la variedad de productos obtenidos de un multicultivo proveen los nutrientes necesarios para una dieta equilibrada. El consumo de semillas, guías, flores y frutos tiernos o maduros de la calabaza aportan carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas y fibra. Por otra parte, el papel nutricional de los quelites es absolutamente vital ya que aportan riboflavina (vitamina B2), niacina (vitamina B3) y ácido ascórbico (vitamina C) y hierro, nutrientes deficientes en el maíz (González, 2001).



Figura 6. Terrenos preparados para la siembra en coamil (parte superior) y terreno con plantas tiempo después de la aplicación de glifosato. Véase las malezas secas por la acción del herbicida (parte inferior izquierda). (2012)

LITERATURA CITADA

Aguilar, J.; C. Illsley y; C. Marielle. 2003. El sistema agrícola de maíz y sus procesos técnicos. *En* Esteva, G., y C. Marielle (Coordinadores). Sin Maíz no hay País. CONACULTA, Dirección General de Culturas Populares e Indígenas, México, D. F. pp. 83-122.

Bartra, A. 2009. Hacer milpa. Ciencias 92-93.Octubre 2008-marzo 2009.

Buenrostro, M. 2012 El Frijol y la milpa. En: La Jornada del Campo. Periódico La Jornada 20 de octubre de 2012.

FAO. 2007. Guía Metodológica La milpa del siglo XXI. FAO en Guatemala. Colección de Guías Metodológicas del Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) de Guatemala. 76 pp.

Gonzalez, R. J. 2001. Zapotec Science. Farming and Food in the Northern Sierra of Oaxaca. University of Texas Press, Austin. 328 p.

Hernández X., E. 1985. Biología agrícola: los conocimientos biológicos y su aplicación a la agricultura. México: Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología, CECSA.

Kato, T.A., C. Mapes, L.M. Mera, J.A. Serratos, y R.A. Bye. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. UNAM, CONABIO. 116 pp. México, D.F.

Narváez C. G. 1991. Las condiciones naturales para la .producción agrícola en las mixtecas oaxaqueñas. Revista de Geografía Agrícola. Nos 15-16.

Pool-Novelo, L. y E. Hernández X 1987. *La intensificación de la producción maicera bajo roza-tumba-quema en Yaxcabá, Yucatán, México.* Terra 5: 149-162

Romero R., F. 2004. Voltinismo y Quiescencia Manejo Integrado de Plagas las Bases, los Conceptos su Mercantilización. UACh-CP: Instituto de Fitosanidad. México.

Ron P, J; J. J Sánchez G.; Á.A. Jiménez C., J. Carrera V; J. G. Martín L; M. M. Morales R; L Cruz L; S. A. Hurtado de la P; S Mena M. y J. G. Rodríguez F. 2006. Maíces nativos del Occidente de México I. Colectas 2004. Scientia-CUCBA 8(1): 1–139

Sánchez G., J. J., M. M. Goodman and C. W. Stuber. 2000. *Isozymatic and morphological diverstity in the races of maize of México.* Economic Botany 54 (1): 43–59.

SEP. 1991. Maíz. Manuales para la educación agropecuaria. Edit. Trillas. 56 pp.

ESCARIFICACIÓN HÍDRICA PARA DISMINUIR EL PERIODO DE LATENCIA EN SEMILLAS ARBÓREAS DEL MUNICIPIO COSOLTEPEC, OAXACA (MÉXICO).

Ramón Soriano-Robles[1]
Aldo Bernardo Rodríguez-Galvez[2]

RESUMEN

Este trabajo es una contribución y actualización en el conocimiento de las técnicas, o procesos pregerminativos para reducir el período de latencia natural que se presenta en las semillas de árboles como lo son *Lysiloma divaricatum* y *Pithecellobium dulce* del municipio de Cosoltepec, Oaxaca (México), se ha trabajado con estos géneros ya que poseen menor porcentaje de individuos dentro del paisaje representativo de la región. La latencia es la incapacidad de una semilla intacta y viable de germinar bajo condiciones de humedad, temperatura, luz o concentración de gases favorables para hacerlo. Se evalua la técnica por escarificación hídrica, la cual se acopla de mejor manera a las características físico-morfológicas de estas semillas; dicha técnica consiste en remojar o sumergir las semillas en agua por intervalos de tiempo desde 12 a 72 horas para reblandecer la testa protectora. Con dicho estudio se pretende proponer una solución al problema de reforestación de estos géneros. La principal actividad de los habitantes de dicha comunidad se centra en la crianza de ganado bovino y caprino, la misma que ha generado, al igual que otras actividades, la reducción de espacios en los que habitan las especies que estudiamos; de igual forma se debe concientizar e invitar a la población a reducir la depredación no moderada, e identificar la importancia que tienen estos géneros dentro de su ecosistema y de igual forma, recuperar los espacios naturales anteriormente ocupados por éstas.

PALABRAS CLAVE: *Lysiloma, Pithecellobium,* pregerminativos, reforestación, ecosistema.

INTRODUCCIÓN

La semilla es una estructura procedente del óvulo una vez fecundado. Básicamente se conforma por el embrión en estado latente, un tejido de reserva y una cubierta protectora. Su función es dar lugar a una nueva planta por medio de la germinación, para así perpetuar y multiplicar la especie a la que pertenece. Estas presentan una gran variedad de formas, tamaños y colores. La semilla es la fase de vida de la planta que está mejor adaptada para resistir las condiciones ambientales adversas. Su metabolismo está casi “detenido”, gracias al bajo contenido hídrico que presentan sus tejidos jóvenes. Además es el medio más efectivo para su propagación y dispersión en otros nichos ecológicos. (Doria, 2010).

Debe entenderse por germinación al proceso mediante el cual una semilla incrementa la actividad biológica por parte de sus diferentes tejidos internos; al rehidratarse la radícula comienza una elongación que provocará ruptura de la testa protectora para liberar una pequeña plántula capaz de sobrevivir y adaptarse a las condiciones del medio; la germinación finaliza cuando la planta es adulta y a su vez es productora de nuevas semillas. (Fernández *et al.,* 2001).

Cada semilla efectúa el estado o período de latencia, que es la incapacidad de una semilla intacta y viable, de germinar bajo condiciones de humedad, temperatura, luz o concentración de gases favorables para hacerlo, esta fase se establece durante la formación de la semilla,

es parte de la sobrevivencia del organismo, ya que restringe la germinación, es decir, la misma semilla “percibe” cuando es necesario comenzar el desarrollo de la plántula. (Mérola y Díaz, 2012).

Cuando una semilla no germina puede deberse a un factor o a una combinación de factores, entre las causas principales se pueden mencionar las siguientes: presencia de embriones rudimentarios o inmaduros, cubiertas mecánicamente resistentes, cubiertas impermeables y presencia de sustancias inhibidoras (ácido giberélico) (CATIE, 2000).

Para superar estos mecanismos de control de la germinación de semillas existen varios métodos que se aplican dependiendo del tipo de mecanismo de que se trate; los métodos más comúnmente empleados son: escarificación mecánica o hídrica, lixiviación, estratificación y la combinación de dos o más tratamientos (CATIE, 2000).

El palo blanco (*Lysiloma divaricatum*)*,* es un árbol de hasta 12 m de altura. Las flores son blancas, pequeñas y nacen en la unión del tallo, y las hojas. Las vainas son largas, angostas y un poco curvas de 7-15 x 1-3 cm, plana y estrecha con los márgenes normalmente paralelos. La cubierta se pega firmemente a la vaina. Las semillas son duras, su textura al tacto es lisa, de coloración pardo oscuro con destellos a la luz en verde, por lo general poseen medidas que van de 7,6 mm de largo, 4,4 mm de ancho, y un grosor de 1,5 mm, son permeables al agua. (CATIE, 2003).

El guamúchil (*Pithecellobium dulce*), es un árbol perennifolio de tronco torcido y espinoso que alcanza hasta los 20 m de alto, su follaje nuevo se aprecia en coloración rojiza, presenta espinas en la base de las hojas. Las flores son cabezales de 2 a 3 cm de diámetro, son de color amarillo. El fruto es una vaina de 10 a 20 cm de largo, enroscada, su color es marrón o rosado. Estas poseen de 10 a 12 semillas ovoides de color negro; a la vista son brillantes, al tacto son cerosas y puntiagudas, rodeadas de un arillo dulce, son permeables al agua (Monroy y Colín, 2004).

México cuenta con grandes recursos florísticos en sus comunidades y zonas rurales que pueden ser aprovechados para reforestación, generación de servicios ambientales, bancos de proteína, captura de CO_2, etc. Una condición básica para aprovechar este tipo de recursos es, en primer lugar, lograr la germinación de las semillas de estas plantas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la técnica por escarificación hídrica, el cual se acopla de mejor manera a las características físico-morfológicas de las semillas de *Lysiloma divaricatum* y *Pithecellobium dulce,* sobre porcentaje y velocidad de germinación de las mismas, y de igual manera encontrar una solución al problema de depredación no moderada de las especies en la región, así como de recuperar los espacios naturales anteriormente ocupados por éstas.

MATERIALES Y MÉTODO

Antecedentes

Las semillas empleadas para estas pruebas fueron obtenidas del municipio de Cosoltepec localizado en la Mixteca Baja Oaxaqueña, parte Noroeste del Estado de Oaxaca, México, que se localiza a 18° 08´ latitud norte y 97° 47´ de longitud oeste del meridiano de origen y a una altura de 1820 msnm. (INEGI. Información Topográfica Digital Escala, 2014). El tipo de clima de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1981), es del tipo BS hw (w)(i’)w’’g (INEGI. Información Topográfica Digital Escala, 2014).

Nuestros criterios de elección de especies fue el seleccionar a los árboles que de acuerdo con (Arias; *et al.,* 2014) presentáran mayor potencial forrajero, y así mismo menor porcentaje de individuos dentro del paisaje natural, así como de aquellas especies que estuviesen siendo depredadas sin un control adecuado por el ganado bovino y caprino de los habitantes del lugar.

Después de limpiar las semillas de “palo blanco” y “guamúchil” debidamente (retirado de vainas y hojarasca), se clasificaron en tres diferentes grupos de acuerdo a las condiciones físico-morfológicas que presentaron, es decir, al evaluó de las características a simple vista como lo es en testa, tamaño, forma de la semilla (amorfas), y algunas que fueron dañadas (picadas) por los *Acanthoscelides obtectus* o comúnmente llamados “gorgojos”; la observación de la morfología se realizó con ayuda de un microscopio estereoscópico *Stemi DV4*.

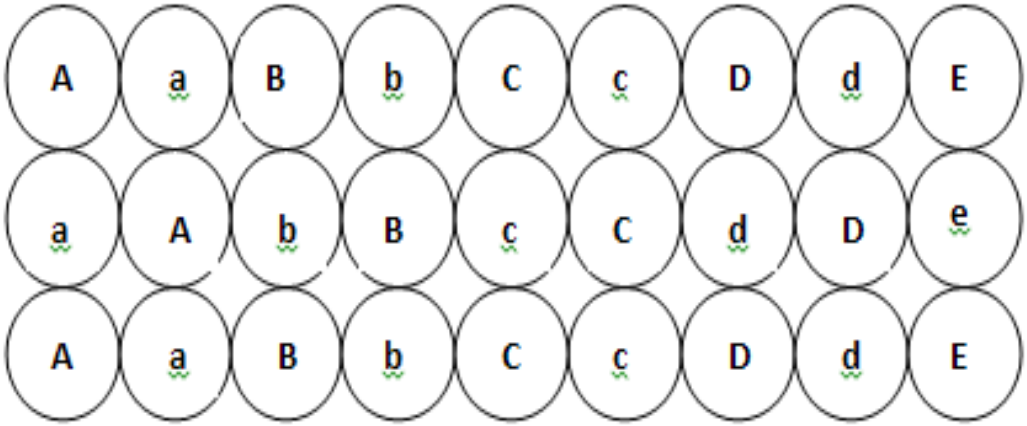
En seguida, se aplico la técnica de Escarificación Hídrica, la cual consiste en el remojo o inmersión de las semillas en agua para reblandecer la testa protectora, y así mismo de reducir los componentes naturales que posee ésta (compuestos fenólicos y ácido abscísico, o reblandecimiento de la testa). La estadía de las semillas en el proceso puede ser por intervalos de tiempo, desde 12, 24, 48 y hasta 72 horas, todo dependerá de la especie (Carbajal*; et al*., 2016).
El remojo consistió en sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente (oscilante entre 7 a 16°C), manteniéndolas a esta temperatura durante 12 horas (de las 18:00 a 6:00). Después se secaron perfectamente con una toalla. Se separaron a aquellas semillas que flotaron de las que se hundieron durante el proceso. Con el fin de descartar a las semillas que teóricamente tienen menor posibilidad de germinar, entonces, el acomodo de los grupos se aprecia en el cuadro 1.

Cuadro 1. Cada grupo de semillas posee un subgrupo, las que flotaron teóricamente poseen menor posibilidad de concluir en germinación que las que se hundieron.

Muestra	Grupo 1 "buenas condiciones"		Grupo 2 "amorfas"		Grupo 3 "picadas"	
	Flotaron	Hundieron	Flotaron	Hundieron	Flotaron	Hundieron
Semillas *Lysiloma divaricatum* "palo blanco"	59	2,759	77	734	87	97
Semillas *Pithecellobium dulce* "guamúchil"	0	445	51	153	0	0

Diseño experimental

El experimento comenzó el día 8 de Junio de 2017. Se llevo a cabo en cajas Petri y como medio retenedor de humedad se utilizo papel filtro humedecido con agua destilada. Cada unidad experimental consistió en tres repeticiones de 10 semillas por cada una, y se mantuvieron en el laboratorio con una temperatura oscilante entre 20°C y 26°C. Se evaluó una sola técnica pregerminativa (escarificación hídrica); con base a lo descrito por (Carbajal; *et al*., 2016). Las unidades experimentales se acomodaron como se muestra en la figura 1.



Donde:

"G1-*L*-BE-H". Grupo 1 *Lysiloma divaricatum,* buen estado que se hundieron
"G1-*L*-BE-F". Grupo 1 *Lysiloma divaricatum,* buen estado que flotaron
"G2-*L*-Am-H". Grupo 2 *Lysiloma divaricatum,* amorfas que se hundieron
"G2-*L*-Am-F". Grupo 2 *Lysiloma divaricatum,* amorfas que flotaron
"G3-*L*-P-H". Grupo 3 *Lysiloma divaricatum,* picadas que se hundieron
"G3-*L*-P-F". Grupo 3 *Lysiloma divaricatum,* picadas que flotaron
"G1-*P*-BE-H". Grupo 1 *Pithecellobium dulce,* buen estado que se hundieron
"G1-*P*-BE*-H". Grupo 1 **(*)** *Pithecellobium dulce,* buen estado que se hundieron
"G2-*P*-Am-H". Grupo 2 *Pithecellobium dulce,* amorfas que se hundieron
Figura 1. Acomodo de las unidades experimentales de *Lysiloma divaricatum* y *Pithecellobium dulce* (Cajas Petri con 10 semillas cada una).

RESULTADOS

El registro de datos se realizó cada 24 horas (12:00 hrs.), las primeras germinaciones se expresaron desde el primer día. Los porcentajes de germinación se muestran en el cuadro 2. Con estos datos se obtienen dos resultados preliminares para semillas de palo blanco, el primero, es que con el tratamiento utilizado se obtuvieron resultados esperados, es decir, semillas del grupo 1 (*L*-BE-H) que mostraron físicamente menor alteración morfológica, fueron las que germinaron con mayor rapidez; el segundo resultado es más inesperado, puesto que, las semillas del mismo grupo (*L*-BE-F) que teóricamente no tenían posibilidad de germinar (semillas flotantes) debido a su delgada testa, embrión pequeño, menores cantidades de almidón, etc., muestran resultados favorables al registrar más del 50% de unidades completadas.

Cuadro 2. Porcentaje de semillas de *Lysiloma divaricatum* (***L***) y *Pithecellobium dulce* (***P***) que germinaron durante un periodo de 7 días (8 de Junio al 15 de Junio de 2017).

Repetición	Porcentaje de germinación de semillas por grupo									
	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 1		Grupo 2	
	L-BE-H	*L*-BE-F	*L*-Am-H	*L*-Am-F	*L*-P-H	*L*-P-F	*P*-BE-H	*P*-BE*-H	*P*-Am-H	*P*-Am-F
1	10	7	10	2	5	10	5	10	4	0
2	10	8	9	0	4	0	8	3	3	0
3	10	9	10	0	6	0	6	8	1	0
Promedio (%)	100	80	96.67	6.67	50	33.33	63.33	70	26.67	0
Media	10	8	9.67	0.67	5	3.33	6.33	7	2.67	0

El grupo 2 muestra resultados esperados, pues a pesar de las deficiencias morfológicas y comerciales de estas semillas, la tasa de germinación es considerada muy buena, y por último en el grupo 3, se registraron menores porcentajes de germinación en las semillas debido a que estas se encontraban dañadas hasta el embrión por el insecto *Acanthoscelides obtectus*; otra causante puede que sea, que éstas poseen bajos niveles de compuestos químicos que protegen a las semillas contra agentes degradadores mientras ocurría el proceso de germinación.

En cuanto a las semillas de guamúchil, el grupo 1 (*P-BE*-H y *P*-BE*-H), tardo aproximadamente 72 hrs. en expresar resultados, sin embargo, mostró altos porcentajes de germinación al finalizar el experimento. En cuanto al grupo 2, expresó pocas unidades germinadas.

Ambas especies (*L*-Am-F, *L*-P-F y *P*-Am-F) sufrieron ataque de hongos desde los primeros tres días, las semillas infectadas se removieron de las unidades experimentales, esto para no infectar y estropear el experimento.

Se recuerda que el objetivo del presente trabajo no fue el de evaluar el desarrollo de las plántulas, sin embargo, a los 4 días de comenzado el experimento, las semillas pertenecientes al grupo 1 (*L*-BE-H y *L*-BE-F) ya mostraban un desarrollo de radícula y plúmula hasta más allá de los 3 centímetros de longitud. Terminada la germinación, se eligieron al azar dos plántulas por cada repetición, exceptuando al subgrupo 3 (*P*-Am-F) de *Pithecellobium dulce* las cuales no lograron ningún crecimiento, siendo un total de 39 plántulas trasplantadas en macetas con un sustrato de suelo rico en humus (tierra de jardín, hojarasca, residuos de raíces, etc.), las cuales hasta la fecha continúan su crecimiento.

Rapidez y uniformidad de germinación

Este estudio muestra que el tratamiento por lixiviado o escarificación hídrica fue eficiente con estas dos especies, ya que inmediatamente después de la prueba comenzaron a reflejarse los resultados, a pesar de que algunas semillas fueron invadidas por hongos; el porcentaje de éxito no se ve muy afectado como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Porcentaje acumulado de semillas de *Lysiloma divaricatum* (***L***) y *Pithecellobium dulce* (***P***) que germinaron durante un periodo de 7 días (8 de Junio al 15 de Junio de 2017) para cada uno de los grupos y subgrupos.

Días acumulados	Porcentaje de semillas germinadas por grupo									
	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 1		Grupo 2	
	L-BE-H	*L*-BE-F	*L*-Am-H	*L*-Am-F	*L*-P-H	*L*-P-F	*P*-BE-H	*P*-BE*-H	*P*-Am-H	*P*-Am-F
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	76.67	60.00	90.00	6.67	63.33	10.00	16.67	0	3.33	0
3	90.00	83.33	96.67	6.67	66.67	23.33	30.00	13.33	20.00	0
4	100	86.67	96.67	6.67	53.33	16.67	33.33	33.33	23.33	0
5	100	86.67	96.67	6.67	50.00	10.00	40.00	63.33	26.67	0
6	100	80.00	96.67	6.67	50.00	6.67	56.67	60.00	26.67	0
7	100	80.00	96.67	6.67	50.00	6.67	60.00	86.67	26.67	0
8	100	80.00	96.67	6.67	50.00	6.67	63.33	70.00	26.67	0

Con base a las cantidades que se aprecian en la tabla 4 se elaboró la gráfica correspondiente al porcentaje de germinación de semillas por grupo, la cual se presenta en la figura 2.

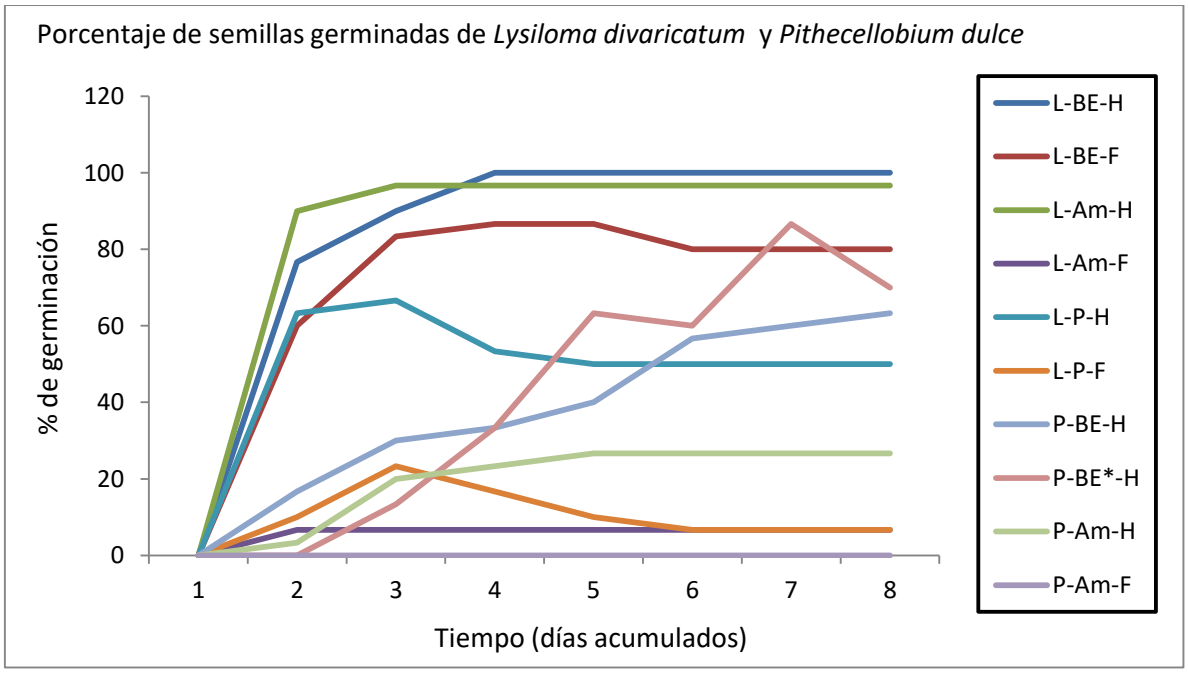


Figura 2. Curvas de germinación de semillas de *Lysiloma divaricatum* y *Pithecellobium dulce* que se obtuvieron al finalizar el tratamiento.

CONCLUSIÓN

El método de lixiviado o escarificación hídrica en agua durante un periodo de 12 horas resultó ser un tratamiento muy eficiente en cuanto a rapidez de germinación y desarrollo en las plántulas de dos especies como lo son *Lysiloma divaricatum* y *Pithecellobium dulce*, ya que en tan solo 24 horas algunas de ellas lograron alcanzar la germinación bajo condiciones medianamente controladas, es decir, el tipo de riego fue con un aspersor manual y se agrego de 2 a 4 disparos, la limpieza de impurezas (semillas con hongos) era cada 3 días, la temperatura en la que se encontraban fue desigual en todo momento, oscilante entre 20°C y 26°C, etc. Con base a los resultados obtenidos se recomienda que para obtener mayor porcentaje de semillas germinadas se utilice más de un tratamiento pregerminativo, es decir, que a los grupos de semillas por igual se les someta a una escarificación mecánica y después que pasen por el lixiviado de 12 horas, durante este periodo deberá cambiarse el agua en el que están, esto para que se mantenga nutrido y oxigenado dicho medio en el que están para favorecer la germinación de manera más uniforme.

LITERATURA CITADA

Arias L., Soriano R., Sánchez E., González C. (2014) Chemical composition and in vitro digestibility of fodder trees and shrubs consumed by goats in the Low Mixteca region of Oaxaca, Mexico. Research Journal of Biological Sciences, 9(2):92-97. DOI: 10.3923/rjbsci.2014.92.97.

Arredondo-Loyola J. A., Casillas-Álvarez P., Reyes-Olivas A., *et al.* (2010) Escarificación en semilla de *Acacia farmesiana* y *Lysiloma divaricata*. XXX

Carbajal M., Méndez M., Soriano R. (2016) Escarificación mecánica, hídrica y térmica de semillas de *Acacia farnesiana* (Huizache) y su efecto en la germinación. Ciencias Agronómicas Chapingo, 20-22.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE. (2000) Técnicas para la germinación de semillas forestales. Proyecto de Semillas Forestales – PROSEFOR, (39), 15-34.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE. (2003) Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Programa de Investigación Forestal – (FRP). 681-684.

Cervantes V., Carabias J., Vázquez-Yañez C. (1996) Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of southern Mexico. Forest Ecology and Management, Universidad Nacional Autónoma de México, 171-184.

Doria J. (2010) Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. Cultivos Tropicales, 31(1), 74-85.

Fernández F. y López M. (2001) Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris*), Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT., 56.

Martínez-Rodríguez O., Rivera-Maya J., Santamaría-César E. (2000) Evaluación de 25 tratamientos pregerminativos en semillas de mezquite (*Prosopis velutina* Wooton) en área de influencia de la URUZA. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, 1(2), 93-100.

Mérola R. y Díaz S. (2012) Métodos, técnicas y tratamientos para inhibir dormancia en semillas de plantas forrajeras, Pasturasdeamerica.com, 4-30.

Monroy R. y Colín H. (2004) El guamúchil *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth, un ejemplo de uso múltiple, Madera y Bosques, 10(1), 35-53.

Varela S. y Arana V. (2011) Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Silvicultura en vivero, 3, 3-8.

http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/oax/territorio/clima.aspx?tema=me&e=20

CULTIVO DE *SALICORNIA* COMO FUENTE DE ACEITE PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOTURBOSINA

Diego Orlando Escoboza-Barceló[96]
Brenda Guadalupe, Molina-Ávila[1]
Verónica, López-Heraldez[1]
Pablo, Gortáres-Moroyoqui[1]

RESUMEN

La industria aérea sirve de catalizador para el desarrollo social y económico de cualquier país, y es uno de los sectores del transporte con un mayor crecimiento. Uno de los problemas que la aviación enfrenta actualmente es el impacto ambiental. Si se mantienen esas tasas de consumo de combustible para el año 2050 las emisiones de CO_2 serán seis veces más altas que los niveles actuales. La Asociación de Transporte Aéreo Internacional identifica al desarrollo de combustibles alternos (biocombustibles) como una de las formas más prometedoras para reducir significativamente las emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Se ha demostrado que el uso de bioturbosina reduce en un 80% las emisiones de GEI cuando se compara con la turbosina fósil. Se tiene identificada a *Salicornia bigelovii* como fuente de forraje y aceite, el cual puede ser usado como fuentes de energía, como la producción de biodiesel y bioqueroseno. El presente proyecto tiene como objetivo el establecer cultivos de *Salicornia bigelovii* en terrenos con agua no aptos para la agricultura tradicional. En ell presente trabajo se tomaron muestras de agua y suelo para evaluar las calidades físicas y químicas del terreno. Como resultados de los análisis destacan la alta conductividad eléctrica del suelo 85.33 mS/cm y su alto contenido de iones sodio (1,389.17 meq/L) y cloro (1,210.26 meq/L), por lo que se hace un terreno difícil para siembras tradicionales. En cuanto a la calidad de agua cabe destacar que el agua residual acuícola puede ser empleada para irrigación, ya que tiene una salinidad de 27.33‰ y su conductividad eléctrica es de 47.18 mS/cm. Por lo anterior se puede sembrar *Salicornia bigelovii* en suelos y con agua de baja calidad agrícola.

PALABRAS CLAVE: Halófita, biocombustibles, agricultura salina

INTRODUCCIÓN

La industria aérea sirve de catalizador para el desarrollo social y económico de cualquier país, y es uno de los sectores del transporte con un mayor crecimiento. Uno de los problemas que la aviación enfrenta actualmente es el impacto ambiental que produce (Singh y Sharma, 2016). En 2013 la aviación fue responsable de haber emitido 705 millones de toneladas de CO_2, lo que corresponde al 2% de las emisiones de CO_2 antropogénico (Kousoulidou y Lonza, 2016). A pesar de que el porcentaje de las emisiones de las aeronaves son pequeñas a comparación con otros medios de transporte, la altitud provoca que las emisiones tengan un efecto negativo doblemente mayor (Penner y cols., 1999).

Nygren y cols. (2009) pronostican que el tráfico aéreo crecerá un 5% por año hasta 2026 y la demanda de combustible un 3% por año. Si se mantienen esas tasas de consumo de combustible, para el año 2050 las emisiones de CO_2 serán seis veces más altas que los niveles actuales (Braun-Unkhoff y Riede, 2015).

Debido a las presiones ambientales y económicas que sufre la industria de la aviación, la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA) ha establecido una estrategia de cuatro pilares para combatir la problemática ambiental causada la aviación. Contempla la mejora en la eficiencia media del rendimiento de combustible del 1.5% anual entre 2010 y 2020, y se estima que para el año 2020 se logre un crecimiento neutro en carbono, y que para el 2050 se reduzcan las emisiones de CO_2 en un 50% respecto al nivel en 2005. Entre los pilares se identifica al desarrollo de combustibles alternos (biocombustibles) como una de las formas más prometedoras para reducir significativamente las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (Gutiérrez-Antonio y cols., 2015).

Actualmente en México Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) lidera proyectos denominados Plan de Vuelo con los que se busca la producción de combustibles alternativos de aviación usando jatrofa, higuerilla, camelina y salicornia como fuentes de biomasa.

Se ha demostrado mediante análisis de ciclos de vida se ha demostrado de que el uso de bioturbosina a partir de aceite de *Camelina* (oleaginosa de la familia de la brasicáceas) reduce en un 80% las emisiones de GEI cuando se compara con la turbosina fósil (Shonnard y cols., 2010).

Desde la década de 1970 se tiene identificada a la planta halófita *Salicornia bigelovii* (Familia: Amaranthaceae) como fuente de forraje y aceite. Es una planta anual, arbustiva y suculenta que prospera exitosamente en tierra no apta para cultivos tradicionales y que requiere entradas mínimas de nutrientes (Glenn y cols., 1998). El rendimiento de semilla es de 2 toneladas por hectárea cultivada y es comparable con los que ofrecen cultivos alimenticios tradicionales como la soya (1.9 ton/ha) y el girasol (1.3 ton/ha). La semilla de *S. bigelovii* contiene de 28.2% de aceite, 31.2% de proteína y de 5 a 7% de fibra y de ceniza. En el aceite predominan los ácidos grasos poliinsaturados, siendo los principales el linoléico (74%), oléico (12.5%), palmítico (8.1%), linolénico (2.6%) y esteárico (2.2%) (Glenn y cols., 1991).

Tanto el aceite y la biomasa seca de desecho pueden ser usado como fuentes de energía, como la producción de biodiesel y bioqueroseno (Thomsen y cols., 2015). La producción industrial de combustible líquido para aviación a partir de aceite (bioqueroseno o bioturbosina) es un proceso que hoy en día se encuentra comercialmente disponible, y cuyas características físicas y químicas son similares al combustible fósil tradicional (Mawhood y cols., 2016; Kinder y Rahmes, 2009).

El presente proyecto tiene como objetivo el establecer cultivos de *Salicornia bigelovii* en terrenos con agua no aptos para la agricultura tradicional, con el fin de extraer el aceite de su semilla que será usado como materia prima para la producción de combustibles alternativos, específicamente para su uso en la aviación como bioturbosina.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Valle del Yaqui, a aproximadamente 40 kilómetros al sur de Cd. Obregón, Sonora, México. El sitio del establecimiento de cultivo de *S. bigelovii* se encuentra específicamente en el Block 2206, lote 31 del Distrito de Riego del Valle del Yaqui. En la Figura 1 se muestra la localización general del predio en que se establecerán las parcelas de *S. bigelovii*.



Figura 1. Localización general del predio experimental en el Valle del Yaqui

Para efectos del estudio, se tomaron muestras de suelo y de aguas que pueden ser empleadas en establecimiento del cultivo.

Muestreo de suelo. Las muestras de suelo se ubicaron dentro de una parcela agrícola improductiva por problemas de salinidad. Con una pala se tomaron 4 muestras simples de cada punto a los primeros 30 cm de profundidad, seleccionando los lugares que presentaran características homogéneas. Se presenta a continuación la Tabla 1 con las coordenadas de los puntos de muestreo, y en la Figura 2 se indica la localización de cada punto dentro del terreno de cultivo.

Cuadro 1. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo de suelo

Descripción	Coordenadas geográficas
Muestra de suelo agrícola 1	27°7'2.78"N, 109°58'23.27"O
Muestra de suelo agrícola 2	27°7'1.78"N, 109°58'22.76"O
Muestra de suelo agrícola 3	27°7'1.52"N, 109°58'20.39"O
Muestra de suelo agrícola 4	27°7'2.75"N, 109°58'20.06"O



Figura 2. Localización de los puntos de muestreo de suelo

Para caracterizar cada una de las muestras de suelo se analizaron los parámetros y los métodos analíticos de la tabla 2.

Tabla 2. Metodología de análisis para los parámetros de interés en suelo

Parámetro	Método analítico
pH	NOM-021-RECNAT-2000
CE	
Ca^{++}	
Mg^{++}	
Na^{+}	
K^{+}	
CO_3^{--}	
HCO_3^{-}	
SO_4^{--}	
Cl^{-}	
Materia orgánica	
$N\text{-}NO_3$	
P disponible	
Textura	

Muestreo de agua

En las proximidades del terreno a cultivar se presentan diversas fuentes de agua aprovechables en el cultivo de S. bigelovii; se analizaron cuatro diferentes tipos, según su origen: Agua de Riego (MAR), Agua de Residual Agrícola (MARA), Agua Residual Acuícola (MARAC) y Agua de Pozo (MAP). La ubicación geográfica de los puntos de muestreo se indica en la Tabla 3, mientras que la localización general en el Valle del Yaqui se indica en la Figura 3.

Tabla 3. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo de agua

Descripción	Coordenadas geográficas
Agua residual acuícola	27°7'13.27"N, 109°58'23.39"O
Agua residual agrícola	27°7'0.67"N, 109°58'24.21"O
Agua de riego	27°8'54.73"N, 109°57'12.10"O
Agua de pozo	27°8'21.88"N, 109°58'32.82"O



Figura 3. Localización de los puntos de muestreo de agua

Cada muestra se colectó en recipientes herméticos de plástico con una capacidad de 2 L. En sitio se les determinaron la temperatura y el porcentaje de oxígeno disuelto (OD), para ser posteriormente almacenadas en hielo, por lo que no se requirió ningún método de preservación. Una vez que las muestras arribaron al laboratorio se les determinó los siguientes parámetros que se indican en la tabla 4.

Tabla 4. Metodología de análisis para los parámetros de interés en agua

Parámetro	Método analítico
Salinidad	Medidor portátil YSI 556 MPS
$N\text{-}NO_2$	NOM-AA-99-1987
$N\text{-}NO_3$	NMX-AA-081-1986
DQO	NMX-AA-030-SCFI-2001
Temperatura	Medidor portátil YSI 55
OD	
pH	NMX-AA-008-SCFI-2016
CE	NMX-AA-026-SCFI-2001
SSed	NMX-AA-004-SCF1-2013
ST	NMX-AA-034-SCFI-2015
STV	
STF	
SST	
SDT	
SSV	
SDV	
SDF	
SSF	
$N\text{-}NH_3$	NMX-AA-026-SCFI-2001
$P\text{-}PO_4$	NMX-AA-029-SCFI-2001
DBO	NMX-AA-028-SCF1-2001

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, la tabla 5 muestra los resultados de los análisis en suelo

Tabla 5. Resultados de análisis de suelo

Parámetro	Resultado
pH	7.87
CE, mS/cm	85.33
Ca^{++}, meq/L	86.95
Mg^{++}, meq/L	149.62
Na^{+}, meq/L	1,389.17
K^{+}, meq/L	4.43
CO_3^{--}, meq/L	0.00
HCO_3^{-}, meq/L	2.33
SO_4^{--}, meq/L	213.85
Cl^{-}, meq/L	1,210.26
Materia orgánica, %	2.16
$N\text{-}NO_3$, mg/kg	35.45
P disponible, mg/kg	12.04
Textura	Arcilloso

En la tabla 6 se presentan los resultados de los estudios de calidad del agua de los principales parámetros de interés agrícola.

Tabla 6. Resultados de análisis de agua

Parámetro	Resultado por tipo de agua			
	MAR	MAP	MARAC	MARA
Salinidad, ‰	0.49	0.47	27.33	1.92
$N\text{-}NO_2$, mg/L	0.06	0.01	0.41	0.33
$N\text{-}NO_3$, mg/L	1.49	0.30	8.13	7.70
DQO, mg/L	182.00	138.00	370.00	286.00
Temperatura, °C	24.18	31.42	21.62	20.62
OD, %	103.56	60.50	90.34	76.03
pH	8.17	8.48	8.16	8.15
CE, mS/cm	1.08	1.18	47.18	3.87
SSed, mL/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.30
ST, mg/L	767	700	56,995	2,703
STV, mg/L	135	70	22,080	204
STF, mg/L	632	630	34,915	2,498
SST, mg/L	25	8	100	249
SDT, mg/L	743	692	56,895	2,454
SSV, mg/L	8	3	32	41
SDV, mg/L	127	67	22,047	164
SDF, mg/L	615	625	34,848	2,290
SSF, mg/L	17	5	67	208
$N\text{-}NH_3$, mg/L	3.44	2.39	0.41	3.14
$P\text{-}PO_4$, mg/L	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.13
DBO, mg/L	52.39	27.66	39.66	26.96

Los resultados indican que, según Richards (1969), el suelo no es apto para la agricultura de cultivos destinados para la alimentación humana, primeramente, por el alto contenido de iones sodio (1,389.17 meq/L) y cloro (1,210.26 meq/L), y a su nivel de conductividad alto (85.33 mS/cm).

Debido a la alta salinidad (27.33‰) y conductividad eléctrica (47.18 mS/cm) el agua residual acuícola puede ser utilizada para el cultivo de *Salicornia* sin afectar su rendimiento. El darle un uso al agua residual acuícola es importante ya que no hay necesidad de competir hidrológicamente con la principal actividad del estado, que es la agricultura, evitando así conflictos ambientales y sociales. No obstante, podría ser necesario complementar los nutrientes (como N y P) que pudieran hacer falta para el desarrollo óptimo del cultivo.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de calidad de agua se considera que los cuatro tipos podrían ser utilizados para el cultivo de *Salicornia bigelovii*, sobre todo que permitirá realizar una comparación del efecto de salinidad en el desarrollo del cultivo.

LITERATURA CITADA

Braun-Unkhoff, M., & Riedel, U. (2015). Alternative fuels in aviation. *CEAS Aeronautical Journal*, *6*(1), 83–93. http://doi.org/10.1007/s13272-014-0131-2

Glenn, E. P., O'leary, J. W., Watson, M. C., Thompson, T. L., & Kuehl, R. O. (1991). Salicornia bigelovii Torr.: An oilseed halophyte for seawater irrigation. *Science*, *251*(4997), 1065–1067. http://doi.org/10.1126/science.251.4997.1065

Glenn, E. P., Jed Brown, J., & O'Leary, J. W. (1998). Irrigating Crops with Seawater. *Scientific American*, *279*(2), 76–81. http://doi.org/10.1038/scientificamerican0898-76

Gutiérrez-Antonio, C., Gómez-Castro, F. I., Hernández, S., & Briones-Ramírez, A. (2015). Intensification of a hydrotreating process to produce biojet fuel using thermally coupled distillation. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, *88*, 29–36. http://doi.org/10.1016/j.cep.2014.12.002

Kinder, J. D., & Rahmes, T. (2009). *Evaluation of Bio-derived Sythetic Paraffinic Kerosene (Bio-SPK)*. *The Boeing Company Sustainable Biofuels Research & Technology Program*.

Kousoulidou, M., & Lonza, L. (2016). Biofuels in aviation: Fuel demand and CO2 emissions evolution in Europe toward 2030. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *46*(August), 166–181. http://doi.org/10.1016/j.trd.2016.03.018

Mawhood, R., Gazis, E., de Jong, S., Hoefnagels, R., & Slade, R. (2016). Production pathways for renewable jet fuel: A review of commercialization status and future prospects. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, *10*(4), 462–484. http://doi.org/10.1002/bbb.1644

Nygren, E., Aleklett, K., & Höök, M. (2009). Aviation fuel and future oil production scenarios. *Energy Policy*, *37*(10), 4003–4010. http://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.04.048

Richards, L. A. (1969). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Department Of Agriculture; Washington.

Shonnard, D. R., Williams, L., & Kalnes, T. N. (2010). Camelina-Derived Jet Fuel and Diesel : Sustainable Advanced Biofuels, *29*(3). http://doi.org/10.1002/ep

Singh, V., & Sharma, S. K. (2016). Fuel consumption optimization in air transport: a review, classification, critique, simple meta-analysis, and future research implications. *European Transport Research Review*, *8*(1), 5. http://doi.org/10.1007/s12544-016-0193-9

Thomsen, M. H., Alassali, A., Cybulska, I., Yousef, A. F., Brown, J. J., Andersen, M., … Kiel, P. (2015). Microorganisms for biorefining of green biomass. In B. Kamm (Ed.) (Vol. 26, pp. 157–181). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. http://doi.org/10.1007/978-3-662-45209-7_6

GANADERÍA SOSTENIBLE

IMPACTO DEL USO DE PANELES SOLARES POR PRODUCTORES LECHEROS DE LOS ALTOS DE JALISCO

Agustín Hernández-Anaya [1],
Edmundo Ruesga-Gutiérrez,
Jorge Eduardo Olmos-Cornejo,
Adriana Isabel Cortés-López
ahernandez@cualtos.udg.mx

RESUMEN

El empleo de paneles solares es cada vez más común en industrias agropecuarias. Se realizó un estudio con productores de leche en Los Altos de Jalisco con el objetivo de determinar los consumos de electricidad, el aporte energético de los paneles solares y el ahorro en las emisiones de CO_2-e gr/kWh al ambiente. En un arreglo completamente al azar se evaluaron 50 establos lecheros en sistemas de producción intensivos, semi intensivos y familiares. Se estimó la producción anual de leche, el consumo de energía eléctrica Kwh/año. Las emisiones de CO_2-e emitidas por consumos de electricidad. Los grupos de productores de 33.66, 52.62, 108.16 y 280 cabezas que tienen instalados 10, 38, 33 y 56 paneles consumieron un total de 11,531, 26,425, 27,922 y 44,178 Kwh/año, de esta autogeneraron 2,418, 11,886, 11,797 y 26,572; esto trajo como consecuencia un ahorro en t/CO_2/MWh emitido al aire por 1.10744, 5.44378, 5.40302 y 12.16997 respectivamente. Al medirlo por litros los establos producen en promedio 18.32, 22.68, 28.26 y 26.99 lts/vaca/día, estos ahorros fueron 0.16899, 0.22317, 0.10677 y 0.0.7768 t/leche/MWh/CO_2 de emisiones para los mismos. Existen diferentes rangos de precios por kWh en la CFE, estos varían entre establos. Los pagos de $5,696.50 pasaron a 343 pesos mensuales, en establos de 38 vacas con 21.5 paneles y un régimen de pago bimestral ahorrando 233.44 por panel; para productores grandes con régimen de pago mensual, 118 vacas y 31.5 paneles el pago vario de 23,640 pesos a 10,255 con ahorros promedio de 226.68 por panel; el estudio general arrojo ahorros por panel de 232.93 pesos mensuales. Concluyendo que entre mayor es el número de animales por establo; mayor es el consumo de electricidad, la producción de leche, la cantidad de paneles instalados, las emisiones menores por litro de leche y los establos son más eficientes.

Palabras Clave: CO_2-e gr/kWh, Holstein, sustentabilidad, efecto invernadero.

INTRODUCCIÓN

Los procesos globales, los factores económicos, la expansión de los mercados, la contaminación ambiental y los procesos productivos son fundamentales en el siglo XXI, los sistemas productivos pecuarios no están exentos de esta realidad, por el contrario todos están aspectos están inmersos en el proceso de producción agroalimentaria. Por otra parte las necesidades de proteína animal han provocado que el humano consuma carne y leche en sus diferentes presentaciones. Por ello el sector de producción láctea se ha globalizado, con intercambios tecnológicos e insumos incluidos los alimentarios (FAO, 2010; Huerta *et al,* 1989; Wattiaux *et al,* 2012) y el uso de energéticos para la realización de las actividades productivas. En años recientes el impacto ambiental ocasionado por la producción ganadera ha alcanzado una especial significancia, sobre todo en la generación de gases con efecto invernadero provenientes de las vacas, como son el metano y el dióxido de carbono (CO_2), hace poco una nota científica de la FAO, mencionaba que “una vaca contamina más que un auto” está revolucionando la forma de ver a las vacas y muchas personas que desean cuidar el medio ambiente piensan en eliminar las vacas para bajar los niveles de contaminación, pero ellos no desean dejar sus autos, en México se estima que existe el doble de vacas que de autos (31

millones de vacas contra 15 millones de autos), actualmente se estima que se produce el 37 por ciento del metano que llega a la atmosfera por parte de las vacas (Díaz F. 2007); En el año 2007 el sector pecuario emitió 1,969 millones toneladas CO_2-eq (±26 porcentaje) de estos 1,328 millones se atribuyen a la producción láctea, 151 a la obtención de carne de animales sacrificados y 490 de terneros en engorda (FAO, 2010). El sector lácteo de manera global contribuye con un 4% del total de las emisiones antropogénicas (FAO, 2010). De acuerdo a las estimaciones del banco mundial en México el total de emisiones de CO_2-e fueron 4,3 toneladas *per cápita*, el porcentaje de estas emisiones de energía eléctrica es un 88,9% originada por uso de combustibles fósiles. De acuerdo con Alonso *et al*, 2011 del Instituto nacional de investigaciones nucleares de México las emisiones de CO_2 equivalentes fueron para el 2008 de 0,466 ton de CO_2/MWh para el 2015 paso a 0,458 ton CO_2-e/MWh (Rodríguez A.A, 2017), lo que significa que cada día utilizamos técnicas de generación de energía eléctrica más contaminantes. De acuerdo a las estimaciones del Banco Mundial en México, el total de emisiones de CO_2-e equivalente fue de 4,3 ton *per cápita*, entre el periodo de 2004-2014, se incremento el consumo nacional de energía eléctrica a una tasa promedio de 2.9% anual. Con la entrada en vigor de la reforma energética se impulso de manera importante la adquisición de paneles solares para la autogeneración de energía eléctrica; este impulso contribuyó con un granito de arena a reducir la demanda.

En nuestro país existen cuatro sistemas de producción lechera; especializado, semi especializado, doble propósito y familiar o de traspatio, (Meléndez *et al* 2008, Rodríguez 1998; SAGARPA, 2011). En este último se combinan actividades agrícola y pecuaria (Espinosa, 2008; Martínez 2002), se sitúa en una pequeña extensión de terreno donde se ubican las viviendas del propietario; pueden ser de tipo estabulado o semi estabulado con animales encastados de Holstein (SAGARPA, 2011). Ocasionalmente cuentan con tierras de riego y de temporal, aprovechan los residuos de cosechas que son complementados con concentrado, además predomina la pequeña unidad productiva que utiliza su propia mano de obra, que les permite subsistir a pesar de los costos de la alimentación (Martínez *et al* 2002).

En México desde 1990 el número de cabezas de ganado a aumentado hasta los 2.45 millones en el 2015 (SIAP 2017) y la producción de leche ha aumentado año con año desde esas fechas a razón del 2.83% anual en promedio; ésta se ha dado por el aumento en el número de animales y productividad; Muchos productores se han declarado en quiebra en los últimos años y tan solo entre 2003 y 2008 han dejado esta actividad cerca de 250 mil ganaderos (Meléndez *et al* 2007), sin embargo en el mismo periodo de tiempo el inventario nacional de ganado lechero paso de 2´169,669 animales en el 2003 a 2´398,639 para el 2012 tomado de SIAP 2013; esto indicaría que se está concentrado la producción cada día en los grandes y desaparecen lentamente las explotaciones pequeñas. La industria pecuaria se encuentra en plena expansión y con ella las emisiones de gases de efecto invernadero. Estimando que la producción promedio por día oscila entre 6 a 12 litros y proveen el 7,98% de la producción nacional de leche (Espinosa *et al* 2008).

La ONU estima que la población mundial llegará a los 9 mil millones en el año 2050, esto significa que el consumo de carne y productos lácteos también aumentarán, de hecho se calcula por la FAO que estos productos se duplicaran sus consumos (Díaz, 2007); y este aumento de la población bovina contribuirá aún más con emisiones de gases de efecto invernadero por lo que es necesario eficientar el consumo de electricidad en las instalaciones pecuarias para producir la mayor cantidad de leche por kWh consumido.

En el mercado de los paneles solares se cuenta con cuatro tipos principales módulos fotovoltaicos de silicio multicristalinos, de películas delgadas, módulos multicristalinos anticipados, y módulos de películas delgadas previas; los módulos tienden a ser eficientes en el mismo orden, los menos eficientes son los primeros hasta llegar a los más eficientes al final de la lista. (Alsema 2000) revisó los análisis previos de energía, sus mejores estimados de

electricidad usados para hacer un futuro-cercano, fotovoltaicos sin marco fueron de 600 kWh/m^2 por módulos individuales de cristal de silicio y 420 kWh/m^2 por silicio multicristalino.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el sur de la región de Los Altos de Jalisco, zona que se caracteriza por su alto nivel de producción agropecuaria, destacándose la producción de avicultura intensa, leche, porcicultura, el maíz para consumo humano y animal, cuenta con 6,667,36 km^2, equivalente al 8,33% de la superficie del estado de Jalisco Comisión Estatal del Agua Jalisco 2012. se encuentra entre los 1680 a los 2100 metros de altitud (sobre el nivel del mar), con un promedio de 1866 metros, con precipitaciones de 753 mm al año (de 553 mm y máxima de 937 mm) con una temperatura media anual de 19,0°C (16,9 a 19,5°C) (Comisión Estatal del Agua Jalisco 2012); edafológicamente se encuentran los característicos suelos rojos de la Región Alteña, luvisol férrico, suelos profundos, fértiles y bien drenados de origen basáltico (INEGI, cartas).

El estudio se desarrolló por un periodo de dos años completos, entre 2013 y 2017, en los que se realizaron visitas y entrevistas con los productores en sus unidades de producción, se revisaron documentos oficiales, encuestas y se aplicaron cuestionarios en una muestra aleatoria de productores. La producción total anual fue contabilizada lo mismo que el consumo de energía eléctrica en kWh tanto para productores que tenían instalados paneles solares o no, el nivel tecnológico, costo de producción, promedio de vacas en producción por establo así como tecnológico en el proceso de ordeña; los productores que instalaron paneles solares durante el proceso se contabilizo todo lo anterior antes y después de la instalación de los mismos.

El cálculo de los costos se utilizó la metodología de costos de producción por insumos (Huerta *et al* 1989, Meléndez *et al* 2004), considerando para el precio promedio de venta por litro de leche, la producción total (litros) y costo total de energía eléctrica en la granja. En la región de Los Altos de Jalisco existen una variedad de sistemas de producción de leche, y nivel tecnológico así como diferentes sistemas de mercadeo de leche, cada cual con su precio de venta por litro.

Se consideró el precio de venta de leche fría del año 2017 que estuvo entre 5,30 a 6,00 pesos/L; y estos varían dependiendo de factores como el lugar de venta de la leche, la grasa, crioscopia, enzima reductasa, sólidos totales o sedimentos presentes. Existen incluso compradores que consideran en el precio final el tipo de ordeñadora que utiliza el productor (ordeñadoras en línea) y se premia dependiendo el tipo de piso en las sala de ordeña (cemento o tierra). Los precios que fueron considerados en el presente estudio fueron de 5.80 pesos por litro de leche fría recogida fría en las instalaciones del rancho, ya que fue el precio más común encontrado en el estudio.

Los precios de venta de la energía eléctrica son variables de acuerdo a las tarifas establecidas por la CFE en México, estos van desde los 0.29 hasta los 13.878 pesos por kwh consumidos, las tarifas se clasifican en 8 regiones y la zona de estudio pertenece a la región central, además los consumidores se clasifican en domestica, comercial, servicios, agrícola, mediana industria y gran industria; el tipo de tarifa para los consumidores pecuarios es la tarifa 9, 9m, 9cu, para esta el rango básico es de 1 a 75kwh y es de 0.789, en el rango intermedio el precio de 76-140 kwh es de 0.951 y los excedentes en el consumo varían de 2.90 a los 13.878 según el consumo.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los productores lecheros considerando el concepto de consumo de energía eléctrica, fueron divididos en dos grandes grupos; primero “los pequeños” productores que presentan consumos menores de 800 kwh al mes y que en su recibo tienen pagos bimestrales en promedio de 1,371 kwh, esto es un consumo de 28.24 kwh/vaca/mes; Pero este consumo varia a lo largo del año, 1364 kwh para enero-febrero, 1410 kwh para marzo-abril, 1401 kwh para mayo-junio, 1426 kwh para julio-agosto, 1357 kwh en septiembre-octubre y finalmente 1267 kwh para noviembre-diciembre; de este consumo se puede deducir que el mayor consumo se presenta en los meses de mayor producción en las praderas y campos alteños julio y agosto que son los meses donde se presentan más lluvias en el año; el menor consumo es para noviembre y diciembre lo que se puede atribuir a los meses de más frio y en donde se necesita menor cantidad de energía para mantener la leche fría en los tanques y/o puede corresponder con los meses de menor producción de leche del año. Y segundo los productores con consumos “altos” con consumos superiores a los 1,500 kWh al mes, poseen un esquema de pago mensual con establos mayores a 100 vacas en ordeña poseen establos promedio de 187.22 vacas, con producción de 27.76 lts/vaca y tienen consumos promedio de 19,768 kwh anuales, esto es 1,480.66 mensuales; Pero este consumo varia a lo largo del año, 1,705 kwh para enero, 1,669 kwh para febrero, 1,351 kwh para marzo, 1,385 kwh para abril, 1,828 kwh para mayo, 1,595 kwh para junio, 1,395 kwh para julio, 1,419 kwh para agosto, 1,969 kwh en septiembre, 1,801 kwh para octubre, 1,664 en noviembre y finalmente 2,005 kwh para diciembre, estos consumos presentan altibajos a lo largo del año los que no se pueden atribuir a algún factor en particular; esto indicaría que los efectos medio ambientales tienen más efecto en los consumos de electricidad sobre los productores pequeños de leche que los grandes.

Los resultados de la suma de todos los productores entrevistados, por tamaño de explotación, arrojó que poseen en promedio 118.61 vacas en ordeña, las que producen un promedio diario de 24.06 litros de leche, con producciones anuales de 1´133,679 litros por establo, para lo cual requieren de 14,346.25 kWh para producir esta leche, cada litro requiere de 0.0282 kWh para ser producido, estos productores tenían o tienen pagos mensuales por consumo de energía eléctrica de 11,374.36, este grupo de productores se dividió en cuatro grupos, los que se presentan en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Tipo de establo, consumo de electricidad total comprada y autogenerada.

Vacas por Establo	Producción Lts/día	Producción Lts/año	Consumo Elect. kWh/año pagado	Producción Elect. kWh/año paneles	Consumo total
33.66	18.32	225,078	9,113	2,418	11,531
52.62	22.68	435,599	14,539	11,886	26,425
108.16	28.26	1´115,660	16,127	11,797	27,922
280.00	26.99	2´758,378	17,606	26,572	44,178

Los ahorros en los costos de la factura eléctrica dependieron de la cantidad de paneles solares instalados, el grupo de mayor cantidad adquirida fueron los grandes productores con promedio de 280 vacas y que promediaban 56 paneles por establo los que alcanzaron producciones de 26,572 kwh al año y que dejaron de emitir 9,19 toneladas de CO2 al ambiente, seguido de los

productores con 108.16 vacas que generaron 11,797 y con ahorros de 8.41 toneladas, seguidos por los de 52.62 vacas, con generación de 26,425 y un ahorro de 7.58 toneladas y finalmente las explotaciones más pequeñas con promedios de 33.66 vacas y una generación de 2418 kwh y un ahorro de CO2 de 1.26 toneladas esto visto desde un punto de vista general; al considerar la productividad de las vacas y medir este ahorro de CO2 por litro de leche producido las más eficientes fueron los grandes productores con 0.003331 gramos de CO2 por litro de leche producido, pero los grupos de 108.16 vacas al ser comparados con el de 52.62 vacas generan casi la misma cantidad de energía eléctrica 11,797 contra 11,886, pero al considerar la productividad de las vacas se tienen prácticamente el doble de las emisiones de los productores de 52.62 vacas con 0.017422 contra 0.005519; siendo los más consumidores de energía eléctrica por litro producido los pequeños con establos promedio de 33.66 vacas y emisiones de 0.021134. De acuerdo a los últimos registros el proceso de producción de energía eléctrica en México produce 0.458 t/MWh de CO_2 al medio ambiente (Rodríguez A.A, 2017), debido principalmente a que se queman combustibles fósiles para su producción, este factor fue el que se considero para el cálculo que se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 2. Estimación de emisiones de CO_2 vs. Uso de paneles solares en producción de leche

Vacas por Establo	No. Panel solar	t/leche/MWh pagado	t/CO_2/MWh/ ahorrado paneles	t/CO_2/MWh/ consumo pagado	Emisiones t/leche/MWh/CO_2
33.66	10	24.698	1.10744	4.17375	0.16899
52.62	38	29.837	5.44378	6.65886	0.22317
108.16	33	69.179	5.40302	7.38616	0.10677
280.00	56	103.800	12.16997	8.06354	0.07768

Para determinar el costo por concepto de energía eléctrica se deben considerar aspectos como: el costo de la energía eléctrica es variable de establo en establo, existen diferentes rangos de precios por consumo mensual, lo que provoca que se tengan diferentes precios por kWh, los que van de; $ 0,93 a los 3,76 por unidad, tamaño y tipo de equipamiento e instalaciones de ordeña establecidos, y cantidad de energía producida por los paneles solares. Los pagos del recibo de la CFE vario de un promedio 5,696.50 para productores pequeños de 38 vacas y con 21.5 paneles solares instalados a pagos de 343 pesos con un ahorro promedio de 233.94 pesos por panel solar; para productores grandes con promedios de 118 vacas y 31.5 paneles solares instalados el pago vario de 16,500 pesos a 10,255 pesos con ahorros promedio de 226.68 pesos por panel solar; el estudio general arrojo ahorros por panel solar promedio de 232.93 pesos por unidad.

El precio de venta del litro de leche no fueron similares entre los grupos de establos, los que variaron entre los 5.30 y 6.00 pesos por litro, pero teniendo un promedio de 5.80 pesos; los productores pequeños con establos de 33.66 vacas y producciones de 225,127 litros obtuvieron ingresos por venta de leche por $1´305,734 pesos, para los establos que promediaron 52.62 vacas y producciones de leche de 390,958 litros obtuvieron ingresos por venta de leche por $2´267´,554, 108.16 vacas y producciones de 1´102,287 litros obtuvieron ingresos por venta de leche por $6´392,266, los de 208 vacas y producciones de 2´192,215 litros obtuvieron ingresos por venta de leche por $ 12´714,848, los de 460 vacas y producciones de 4´177,279 litros obtuvieron ingresos por venta de leche por $ 24´228,218.

Concluyendo que de acuerdo a los datos de producción de los paneles solares estudiados en la zona de Los Altos de Jalisco se encontró que tienen una producción promedio de 0.8050 kwh/día ± 0.2874, lo que representarían 293.825 ± 104.901 anuales; considerando la literatura la producción debe ser de 1.15 kwh día, pero de acuerdo a las estimaciones de (Alsema 2000), un metro cuadrado del tipo de paneles utilizados en la región debe producir anualmente 420 kWh/m^2 , claramente no se alcanzan las estimaciones ofertadas por los vendedores y de lo citado en la literatura, esto se debe en primer lugar al tipo de paneles instalados, ya que de los cuatro tipos principales que se ofertan en el mundo, en esta zona se venden preferentemente los paneles más económicos y por tanto menos eficientes, esto se debe en primer término a la poca información que se tiene de parte de los consumidores sobre la calidad de los diferentes materiales, seguido de falta de mantenimiento de los mismos por parte de los propietarios, la mala orientación y acomodo de los paneles que muchas veces son colocados en las estructuras ya existentes en la explotación y que no siempre corresponden a las recomendaciones técnicas y finalmente por el ambiente de trabajo de los establos lecheros los que por cuestiones de sanidad evitan al máximo la humedad y casi siempre proporcionan alimento en polvo y seco, esto provoca polvo tanto del piso del establo como del alimento que ensucia los paneles y baja en forma indirecta la radiación que llega a los mismos. El costo de los paneles solares es de alrededor de 5,000 pesos por unidad, pero esto es solamente el panel, una vez que se agrega la estructura, instalación, accesorios necesarios, convertidores, cableado etc. el costo total se duplica, rondando los 8,000 pesos por panel y dependiendo de una serie de factores.

Los rangos de producción de leche del estudio de (Wattiaux *et al*. 2012) hechos en la misma zona de estudio arrojaron que es de 22,4 ± 2,4 L en el presente estudio la producción fue de 24,06 ± 5,79 L, cercano a la producción individual de los establos encuestados, pero que también muestra una mejora en la productividad de los establos en los últimos años. En estudios hechos por la Universidad de Wisconsin en el año 2012, reportan que el costo de la electricidad en sistemas familiares es de un 3,35% y para los sistemas especializados del 2,68%, esto puede llegar a representar ahorros del 1.5 al 2.0%. Por otra parte, se puede notar que conforme aumenta en número de animales en las explotaciones lecheras el consumo de energía aumenta, pero se vuelve más eficiente su uso, los costos de la energía electica siguen el mismo comportamiento, y el pago por litro de leche mejora en esa misma proporción. Si el futuro de las explotaciones lecheras dependiera de la eficiencia energética los sistemas que tienen mayor probabilidad de éxito serían los grandes establos ya que estos sistemas generan entre 0.003331 para establos que promedian 280 cabezas y 0.005519 en establos de 108 vacas en producción gramos de CO_2 al medio ambiente por litro de leche producido, por concepto de consumo en el proceso de producción, en comparación con los sistemas semi intensivos que generan de tres a siete veces más CO_2 y esto provocaría que los pequeños productores desaparecieran, dando paso a las grandes ordeñas.

LITERATURA CITADA

Alsema 2000, Energy pay-back time and CO2 emissions of PV systems. Progress in fotovoltaics. Vol. 8, Issue 1. P. 17-25
DOI: 10.1002/(SICI)1099-159X(200001/02)8:1<17::AID-PIP295>3.0.CO;2-C
Alonso G., *et al*. 2011. Nuclear Energy in Mexico as an alternative to reduce CO_2 emissions. Rev. Int. Contam. Ambient. 27(3):271-272.
Anónimo, 2012. Región 03 altos sur. http://www.ceajalisco.gob.mx/reg03.html
Díaz Favela V. 2007. No es broma. Una vaca contaminan más que un auto. Día siete No. 383 *Consultado el día 24 enero 2014. www.**diasiete**.com/xml/pdf/**383**/11VACAS.pdf*

Espinosa O.V., *et al*. 2008. Sustentabilidad económica en la lechería familiar. PANVET. Congreso Panamericano de Veterinaria. Pág. 1907-1917.
FAO. 2010. Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector, A Life Cycle Assessment. www.fao.org/docrep/012/k7930e/k7930e00.pdf. *Consultado el día 24 enero 2012.*
Huerta R.E., *et al.* 1989. Economía zootécnica. Segunda edición. Ed. Limusa. México DF.
INEGI. 1974. Cartas de Cetenal. Tepatitlán F-13-D-57
Martínez B.E. y Salas Q.H. 2002. Globalización y integración regional en la producción y desarrollo tecnológico de la lechería Mexicana. Instituto de Investigaciones Sociales. UNAM. Miguel Ángel Porrúa Grupo Editorial. México.
Meléndez G.J.R., *et al.* 2008. Rentabilidad comparativa en cuatro establos familiares del Estado de Tlaxcala. Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias PANVET. Pág. 1906.
Meléndez, G.J.R. y Alonso-Pesado A. 2012. Costo de producción en tres niveles de producción láctea en establos del altiplano mexicano. Departamento de economía, administración y desarrollo Rural, FMVZ-UNAM. http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgz00g021.pdf. Consultada el 28 junio 2012.
Meléndez G.R. y Loza A.C. 2004. Control. Administración Pecuaria Bovinos. Sistema de Universidad Abierta y Educación a Distancia. FMV-UNAM. México DF Pág. 137-180.
Rodríguez A.A 2017. Implementación del vector del mínimo arrepentimiento para la toma de decisiones en planeación energética. UNAM. México D.F. Pág. 33. http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:1n2Z1IZbucAJ:www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/12966/tesis.pdf%3Fsequence%3D1+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx&client=firefox-b#37 *Consultado el 5 de junio 2017*
Rodríguez G.G. y Chombo M.P. 1998. Los rejuegos de poder: globalización y cadenas agroindustriales de la leche en el Occidente de México. Centro Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
Secretaria de Agricultura y Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 1999-2000. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de ganado bovino en México. http//www.sagarpa.gob.mx. Consultado el 10 de noviembre 2009.
Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2017. Información de las delegaciones de la SAGARPA. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=21&Itemid=330. Consultado el 21 de junio 2017.
Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2017. Información de las delegaciones de la SAGARPA.http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Bolet_Leche_oct-dic_2016.pdf
Vellinga, Th. V., Blonk H., Marinussen M., Van Zeist W. J., De Boer I. J. M. and Stamans D. 2013. Wageningen UR Livestock Research. Report 674. ISSN 1570 – 8616.
Wattiaux M., Blazek J. and JJ Olmos Colmeneros. 2012. Bird´s eye view of the Mexican dairy industry and on the ground assessment of production systems in the highlands (los altos) of Jalisco, México. Babcock Institute Discussion. Paper No. 2012-2. University of Wisconsin-Madison.

EFECTO DE UN ADITIVO FITOGENÉTICO BIODEGRADABLE SOBRE PARAMETROS PRODUCTIVOS EN GALLINAS LEGHORN

Hernández-Anaya Agustín[1],
Ruesga-Gutiérrez Edmundo,
Flores-Hernández Hugo Ernesto
González-Navarro José Luis
ahernandez@cualtos.udg.mx

RESUMEN

El empleo de aditivos fitogenéticos (AF) en el alimento mejora la productividad animal sin dejar residuos en el producto. Se evaluó un (AF) en la producción de huevo en gallinas Leghorn buscando una respuesta positiva. El experimento se llevo a cabo en Tepatitlán Jalisco en un arreglo completamente al azar, se evaluaron 318 gallinas de 115 semanas divididas en dos grupos, a la mitad se incluyó (AF) 150 ppm y testigo. No se presentaron diferencias significativas en producción, mostrando mejores parámetros en forma alternada durante la prueba, la productividad máxima llego la semana 10 con 77.02% (AF) contra 75.58 del testigo; estas diferencias porcentuales se mantuvieron a lo largo de la prueba. Peso huevo promedio 60.52 gr (AF) y el testigo 61.25 gr; la masa de huevo mostro altibajos durante la prueba. El huevo limpio y semi limpio presento una tendencia favorable con (AF). Peso Corporal con (AF) fue 1731.60 gr comparadas con 1743.51 gr testigo, sin existir diferencias significativas (P>0.05), la homogeneidad de la parvada fue 70.62% para (AF) y 59.32% testigo. El consumo promedio (AF) 104.51 y el testigo 100.62; El Índice de Conversión fue 3.56 (AF) y el testigo con 3.30. Concluyendo que la producción fue mayor (AF); masa de huevo no existe diferencia significativa (AF) (P>0.05). La homogeneidad trajo como consecuencia una mayor calidad del huevo, aves más pesadas (AF) lo que explica el aumento en el consumo de alimento, lo que se mantuvo a lo largo de la prueba; el índice de conversión fue mayor para (AF), la inclusión del (AF) redujo el huevo sucio mejorando la calidad y precio de venta en 19 de las 21 semanas, mientras el control presento buena calidad en 5 de 16, la primera y tercer semana de postura la calidad fue Buena con o sin él (AF).

Palabras Clave: Bovans, promotor, nutrición, huevo, productividad.

INTRODUCCIÓN

La producción pecuaria es uno de los pilares fundamentales para la alimentación humana, la producción de huevo para plato ocupa uno de los sitios más importantes, la cantidad de aves ponedoras en el mundo cada día va más en aumento (Poultry Tends, 2012), en el que México es uno de los países líderes con 145´656,000 aves en el 2013; Brasil con 83´303,235; Argentina con 34´000,000 o países con inventarios modestos como Panamá con 1´726,000. Según los datos del SIAP en el 2014 el Estado de Jalisco contaba con 127´895,636 cabezas de aves de postura y carne, mientras que Jalisco población de aves y producción de huevo es deL 55% nacional para el 2016 (UNA, 2017); mantener esta población aviar implica una responsabilidad para mantenerla sostenible conservando la salud del animal, como del producto y el cuidado del medio ambiente. Con el objetivo de mejorar en el sistema productor de huevo se han buscado técnicas o herramientas que contribuyan al desarrollo eficiente de explotaciones avícolas, además de generar conocimiento que impacte la economía positivamente, como por ejemplo el uso de aditivos filogenéticos naturales.

Los diferentes sistemas de producción pecuaria implementan metodologías que tienen la finalidad de conservar saludable a los animales que son utilizados en el proceso de producción, sin menoscabo de la misma (Arechiga *et al*., 2008). En la región Alteña los sistemas predominantes son; la avicultura, porcicultura y ganadería como los principales baluartes en la generación de proteína de origen animal. Cabe señalar que la región Alteña, es reconocida a nivel pecuario debido a sus grandes aportaciones de proteína animal, los cual ha ganado renombre por su producción de huevo para consumo humano, así como para su industrialización. Lo cual se ha logrado al combinar tanto los factores genéticos, conjuntamente con programa de alimentación donde los recursos empleados cubren las necesidades nutricionales de los animales domésticos (Hichem, 2010; Nagel *et al*., 2008). Además, de los sistemas de alimentación implementados en las especies animales productivas, se realizan investigaciones que buscan utilizar ingredientes y aditivos naturales que, a través de su acción, puedan actuar como estimulantes de la productividad en diferentes condiciones (Babu *et al*., 2008; Buchanan *et al*., 2008; Taylor *et al*., 2011; Cullen *et al*., 2005; Czech *et al*., 2009; Griggs y Jacob, 2005; Hanczakowska y Swiatkiewicz, 2007; Hichem, 2010). Ejemplo de ello, son las preparaciones herbáceas que al ser adicionadas al alimento ofrecido al animal tienen un efecto promotor, aunado con aceptación del producto generado por el público consumidor, ya que estos aditivos no dejan residuales.

Algunas investigaciones en este campo han comprobado que ciertos extractos de hierbas, e incluso mezclas de estas, actúan como promotores orgánicos de crecimiento al ser empleados en sistemas intensivos (Czech *et al*., 2009; Dadkhah e Yeganehzad, 2011; Frankič *et al*., 2009; Mitsch *et al*., 2004; Stanley *et al*., 2004), ejemplo de ello son algunos extractos como los de aceites esenciales, romero, yuca, lupo y pimienta sin embargo en gallina de postura son escasos los intentos de incorporación de este tipo de aditivos. Pocos estudios (Citarasu *et al*., 2003; Venketramalingam *et al*., 2007) han reportado el efecto de una mezcla de extractos vegetales como estimulante fitogénico, o fitoestimulante, de la producción animal y estado corporal del animal (Behera *et al.,* 2013). Por ejemplo, los investigadores Enríquez *et al*. (2010), González Silva (2006), Hernández *et al*. (2008), Muñoz-Hernández (2014), Olivo *et al*. (2005), Olmedo Sánchez *et al*. (2009), Ruiz García *et al*. (2011) y Taylor *et al*. (2011) emplearon una mezcla herbolaria como estimulante fitogenético natural en el alimento y reportaron resultados similares e incluso superiores en productividad a lo encontrado con el grupo testigo empleado en sus diferentes estudios. Sin embargo, se carece de información científica del efecto de un extracto aditivo fitogenético en la productividad en gallinas de postura en la región Alteña por estos motivos se tuvo como objetivo determinar si el efecto del (AF) se refleja en gallinas bovans de una edad y fase productiva determinada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevara a cabo en una granja comercial de la zona de Los Altos de Jalisco (Tepatitlán de Morelos), el clima de acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García (1988), se definió como (A)C(w1)(w)(e)g, es decir, es templado sub húmedo con temperaturas media anual del mes más caliente superior a 22°C y una temperatura media anual de 18°C, con menos del 5% de lluvia invernal en relación al promedio anual. En un arreglo completamente al azar se evaluaron 318 gallinas leghorn de 115 semanas divididas en dos grupos, a la mitad se incluyó un aditivo fitogenético a 150 ppm en el alimento elaborado a base de aceites esenciales, romero, yuca, lupo y pimienta y el resto fue el testigo, con un peso promedio de 1.8 kg de peso y alimentadas bajo condiciones comerciales en nichos de 60 x 40 cm y cuatro aves por nicho lo que representa 0.60 metros de espacio por ave, el

alimento se proporcionara *ad libitum* y el agua a libre acceso con bebederos de copa (1 por jaula) cubriendo los requerimientos establecidos por la NRC para aves de esa etapa productiva.

Muestreos, el análisis de las muestras de alimentos se realizó al principio, en medio de la prueba y al final de la misma, los parámetros productivos, la producción de huevo, se registró diariamente dividiendo el número total de huevos entre el número de gallinas. Se pesarán los huevos de forma individual por cada grupo y se obtendrá el promedio, masa de huevo, esta se determinará cada semana. Se calculará multiplicando el peso de huevo por el porcentaje de producción; consumo de alimento, este se determinó semanalmente; conversión alimenticia, esta se obtuvo dividiendo el consumo de alimento entre la masa de huevo; peso corporal, este se evaluó cada 15 días pesando la totalidad de gallinas por grupo. Los datos productivos obtenidos en el presente estudio fueron procesados estadísticamente como un experimento completamente al azar. Se estableció *a priori* un alfa de 0.05 para declarar diferencia estadística y cuando esta existió los promedios se separaron empleando el método de Tukey del paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

No se presentaron diferencias significativas en producción, las aves mostraron mejores parámetros en forma alternada a lo largo de la prueba, la primer semana fue mejor con el (AF), la segunda el control, tercera el (AF) de la cuarta a la séptima el control, de la octava a la catorce el (AF), en la quinceava sin diferencias y el resto para el (AF), la productividad máxima se alcanzo a la semana 10 con el (AF) y con un 77.02% y 75.58 para el testigo, lo que corresponde a los parámetros normales establecidos por las guías de manejo de la estirpe para aves de esa edad; las diferencias promedio de toda la prueba promediaron 0.25% de producción lo que arrojo que no existen diferencias significativas ($P>0.05$), solo en dos semanas los datos pasaron de un dos por ciento de diferencias entre tratamientos. Por su parte el peso del huevo para las aves alimentadas con (AF) fue en promedio de 60.52 gramos con un Coeficiente de variación del 10.01% y una desviación estándar del 6.02; mientras que para el testigo fue de 61.25 gramos el peso de huevo con un Coeficiente de variación del 9.46% y una desviación estándar del 5.79; la masa de huevo fue similar en las primeras dos semanas, fue mayor para (AF) en la tercera, de la cuarta a la sexta fue mayor en el testigo y el resto de la prueba fue mayor para (AF).

Con relación al huevo podemos hacer dos observaciones; primera la producción total de huevo, en esta prueba al igual que en peso se obtuvieron resultados diferenciados y muy parecidos a los obtenidos para peso de ave; las primeras tres semanas fue mejor con el (AF), para la quinta y sexta el control, de la séptima en adelante para el (AF), la productividad máxima se alcanzo a la semana 10 con el (AF). Y segundo el tipo de huevo; dentro de estos existen dos tipos generales el huevo limpio y semi limpio el que presenta una tendencia favorable en la que la producción fue mayor para el (AF) para todo el periodo a excepción de la semana 4 y 5; por su parte el huevo de la clase dos, sucio, roto y blando para las gallinas alimentadas (AF) fue mayor en las semanas 1,3 y 4 y las restantes 18 semanas fue mayor para el control.

Con relación al peso de las gallinas se observo que las aves alimentadas con (AF) tendieron a ser más ligeras 1731.60 gramos comparadas con el testigo 1743.51 gramos pero el resultado arrojo que no existen diferencias significativas ($P>0.05$), sin embargo la homogeneidad de la parvada fue del 70.62% para (AF) y un 59.32% para el testigo. El consumo de alimento fue en

promedio de la prueba para (AF) de 104.51 y para el testigo de 100.62. Por su parte el Índice de Conversión fue de un 3.56 para (AF), mientras que el testigo mostro un 3.30.

Concluyendo que la producción de huevo fue mayor para las aves alimentadas con (AF) lo que de primera vista se traduciría en que el aditivo tiene un efecto favorable, sin embargo los datos de peso de huevo mencionan que los huevos puestos con el (AF) son más ligeros y menos homogéneos lo que se interpretaría como lo contrario, que tiene un efecto negativo; al unir ambos resultados y hacer la comparación en masa de huevo encontramos que no existe diferencia significativa por la adición del aditivo fitogenético.

La homogeneidad en la parvada pudiera traducirse que trajo como consecuencia una mayor calidad del huevo, las gallinas fueron más pesadas en (AF) lo que explica el aumento en el consumo de alimento mostrado, el aumento el peso de las gallinas se mantuvo a lo largo de la prueba y con ello el consumo de alimento; el índice de conversión fue mayor para (AF) que para el testigo, la inclusión del (AF) redujo la cantidad de huevo sucio lo que mejoro la calidad y precio de venta en 19 de las 21 semanas de postura, mientras que el control solo presento Buena calidad en 5 semanas y las 16 restantes fueron de huevo sucio, cabe mencionar que en la primera y tercer semana de postura la calidad fue Buena con o sin él (AF), esta diferencia de precio genero ingresos adicionales con el uso de (AF).

LITERATURA CITADA

Aréchiga, C., Aguilera J., Rincón R.M., Méndez de Lara S., Bañuelos V. y C. Meza-Herrera. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. Tropical Subtropical Agroecosystems. 9:1.

Babu, M.M., Sivaram V., Immanuel G., Citarasu T. y S.M.J. Punitha. 2008. Effects of herbal enriched artemia supplementation over the reproductive performance and larval quality in spent spawners of the tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Turk. J. Fish. Aquac. Sci. 8:301.

Behera, Prakash Chandra, Durga Prasad Tripathy y Subash Chandra Parija. 2013. Shatavari: Potentials for galactagogue in dairy cows. Indian J. Trad. Knowledge. 12:9.

Benchaar, C., Petit H.V., Berthiaume R., Ouellet D.R., Chiquette J. y P.Y. Chouinard. 2007. Effects of essential oils on digestion, ruminal fermentation, rumen microbial populations, milk production, and milk composition in dairy cows fed alfalfa silage or corn silage. J. Dairy Sci. 90:886.

Buchanan, N.P., Hott J.M., Cutlip S.E., Rack A.L. y J.S. Moritz. 2008. The effects of a natural antibiotic alternative and a natural growth promoter feed additive on broiler performance and carcass quality. J. Appl. Poult. Res. 17:202.

Citarasu, T., Ramalingam K.V., Sekar R.R.J., Babu M.M. y M.P. Marian. 2003. Influence of the antibacterial herbs, *Solanum trilobatum andrographis paniculata* and *Psoralea corylifolia* on the survival, growth and bacterial load of *Penaeus monodon* post larvae. Aquac. Int. 11: 581.

Cullen, S.P., Monahan F.J., Callan J.J. y J.V.O. Doherty. 2005. The effect of dietary garlic and rosemary on grower-finisher pig performance and sensory characteristics of pork. Irish J. Agric. Food Res. 44: 57.

Czech, A., Kowalczuk E. y E.R. Grela. 2009. The effect of an herbal extract used in pig fattening on the animals performance and blood components. Ann. Univ. Mariae Curie-Skodowska. 27:25.

Dadkhah, M.A. y M. Yeganehzad. 2011. The effects of extracts of plants (*Medicago sativa*, *Trigonella foenum* and *Carum carvi*) on milk production in dairy cows. Advances in Environmental Biology. 5:3129.

Enríquez Morales, H.E., Olmedo Sánchez J.A., Orozco Hernández J.R. y V.O. Fuentes Hernández. 2010. Respuesta productiva de caprinos al uso de un extracto vegetal en el alimento y agua de bebida. Semana Nacional de Investigación, CUCBA, Universidad de Guadalajara.

Frankič, T., Voljč M., Salobir J. y V. Rezar. 2009. Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. Acta Argic. Slovenica. 94(2): 95-102.

González Silva, L.L. 2006. Utilización de un anabólico natural en ovinos en desarrollo. Tesis. Ingeniero en Sistemas Pecuarios. CUAltos. Universidad de Guadalajara.

Griggs, J.P. y J. Jacob. 2005. Alternatives to antibiotics in organic poultry production. J. Appl. Poult. Res. 14:750.

Grega, T., Sady M. y J. Kraszewski. 2002. Effect of herb mixture supplementation in ratio on milk yield, milk composition and its technological suitability. Biotechnol. Anim. Husbandry. 18(3-4):15-20.

Hanczakowska, E. y M. Swiatkiewicz. 2007. Application of herbs and herbal preparations in pig feeding. Ann. Anim. Sci. 7:13.

Hernandez-AA, Ruesga GE, Olmos, JE y Martínez SJA. 2015. Costos de producción de gallinas de postura en casetas tradicionales en Los Altos de Jalisco. Ponencia congreso SOMAS 2015. Aguascalientes, Ags. México.

Hernández-Ibarra, J.N., Cortes-García G., Ruíz-García I.J., Olmedo Sánchez J.A., Orozco-Hernández J.R. y E.P. Ortiz-Muñoz. 2008. Efecto de un promotor fitogénico del crecimiento y la productividad del ovino. Primer encuentro intercentros de medicina veterinaria. CUALTOS.

Hichem, B.S. 2010. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. Rev. Bras. Zootec. 39 (Suppl. Special):337.

Hosoda, K., Nishida T., Park W.-Y. y B. Eruden. 2005. Influence of *Mentha piperita* L. (peppermint) supplementation on nutrient digestibility and energy metabolism in lactating dairy cows. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 18:1721.

Kraszewski, J., Strzetelski J.A. y B. Niwińska. 2004. Effects of dietary herb supplements for cows on milk yield and technological quality of milk. 55th. Annual Meeting European Federation of Animal Production (EAAP). 5-9 September. Bled, Slovenia. Pág. 220.

Mitsch, P., Zitterl-Eglseer K., Kohler B., Losa R. e I. Zimpernik. 2004. The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broiler chickens. Poult. Sci. 83:669.

Muñoz-Hernández, L.J. 2014. Efecto de un fitoestimulante en la producción de la cabra lechera. Tesis Ingeniero en Sistemas Pecuarios. Centro Universitario de Los Altos, Universidad de Guadalajara.

Nagel, P., Warzinger M., Iñiguez L., Echeverria-Chairez F., Flores-Nájera M.J., Pinos-Rodriguez J.M., Gómez-Ruiz W.J. y W. Zollitsch. 2008. Characterization of two goat production systems in the highlands of México. Novena conferencia internacional sobre cabras. Agosto 31 - Septiembre 5. Querétaro, México. Pág. 128.

Nurdin, E., Amelia T. y M. Makin. 2011. The effects of herbs on milk yield and milk quality of mastitis dairy cow. J. Indonesian Trop. Anim. Agric. 36:104-108.

Olivo, C.J., Beck L.I., Gabbi A.M., Charão P.S., Sobczak M.F., Gomes-Uberty L.F., Dürr J.W. y R. Araújo Jr. 2005. Composition and somatic cell count of milk in conventional and agro-ecological farms: A comparative study in Depressão Central, Rio Grande do Sul state, Brazil. Livest. Res. Rural Dev. Vol. 17 (6). http://www.lrrd.org/lrrd17/6/oliv17072.htm. Consultado el 20 de mayo 2014.

Olmedo-Sánchez, J.A., Curiel Flores A. y J.R. Orozco-Hernández. 2009. The effect of an herbal growth promoter feed additive on shrimp performance. Res. J. Biol. Sci. 4:1022.

Poultry International. 2012. The companies at the top of the industry. P. Ind. Oct p.4-11.

http://www.poultrytrends.com/2012/Default/17/0#&pageSet=17&contentItem=0

Ruíz-García, I.J., Orozco-Hernández J.R., Hernández-Ibarra J.N., Ortiz-Muñoz E.P., Cortés-García G. y J.A. Olmedo Sánchez. 2011. Effect of an herbal growth enhancer feed additive on lamb performance. J. Anim. Vet. Adv. 10:332.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SAGARPA). 2015. Panorama de la lechería en México. http://www.siap.gob.mx/estudios-2/. Consultado el 10 de enero 2016.

SIAP. 2017. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Reportes. Tomada el día 20 de junio de 2017 de la página web:

http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceEdo.jsp

Stanley, V.G., Gray C., Daley M., Krueger W.F. y A.E. Sefton. 2004. An alternative to antibiotic-based drugs in feed for enhancing performance of broilers grown on *Eimeria* sp. infected litter. Poult. Sci. 83:39.

Taylor-Preciado, A., Orozco-Hernández J.R., Contreras-Carranza A., Carranza de la Mora V. y G. Rocha Chávez. 2011. Use of an herbal galactogogue on milk quality and yield. Asian J. Anim. Vet. Adv. 6:297.

Unión Nacional Avícola UNA. 2017. Indicadores Económicos. Compendio de indicadores económicos. Graficas. Tomado el día 20 de junio de 2017de la página web:

http://www.una.org.mx/index.php/component/content/article/2-uncategorised/19-indicadores-economicos

Venketramalingam, K., Christopher J.G. y T. Citarasu. 2007. *Zingiber officinalis* an herbal appetizer in the tiger shrimp *Penaeus monodon* (Fabricius) larviculture. Aquac. Nutr. 13: 439.

COMPORTAMIENTO Y USO DEL HÁBITAT DE DOS RAZAS DE GALLINAS EN UN SISTEMA CAMPERO

Mónica de la Cruz Vargas Mendoza[97],
Xicotencatl Cruz del Ángel[1]
Lucero Medinilla Salinas[1]

RESUMEN

Los sistemas de libre pecoreo tienen como diferencia estructural, respecto a los sistemas de confinamiento, la provisión de espacios que brinden a las gallinas la posibilidad de realizar movimientos y comportamientos con mayor similitud a los inherentes a su especie. Se investigó el comportamiento y uso del hábitat de una parvada mixta de gallinas ponedoras Black Leghorn (BLH) (41%) y Red Rhode Island (RRI) (59%), bajo un sistema de libre pecoreo, en condiciones del clima cálido subhúmedo de Veracruz, México. La parvada bajo estudio dispuso de una hectárea de huerta de mangos como área de pecoreo y una caseta de resguardo. El estudio se realizó durante julio de 2015, monitoreando el comportamiento, actividades y localización de las gallinas cada 15 minutos, en horario de 8:00 – 17:00 horas, mediante la técnica del escaneo visual. Todas las gallinas fueron medidas y pesadas para comparar su morfometría mediante pruebas de t de Student. El comportamiento y el uso del hábitat fue analizado mediante pruebas de Chi-cuadrada. No se encontraron diferencias significativas entre razas en ninguna de las 18 variables morfométricas consideradas, pero sí en el uso del hábitat y la frecuencia de actividades diarias ($p < 0.0001$). Las gallinas RRI utilizaron con mayor frecuencia las áreas cercanas al gallinero en distancias menores a 10 m, mientras que las BLH fueron más frecuentes en distancias de 20-40 m. Las gallinas BLH dedicaron 27 % del tiempo en actividades de pecoreo (explorar, rascar, y picar), mientras que las RRI dedicaron 23 % a esas mismas actividades. Los resultados indican que las gallinas BLH presentaron comportamientos asociados con un mayor uso y aprovechamiento del hábitat para el pecoreo.

Palabras clave: huevo ecológico, gallinas libres, avicultura alternativa, avicultura tropical

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el interés público por el bienestar animal y el cuidado del ambiente ha ido en aumento y las producciones avícolas no han sido la excepción. El incremento en la demanda de productos que garanticen producciones amigables con el ambiente y comprometidas con un mayor bienestar animal, ha promovido el aumento de las producciones camperas o de libre pecoreo. Sus productos se comercializan como huevo de gallinas libres y carne de pollos camperos, y son percibidos por el público como más naturales, de mayor sabor y más sanos (Abouelezz et al 2012). Los sistemas camperos tienen como mayor diferencia estructural, respecto a los sistemas de confinamiento, la eliminación de las jaulas y la provisión de espacios al aire libre que brinden a las gallinas, garantizando un mínimo de 4 m^2 de espacio de pecoreo por ave (Fanatico, 2006). Respecto de los sistemas tradicionales de libertad, los camperos se diferencian en la provisión de una caseta de resguardo nocturno y en la provisión regular de alimentos concentrados que suelen estar ausentes en los primeros.

Una de las finalidades de los sistemas camperos es elevar el bienestar de las aves a través del cuidado de las cinco libertades: libertad de hambre, libertad de sed, libertad de enfermedades, libertad del dolor, miedo y estrés y libertad para la exhibición de sus comportamientos naturales.

[97] Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, mvargas@colpos.mx

Algunas de las ventajas del sistema campero son: 1) permite a las aves complementar su alimentación con aquellos insectos, lombrices, larvas, hierbas y semillas que ellas puedan obtener de las áreas de pecoreo; 2) permite la expresión de una mayor gama de comportamientos naturales, y 3) reduce el estrés y los problemas de agresividad y deterioro de salud asociados a este factor (Fanatico, 2006). Su principal desventaja es una mayor dificultad que en los sistemas convencionales para mantener a las aves libres de enfermedades, parásitos y depredadores. Además, uno de los rubros en que los sistemas camperos han sido extensamente criticados, es que en muchos casos las aves no hacen un uso efectivo y eficiente del área disponible (Pettersson et al., 2016) tendiendo a quedarse dentro de las casas, o bien muy cerca de éstas, por lo que el estudio de los factores que promueven un uso más eficiente del hábitat resulta importante.

Se sabe que en producciones de climas templados el uso del hábitat por las gallinas es afectado por elementos climáticos (Hegelund et al., 2005) y por factores estructurales del hábitat como tipo de vegetación (Breitsameter et al., 2014), abundancia de cobertura o sombra (Zeltner y Hirt, 2008), complejidad del hábitat (Rodríguez-Aurrekoetxea et al., 2014), disposición de las fuentes de alimento y agua (Dawkins et al., 2003), y la genética (Castelini, et al 2016). Sin embargo, son escasos los estudios sobre sistemas aves en libre pecoreo en ambientes tropicales que fundamenten las decisiones de manejo. Por lo cual se planteó la presente investigación con el objetivo de describir y comparar el comportamiento y uso del hábitat de una parvada mixta de gallinas ponedoras Black Leghorn (BLH) y Red Rhode Island (RRI) bajo un sistema de libre pecoreo, en condiciones del clima cálido subhúmedo de Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio y descripción de la parvada

En julio de 2015 se observó, por tres semanas consecutivas, el comportamiento de una parvada de una productora cooperante de la localidad Tierra Colorada, Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México. La parvada de 33 gallinas, estuvo compuesta por una mezcla de las razas Black Leghorn (39%) y Red Rhode Island (61%). La parvada dispuso de una caseta para pernoctar, nidos de postura, comederos, bebederos, y un terreno con una huerta de mango en forma de L, de una Ha para el libre pecoreo. El clima en la región es del tipo Aw_1(w)(i')g que es un cálido subhúmedo con lluvias en verano (Velázquez et al. 2012).

Todas las gallinas de la parvada fueron medidas en 18 variables morfométricas: ancho de la cresta, ancho de orejillas, anchura de la cabeza, circunferencia de caña, circunferencia de pierna, diámetro dorsal, diámetro dorso esternal, longitud de barbillas, longitud de caña, longitud de cabeza, longitud de cresta, longitud de cuello, longitud de pico, longitud de muslo, longitud de pierna, perímetro abdominal, perímetro torácico y peso vivo. Para ello se utilizó una balanza digital y cinta métrica. Se obtuvo la media aritmética y la desviación estándar de cada variable por raza.

Uso del hábitat y comportamiento

Se observó el comportamiento de las gallinas de la parvada utilizando la técnica del escaneo (Abouelezz *et al*., 2014), registrando la actividad observada en cada gallina, a intervalos de 15 min, en horario de 8:00 – 17:00. En cada escaneo se ubicó la posición de cada gallina en el hábitat; esto se facilitó marcando el terreno de pecoreo en secciones y clasificando estas

según su distancia a la caseta de resguardo de los animales. El monitoreo se llevó a cabo con la ayuda de un dispositivo de grabación de audio.

Análisis estadístico

Se realizaron comparaciones de medias de las variables morfométricas de las dos razas utilizando una prueba de t de Student, con dos colas. Mediante cuadros de contingencia y el estadístico Chi-cuadrada, se probaron las hipótesis de independencia entre las variables raza y frecuencia de actividades, y entre raza y ubicación en el hábitat. Lo anterior para probar si existieron diferencias significativas entre las razas respecto al uso del hábitat y la frecuencia de sus actividades. Todos los cálculos fueron realizados en Excel 2013.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No hubo diferencias significativas entre razas para ninguna de las variables morfométricas (Cuadro 1), por lo que podemos decir que el tamaño y peso de las gallinas BLH y RRI fueron similares entre sí, diferenciándose principalmente en el color negro para BLH y rojo para RRI.

Cuadro 1. Promedios y desviaciones estándar de variables morfométricas por raza (BLH= Black Leghorn, RRI=Red Rhode Island). No hubo diferencias significativas entre razas en ninguna de las variables.

	BLH		RRI	
VARIABLE MORFOMÉTRICA	Media	(DE)	Media	(DE)
Ancho de la cresta (mm)	3.08	(0.64)	3.33	(0.90)
Ancho de orejillas (cm)	1.73	(0.48)	1.77	(0.42)
Anchura de la cabeza (cm)	3.00	(0.20)	3.07	(0.19)
Circunferencia de caña (cm)	4.92	(0.57)	4.60	(0.57)
Circunferencia de pierna (cm)	12.54	(1.27)	12.40	(1.50)
Diámetro dorsal (cm)	23.71	(1.09)	24.20	(1.93)
Diámetro dorso esternal (cm)	13.54	(1.65)	14.00	(1.60)
Longitud de barbillas (cm)	3.27	(0.73)	2.91	(0.73)
Longitud de caña (cm)	7.54	(0.75	7.40	(0.74)
Longitud de la cabeza (cm)	7.08	(0.64)	7.11	(0.55)
Longitud de la cresta (cm)	5.11	(1.06)	4.59	(0.87)
Longitud del cuello (cm)	10.42	(1.32)	10.80	(1.61)
Longitud del pico (cm)	3.42	(0.34)	3.59	(0.34)
Longitud muslo (cm)	14.23	(1.69)	13.57	(1.08)
Longitud pierna (cm)	14.27	(0.97)	13.93	(1.33)
Perímetro abdominal (cm)	38.15	(2.79)	38.80	(2.48)
Perímetro torácico (cm)	37.85	(1.91)	36.87	(2.36)
Peso (g)	1763.85	(161.0)	1799.47	(253.0)

Los valores morfométricos de la parvada en estudio tuvieron similitud con lo reportado por Jáuregui et al. (2013), pero difieren de los de Lázaro et al. (2012), que fueron de menor peso corporal.

Uso del hábitat y comportamiento

Se registraron un total de 17 601 acciones de comportamiento de los animales bajo observación. A partir de su análisis mediante cuadros de contingencia fue posible determinar que el uso del hábitat, clasificado a partir de la distancia a la caseta de resguardo no es independiente de la raza (Chi^2= 97.4355, p<0.0001). En la Figura 1 se muestra la frecuencia de registros de cada raza utilizando el hábitat a distintas distancias de la caseta de resguardo, así como la frecuencia esperada bajo la hipótesis de independencia entre raza y uso del hábitat.

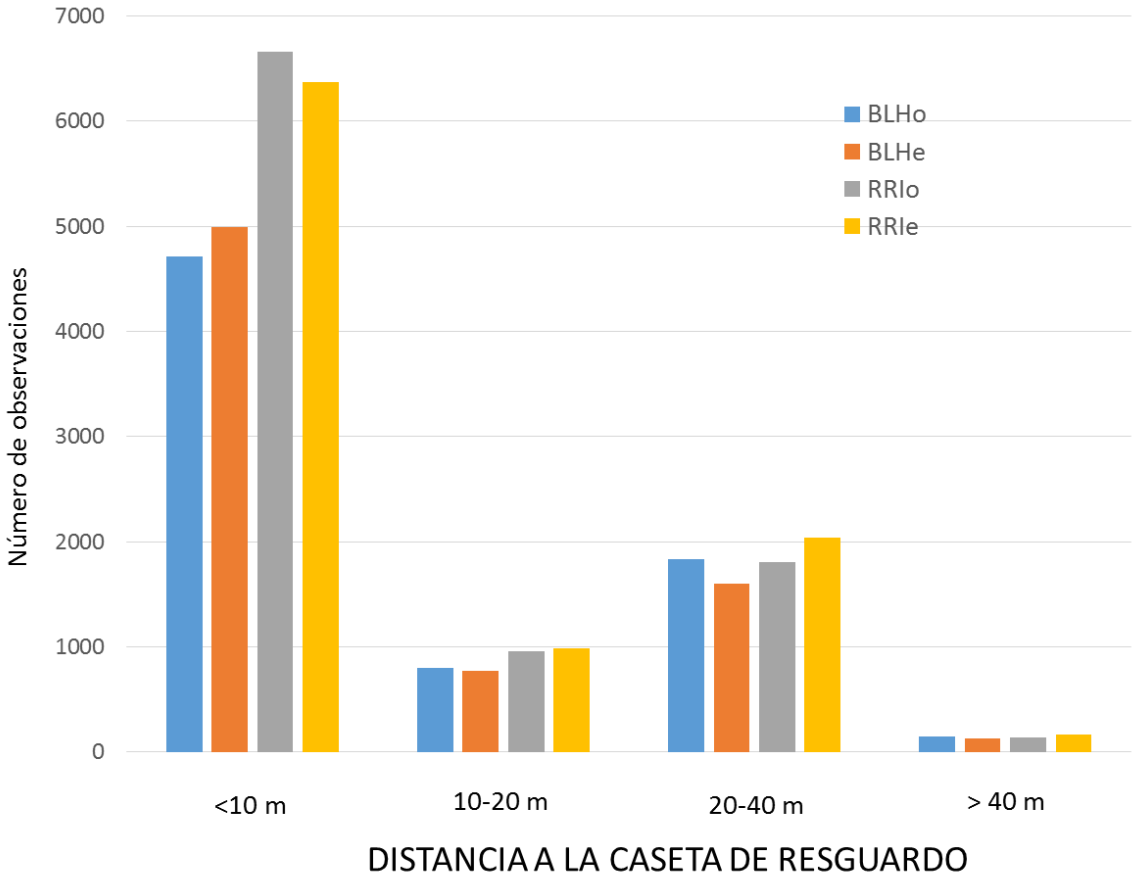


Figura 3. Uso del hábitat por las razas BLH y RRI observado (BLHo y RRIo, respectivamente) y esperado (BLHe y RRIe, respectivamente) bajo la hipótesis de independencia entre uso del hábitat y raza.

Se aprecia que el uso del hábitat, disminuyó conforme la distancia a la caseta de resguardo se incrementó, con diferencias de respuesta entre las razas. Las BLH tuvieron menores frecuencias observadas que las esperadas en distancias <10 m, y mayores frecuencias observadas que las esperadas en distancias de 20-40 m; el patrón opuesto fue observado en las RRI (Fig.1). Por lo que se deduce que las RRI utilizan con mayor frecuencia las áreas cercanas al gallinero y que las BLH se aventuran un poco más lejos. Similar a Hegelund et al. (2005) que mencionan que el 7-38 % de un grupo de gallinas que usan el área de pecoreo se quedó cerca del gallinero y que el 40% pasó más tiempo cerca del gallinero a una distancia de

0-5 m. También hay similitud con Abouelezz et al. (2014) donde coincide que las gallinas pasan con mayor frecuencia cerca del gallinero.

En relación a la frecuencia de las actividades desempeñadas por las dos razas, la prueba de Chi-cuadrada indicó que las frecuencias de actividades dependen de la raza (Chi2 = 113.7035, P < 0.0001. En la figura 2 se observa que las cinco actividades más frecuentes en las BLH son acicalamiento (15.57 %), puesta (12.67%), estar parada (11.50%), picar (11.44) y comer (11.04 %), mientras que las RRI destinan más tiempo a la puesta (14.16%), seguido de acicalamiento (13.43 %), estar parada (13.03 %), comer (12.35 %) y estar sentada (9.65%).

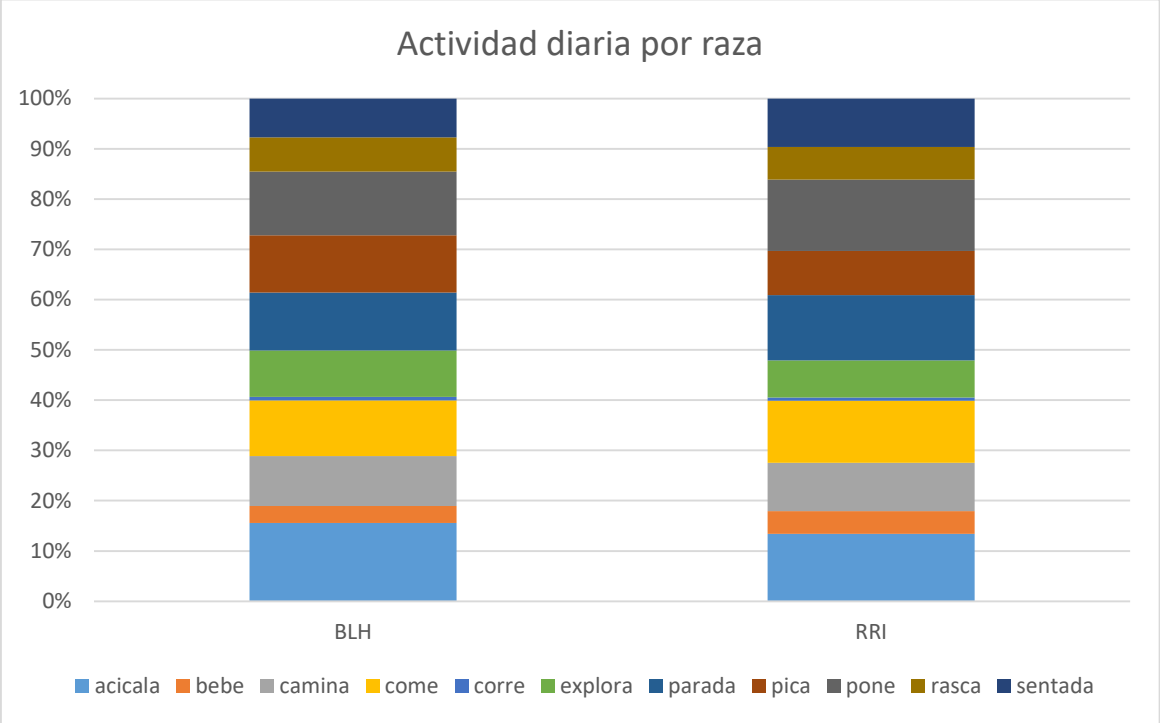


Figura 2. Porcentaje de las actividades diarias de BLH y RRI en la época de verano a libre pecoreo.

Las BLH dedicaron 27.44% del tiempo en las actividades que en conjunto comprenden el pecoreo (explorar, rascar y picar) el cual fue mayor que el 22.65% dedicado por las RRI a las mismas actividades. Las observaciones del presente estudio difieren de las de Abouelezz et al. (2014) con gallinas RRI, donde mencionan que el 5.6% de las gallinas pasó el tiempo en acicalarse y el 12 % en el pecoreo.

CONCLUSIONES

Las gallinas Black Leghorn y Red Rhode Island tuvieron características morfométricas similares, pero difirieron tanto en el uso del hábitat así como en las actividades realizadas con mayor frecuencia. Estos resultados muestran que las BLH presentan comportamientos asociados a un mayor uso y aprovechamiento del hábitat para el pecoreo que puede ser de gran relevancia en los sistemas camperos.

LITERATURA CITADA

Abouelezz, F.M.K., L. Sarmiento-Franco, Santos-Ricalde, R. and F. Solorio-Sánchez (2012). Outdoor egg production using local forages in the tropics. World's Poultry Science Journal 68:679-692.

Abouelezz, F. M. K., L. Sarmiento-Franco, R. Santos-Ricalde, and J. Segura-Correa. 2014. Use of the outdoor range and activities of Red Rhode Island hens grazing on natural vegetation in the tropics. Journal of Agricultural Science and Technology 16:1555-1563.

Breitsameter, L., M. Gaulyb, and J. Isselstein. 2014. Sward botanical composition and sward quality affect the foraging behaviour of free-range laying hens. Applied Animal Behaviour Science 150: 27-36.

Castellini C., C. Mugnai, L. Moscati, S. Mattioli, M. Guarino-Amato, A. Cartoni-Mancinelli and A. Dal Bosco. 2016. Adaptation to organic rearing system of eight different chicken genotypes: behaviour, welfare and performance. Italian Journal of Animal Science 15:1, 37-46.

Dawkins M.S., P. A. Cook, M. J. Whittingham, K. A. Mansell and A. E. Harper. 2003. What makes free-range broiler chickens range? In situ measurement of habitat preference. Animal Behaviour 66: 151–160.

Fanatico, A. 2006. Alternative poultry production systems and outdoor access. A publication of ATTRA- National Sustainable Agriculture Information Service. Disponible en: http://www.attra.ncat.org/attra-pub/pdf/poultry_access.pdf

Hegelund, L., J. T. Sorensen, J. B. Kjaer and I. S. Kristensen. 2005. Use of the range area in organic egg production systems: effect of climatic factors, flock size, age and artificial cover. British Poultry Science 46:1-8.

Jáuregui, R., H. Flores, L. Vásquez y M. J. Oliva. 2015. Caracterización morfométrica de la gallina de cuello desnudo (*Gallus domesticus nudicollis*) en la región de ch'ortí de Chiquimula, Guatemala. Ciencia Tecnologia y Salud 2(1): 5-12.

Lázaro, G. C., Z. J. S. Hernández, L. S. Vargas, L. A. Martínez, y A. R. Pérez. 2012. Uso de caracteres morfométricos en la clasificación de gallinas locales. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal 2: 109-114.

Pettersson, I. C., R. Freire and C. J. Nicol. 2016. Factors affecting ranging behaviour in commercial free-range hens. World's Poultry Science Journal 72: 137-149.

Rodríguez-Aurrekoetxea, A., E. H. Leone and I. Estevez. 2014. Environmental complexity and use of space in slow growing free range chickens. Applied Animal Behaviour Science 161: 86-94.

Velázquez, R. A., R. L. M. Martínez y G. F. M. Carrillo. 2012. Caracterización climática para la región de Bahía de Banderas mediante el sistema de Köppen, modificado por García, técnicas de sistemas de información geográfica. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía UNAM 79: 7-19.

Zeltner, E. and H. Hirt. 2008. Factors involved in the improvement of the use of hen runs. Applied Animal Behaviour Science 114: 395–408.

ÁRBOLES CON POTENCIAL FORRAJERO Y CONOCIMIENTO TRADICIONAL DE PRODUCTORES GANADEROS DEL MUNICIPIO PINOTEPA NACIONAL, OAXACA

Adolfo Silva-Mejía[98]
Pedro Cisneros-Saguilán [1]

RESUMEN

La actividad de la ganadería bovina es considerada en el sector primario y tiene gran relevancia en el contexto socioeconómico de México. Sin embargo, en los últimos años los cambios globales han perjudicado su desarrollo. Un aspecto importante a contrarrestar ha sido la deficiente la alimentación y nutrición del ganado en pastoreo, principalmente influenciada por la estacionalidad de las lluvias y su consecuente escasez de forraje. Una alternativa a tal situación es la utilización de los árboles en la alimentación animal que permite el uso del follaje y fruto por los rumiantes en pastoreo, brindando buena nutrición y salud al ganado en potreros donde existen pastos de baja calidad. En este sentido, se realizó esta investigación con el objetivo de caracterizar los árboles con potencial forrajero y el conocimiento tradicional de los ganaderos en el municipio Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca. Para colectar la información se realizó una encuesta a 116 productores seleccionados mediante muestreo aleatorio estratificado; se realizaron recorridos de campo y entrevistas a los productores para que expresaran su conocimiento tradicional respecto al arreglo topológico y uso de las especies arbóreas que conservan en sus ranchos. Para el análisis de la información se empleó el software Statistica v6 y se obtuvo estadística descriptiva e inferencial para la interpretación de los datos. Se identificaron 79 especies arbóreas pertenecientes a 32 familias, de acuerdo a sus características morfológicas y principales usos. Las especies más representativas en los ranchos ganaderos muestreados en la zona de estudio fueron: G. sepium (92%, n=107), seguida de G. ulmifolia (71%, n=82), E. cyclocarpum (51%, n=59) y J. curcas (34%, n= 40). Por el contrario las especies más escasas fueron E. tinifolia (1% n=1), C. odorata (2% n=2) y C. pentandra (3% n=3). Finalmente, nueve especies fueron consideradas por los productores como forrajeras: Pithecellobium dulce, Acacia pennatula, Enterolobium cyclocarpum, Gliricidia sepium, Guazuma ulmifolia, Ceratonia siliqua, Spondias purpurea, Acacia cochliacantha y Parmentiera aculeata.

PALABRAS CLAVE: Sustentabilidad, Psicología social, Actores sociales.

INTRODUCCIÓN

La actividad ganadera tiene gran relevancia en el contexto socioeconómico del país y ha sido sustento para el desarrollo de la industria nacional, proporcionando alimentos, materias primas, divisas, empleo e ingresos, además de utilizar recursos naturales que no tienen cualidades adecuadas para la agricultura u otra actividad productiva. Dentro de la ganadería, la producción de carne bovina es la actividad productiva más practicada en el medio rural, pues se realiza en todas las zonas del país y en condiciones ambientales adversas que no permiten la práctica de otras actividades (Koppel et al., 1999). Sin embargo, la ganadería es una de las principales actividades económicas causantes de la perdida de áreas naturales y de la biodiversidad en el trópico, lo que se atribuye a la deforestación causada para el establecimiento de potreros (Cisneros, 2015).

[98] *Instituto Tecnológico de Pinotepa, Departamento de Ciencias Agropecuarias.* granpeter65@hotmail.com

La utilización de los árboles en la agricultura y la alimentación animal permite a los productores de bajos recursos mantener sus animales alternadamente en áreas agrícolas y agostaderos donde existen pastos de baja calidad y una marcada estacionalidad de las lluvias (Villanueva et al., 2010). Según Palma (2005), el uso del follaje y fruto de los árboles leguminosos consumidos por los rumiantes es una práctica conocida por los productores desde hace siglos. En este contexto, el conocimiento tradicional se concibe como el aprendizaje, razonamiento y percepción que tienen en común los habitantes de una comunidad y que sirve como base para predecir eventos futuros. Este conocimiento incluye no solamente opiniones y pensamientos de las personas acerca de la naturaleza, sino también las habilidades y prácticas de manejo que han aprendido mediante observaciones, experiencias y el acceso y perturbación al medio ambiente para satisfacer sus principales necesidades (León, 2006).

El objetivo de esta investigación fue caracterizar las especies arbóreas en general y aquellas con potencial forrajero en particular, presentes en los ranchos ganaderos del municipio Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca; así también explorar el conocimiento tradicional de los productores ganaderos sobre las especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó de abril a septiembre de 2013 en el municipio Santiago Pinotepa Nacional, localizado en la región Costa del estado de Oaxaca, que se localiza entre los paralelos 16° 06’ y 16° 29’ LN y 97° 57’ y 98° 20’ LO, en un rango de altitud entre 0 y 800 m. El clima que caracteriza al municipio es el cálido (27 ºC) subhúmedo del tipo Aw0 con lluvias en verano (1,237.5 mm de precipitación pluvial media anual). Colinda al Norte con los municipios Santiago Llano Grande, San Sebastián Ixcapa, San Miguel Tlacamama y Pinotepa de Don Luis; al Oeste con Santo Domingo Armenta, San José Estancia Grande y Santa María Cortijos; al Este con Santa María Huazolotitlán y San Andrés Huaxpaltepec; y su colindancia al Sur es con el Océano Pacífico (INEGI, 2014).

Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó como marco muestral el padrón de productores (N=1084) beneficiarios del PROGAN 2012 del municipio de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca (SAGARPA, 2010a). Se consideró en el muestreo como variable asociada el número de bovinos que posee cada productor (δ2 = 846.87) y se utilizó la siguiente ecuación de muestreo aleatorio (Scheaffer et al., 2007):

$$n = \frac{N\delta^2}{\frac{(N-1)B^2}{Z^2_{(0,1)}} + \delta^2}$$

Dónde:

n = Tamaño de muestra
N = Población total
S2 = Varianza del número de bovinos que posee cada productor
Z = Percentil de la distribución normal del estándar (0,1)
B = precisión del estimador

A partir de esto, se obtuvo un tamaño de muestra (n = 116) de ranchos a visitar, distribuidos en el municipio de Pinotepa Nacional, Oaxaca. La selección de productores en cada estrato,

se realizó mediante números aleatorios de la función ALEATORIO.ENTRE del programa Excel® del sistema Windows 7 versión 2010. La muestra de 116 ranchos fue dividida en dos subgrupos, de acuerdo a la clasificación del PROGAN: Estrato “A” que agrupa a productores que poseen un inventario entre cinco y 35 cabezas de ganado registradas en el programa y el Estrato “B” de productores con más de 35 cabezas registradas (SAGARPA, 2010b). Una vez obtenido el tamaño de la muestra, se identificaron las comunidades a visitar, de acuerdo al lugar de residencia del productor.

Colección de datos y análisis de la información

Primeramente se diseñó el cuestionario que consistió en cuatro secciones generales: I) Características socioeconómicas, II) Aspectos técnicos, de organización y productivos en el rancho; III) Limitantes para sembrar y cuidar árboles y IV) Distribución, inventario y uso de los árboles en el rancho. El levantamiento de los datos a través de la encuesta, el recorrido de transectos y la observación directa (Geilfus, 2002), se realizaron exclusivamente en el rancho del productor. Antes de iniciar la encuesta, se realizó una prueba piloto con el fin de evaluar la calidad del cuestionario, la tasa de no respuestas, la varianza de las variables marcadoras y la organización del trabajo de campo. Los datos obtenidos se sistematizaron primeramente en hojas de cálculo del programa Excel® del sistema Windows 7 versión 2010. Posteriormente en el paquete del software Statística v7 (Statsoft Inc, 2003). El análisis se realizó a través de técnicas cuantitativas y cualitativas mediante estadística descriptiva e inferencial. Para efectos de datos comparativos, se clasificaron a los productores participantes en el estudio como Estrato A (aquellos que poseen entre 5 y 35 vientres) y Estrato B (aquellos que poseen más de 35 vientres), de acuerdo a la clasificación original del PROGAN (SAGARPA, 2010b), por lo que en algunos casos se hicieron comparaciones de medias a través de la prueba t de Student; así también se elaboraron algunas gráficas que describen las condiciones agroambientales, socioeconómicas y productivas de la zona de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características del productor y los ranchos

Del total de productores entrevistados (n=116), el 94.2 % son hombres y el 5.8 % restante, mujeres. Estas últimas se dedican a actividades domésticas y agropecuarias en ausencia del hombre. Los resultados obtenidos en el estudio muestran que la edad promedio de los ganaderos es de 57.2 años. La experiencia de los ganaderos promedio es de 22.4 años y cuentan con una escolaridad promedio de 5.1 años. Datos similares encontró Flores (2010) en una muestra de estudio de la región Costa de Oaxaca (n=108): 51.3 años de edad, 24.5 años de experiencia ganadera y 6.5 años de escolaridad.

En el nivel nacional, Leos-Rodríguez *et al*.(2008) reportaron datos similares de una muestra de productores (n=977) del padrón nacional de beneficiarios del PROGAN (55.5 años de edad y 6.4 años de escolaridad), información que generaliza a los productores ganaderos del país. Estos promedios de escolaridad están distantes del promedio nacional (8.9 años) para la población de 15 años y más (INEGI, 2014), lo que se considera una limitante para el desarrollo ganadero, pues está documentado que el grado de escolaridad es un factor clave en los procesos de adopción de tecnología (Hernández-Castro *et al.*, 2008). Respecto a la superficie total de los ranchos ganaderos visitados, el promedio fue de 32.4 ha, sin embargo se observó que en el Estrato B, la superficie aumentó con relación a la antigüedad del productor en la actividad ganadera. Con estos resultados se puede inferir que los productores que tienen mayor cantidad de ganado son aquellos de mayor edad y mayor escolaridad. El número

promedio de dependientes económicos de los ganaderos del área de estudio fue de cuatro personas; se observó también que el promedio de cuatro lo tuvo el Estrato A, pero fue de dos para los del Estrato B, reflejándose así que conforme aumentó el tamaño del hato, el número de dependientes económicos tendió a desaparecer.

El giro principal de las unidades de producción bovina en el municipio Santiago Pinotepa Nacional es mixto, producen tanto ganadería bovina y algún tipo de cultivo (42%, n=49). La ganadería de doble propósito (producción de leche y becerros) se estimó en un 30% (n=35), la producción exclusiva de becerros fueron el 27% (n=31) y sólo el 1% (n=1) fue producción exclusiva de leche en el total de los productores encuestados. Sus unidades de producción están situadas en terrenos con topografía plana (43%), cerros (31%), lomeríos (24%) y en algunos casos combinaciones de estas (2%).

Estructura y función de las especies arbóreas en los potreros de los ranchos

Las especies arbóreas en general se identificaron de acuerdo con el conocimiento tradicional de los productores respecto a su estructura (arreglo topológico) y función (uso económico) en los ranchos estudiados; por ejemplo, si se localizaban dispersas en los potreros o en cercas perimetrales y divisorias. En este contexto, dentro de la muestra de los ranchos analizados, se determinó la existencia de 79 especies arbóreas pertenecientes a 32 familias (Cuadro 1). Estas fueron identificadas con sus respectivos nombres comunes por los productores, de acuerdo con su conocimiento tradicional respecto a sus características morfológicas y principales usos. Se nota en este cuadro que las especies más representativas de la zona de estudio fueron: *G. sepium*, encontrada en el 92% de los ranchos (n=107), seguida de *G. ulmifolia* (71%, n=82), *E. cyclocarpum* (51%, n=59) y *J. curcas* (34%, n= 40). Por el contrario, de las especies más escasas en las unidades de producción, están *E. tinifolia* (1% n=1), *C. odorata,* (2% n=2) y *C. pentandra,* (3% n=3), entre otras.

Una cantidad similar de especies la reportaron Bautista-Tolentino *et al.* (2011), identificando 70 especies arbóreas pertenecientes a 33 familias en 24 unidades de producción agropecuaria de la Zona Centro de Veracruz (Municipio de Paso de Ovejas), con condiciones climáticas similares a nuestra área de estudio. En orden jerárquico, para este estudio las familias más importantes fueron Fabaceae (17 especies), Moraceae (seis especies), Anacardiaceae y Boraginaceae (cuatro especies cada una) y Arecaceae, Meliaceae y Rutaceae (3 especies de cada una). De acuerdo a la altitud de la unidades de producción del municipio Santiago Pinotepa Nacional, se clasificaron tres zonas productivas: Baja (0 - 50 msnm), Media (51 – 200 msnm) y Alta (>200 msnm).

En este sentido y de acuerdo al conocimiento tradicional de los productores, en el Cuadro 2 se presentan las 10 especies arbóreas más mencionadas en cada zona productiva y localizadas dispersas en los potreros de los ranchos estudiados; entre éstas destacan *E. cyclocarpum*, *G. ulmifolia*, *P. pallida* y *G. sepium*. Mientras que las 10 especies arbóreas que destacan por su uso y manejo en las cercas perimetrales fueron: *G. sepium, C. platyloba, J. Curcas, G. ulmifolia, C. dentata Poir, y B. simaruba* (Cuadro 3).

Cuadro 1. Especies arbóreas presentes en los ranchos ganaderos del municipio Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca.

Nombre común	Nombre científico	Familia	n
Aguacate	*Persea americana* Mill.	Lauraceae	1
Algarrobo	*Ceratonia siliqua*	Fabaceae	34
Amate	*Ficus insipida*	Moraceae	2
Anona	*Annona squamosa*	Anonáceas	1
Bocote	*Cordia elaeagnoides*	Boraginaceae	5
Botoncillo	*Conocarpus erectus*	Combretaceae.	1
Brasil	*Haematoxylum brasiletto*	Fabaceae	2
Cacahuananche	*Gliricidia sepium*	Fabaceae	107
Cacalosuchil o Maria	*Plumeria obtusa*	Apocynaceae	1
Campeche	*Caesalpinia platyloba*	Fabaceae	33
Cedro	*Cedrela odorata*	Meliaceae	2
Cedro rojo	*Cedrela odorata*	Meliaceae	1
Ceiba o pochota	*Ceiba pentandra*	Bombacaceae	3
Chilamate	*Ficus citrifolia Mill.*	Moraceae	12
Chipilillo amarillo	*Diphysa carthagenensis*	Fabaceae	12
Chipilillo blaco	*Diphysa carthagenensis*	Fabaceae	10
Ciruela	*Spondias purpurea* L.	Anacardiaceae	36
Copal	*Bursera tomentosa*	Burseraceaes	6
Cotorra	*No identificada*	No identificada	11
Cuachilote	*Parmentiera aculeata* Kunth Seem.	Bignoniaceae	12
Cuailote	*Guazuma ulmifolia* Lam.	Sterculiaceae	82
Cuatololote	*Andira inermis*	fabaceae	31
Cubato o huizache	*Acacia pennatula* Schltdl	Fabaceae	36
Cuerillo	*Ampelocera hottel standl*	Ulmaceae	1
Drago	*Pterocarpus acapulcensis Rose*	Fabaceae	2
Espino blanco	*Acacia cochliacantha*	Fabaceae	31
Ficus	*Ficus benjamina L.*	Moraceae	2
Frailecillo	*Lycania platipus*	Chrysobalanaceae	3
Frutillo	*Ficus padifolia*	moraceaes	10
Guaje	*Leucaena leucocephala*	Mimosaceae	1
Guamuchil	*Pithecellobium dulce*	Fabaceae	36
Guanabo	*Annona muricata L.*	Anonáceas	3
Guapinol	*Hymenaea courbaril*	Fabaceae	2
Guayaba	*Psidium guajava*	Myrtaceae	6
Guayabillo	*Calyptranthes schiedeana O*	Myrtaceae	1
Guayacan	*Caesalpinia paraguariensis*	Fabaceae	1
Higo	*Ficus maxima Mill.*	Moraceae	8
Hojadura	*Coccoloba barbadensis Jacq*	Polygonaceae	8
Hormiguero,Hormiguillo	*Cordia alliodora Ruiz & Pavon Oken*	Boraginaceae	13

Huicon,caca de nene	*Pouteria campechiana Baehni*	Sapotaceae	1

Cuadro 1. Continuación…

Nombre común	Nombre científico	Familia	n
Icaco	*Chrysobalanus icaco*	Chrysobalanaceae	1
Jicaro	*Crescentia alata*	Bignoniaceae	4
Jocotillo	*Luehea candida*	Tiliaceae	1
Limón	*Citrus × limon*	Rutaceae	16
Lluvia de oro	*Cassia fistula L.*	Fabaceae	1
Macahuite	*No identificada*	No identificada	9
Macuil o sillo	*Tabebuia rosea*	Bignoniaceae	19
Mandarina	*Citrus nobilis*	Rutaceae	2
Mango	*Mangifera indica L.*	Anacardiaceae	22
Marañona	*Anacardium occidentale*	Anacardiaceae	2
Moringa	*Moringa oleifera*	Moringaceae	1
Mulato	*Bursera simaruba*	Burseraceas	20
Nanche	*Byrsonima crassifolia*	Malphigiaceae	9
Naranja	*Citrus sinensis*	rutaceas.	2
Neem	*Azadirachta indica*	Meliaceae	13
Palma de coco	*Cocos nucifera*	Arecaceae	15
Palma de coyul	*Acrocomia aculeata*	Arecáceas	1
Palma Real	*Sabal palmetto*	Arecaceae	14
Papaya orejona	*Leucopreuna mexicana*	Caricáceas	1
Parota	*Enterolobium cyclocarpum*	Fabaceae	59
Piñon	*Jatropha curcas*	Euphorbiaceae	40
Pipe	*Erythrina berteroana*	Fabaceae	5
Quebracho	*Lysiloma divaricatum*	Fabaceae	11
Salinero	*Avicennia germinans L.*	Avicenniaceae	1
Samaritan,Ramon	*Brosimum alicastrum*	Moraceae	1
Tabachin	*Delonix regia*	Leguminosae	1
Tamarindo	*Tamarindus indica*	Fabaceae	5
Tecomasuchil	*Cochlospermun vitifolium Willd.*	Cochlospermaceae	1
Tejoruco	*Genipa americana*	Rubiaceae	3
Tepehuaje	*Lysiloma acapulcense*	Fabaceae	18
Tetatia,tetlate,tetatil	*Comocladia engleriana Loes*	Anacardiaceae	7
Tizundo,tuzundo	*Calycophyllum candidissimum*	Rubiaceae	1
Tlachicon	*Curatella americana L.*	Dilleniaceae	2
Toronjil	*Ehretia tinifolia*	Boraginaceae.	1
Zapote cabezón	*Licania platypus Hemls Fritsch*	Chrysobalanaceae	2
Zapote negro	*Diospyros digyna*	Ebenaceae	1
Zazañil	*Cordia dentata Poir*	Boraginaceae	31
Zopilote	*Swietenia humilis Zucc.*	Meliaceae	23

Los usos más comunes de las especies arbóreas caracterizadas fueron: sombra (27), leña (27) y poste (20), seguido de los usos forraje (24), madera (17), comestible (4), artesanal (4) y medicinal (1).

Cuadro 2. Uso común de las especies arbóreas dispersas en los potreros de los ranchos ganaderos del municipio Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca.

Especie	N. Científico	*n*	P	L	M	C	F	A	S
				Zona Baja (0-50 msnm)					
Parota	*E. cyclocarpum*	24	3	4	12	-	18	-	22
Cuailote	*G. ulmifolia*	16	9	9	2	-	3	-	-
Cacahuananche	*G. sepium*	16	16	15	2	-	13	-	13
Algarrobo	*C. siliqua*	15	3	3	2	-	15	-	13
Cuatololote	*inermis*	9	2	2	2	-	1	-	8
Mango	*M. indica*	11	-	4	-	10	5	-	6
Cubato/ huizache	*pennatula*	7	5	4	1	-	6	-	2
Espino blanco	*cochliacantha*	4	-	4	-	-	2	-	2
Palma de coco	*C. nucifera*	13	-	-	7	11	-	6	2
Ciruela	*S. purpurea*	7	4	1	-	5	4	-	2
				Zona Media (51-200 msnm)					
Parota	*E. cyclocarpum*	3	-	1	-	-	5	-	3
Cuailote	*G. ulmifolia*	15	10	9	-	-	16	-	13
Cacahuananche	*G. sepium*	12	11	10	1	-	9	-	10
Algarrobo	*C. siliqua*	6	2	1	-	-	6	-	6
Cuatololote	*A.inermis*	9	-	1	2	-	1	-	9
Mango	*M. indica*	3	-	1	-	3	2	3	-
Cubato/ huizache	*pennatula*	5	5	5	2	-	4	-	2
Espino blanco	cochliacantha	5	1	5	-	-	5	-	2
Palma de coco	C. nucifera	2	-	-	2	2	-	1	1
Ciruela	*S. purpurea*	5	1	1	-	5	-	4	3
				Zona Alta (>200 msnm)					
Parota	*E. cyclocarpum*	10	1	2	5	-	10	-	9
Cuailote	*G. ulmifolia*	13	7	11	-	-	12	-	12
Cacahuananche	*G. sepium*	10	10	9	-	-	9	-	10
Algarrobo	*C. siliqua*	5	1	2	1	-	4	-	5
Cuatololote	*inermis*	5	-	1	1	-	-	-	5
Mango	*M. indica*	8	1	2	-	7	3	-	8
Cubato/huizache	*pennatula*	8	6	7	1	-	8	-	2
Espino blanco	*cochliacantha*	9	6	9	1	-	8	-	2
Palma de coco	*C. nucifera*	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciruela	*S. purpurea*	3	2	1	1	2	3	-	2

Donde P: Poste, L: Leña, M: Madera, C: Comestible, F: Forraje, A: Artesanal y S: Sombra

La distribución de preferencias de especies arbóreas utilizadas para poste, según lo reportado por los productores, fueron principalmente *Gliricidia sepium* (37), *Guazuma ulmifolia Lam.* (26), *Acacia pennatula* (16) y *Acacia cochliacantha* (7). Respecto a uso como leña, mencionaron que las cuatro principales son el *Gliricidia sepium* (34), *Guazuma ulmifolia* (19), *Acacia cochliacantha* (18) y *Acacia pennatula* (16). En tanto que para uso como especies maderables fueron, *Enterolobium cyclocarpum* (17), *Cocos nucifera* (9) y Andira inermis (5).

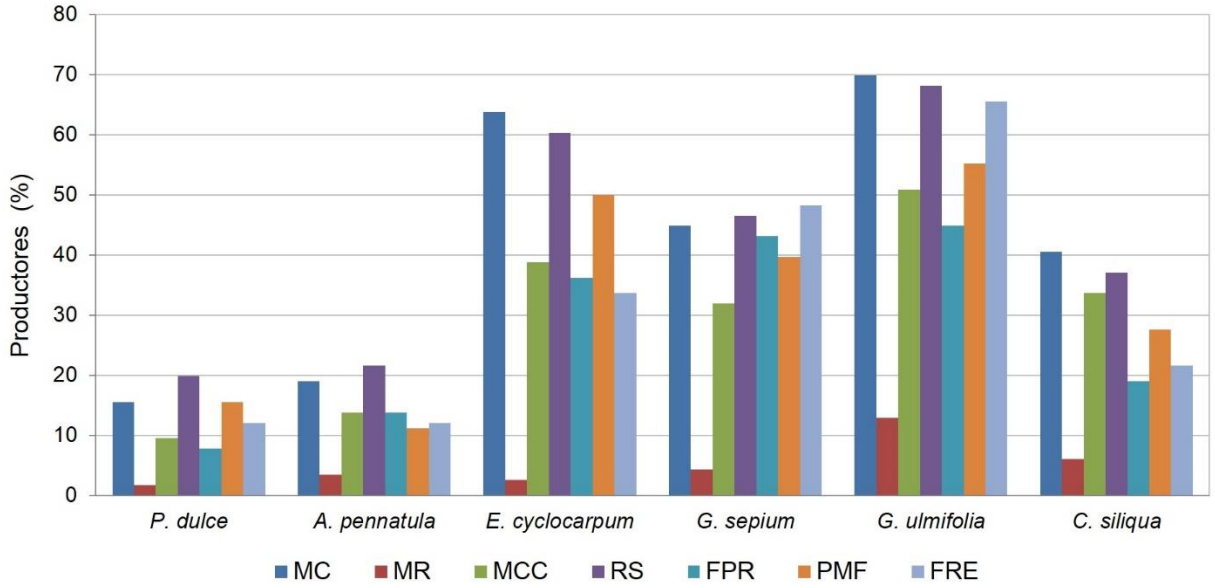
Cuadro 3. Especies arbóreas localizadas en cercas perimetrales de los ranchos y uso común, según los ganaderos del municipio Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca.
P: Poste, L: Leña, M: Madera, C: Comestible, F: Forraje, A: Artesanal y S: Sombra

Especie	N. Científico	n	P	L	M	C	F	A	S
Zona Baja (0-50 msnm)									
Cacahuananche	*G. sepium*	31	31	25	4	-	24	-	21
Piñón	*J. Curcas*	16	16	-	-	-	-	-	1
Cuailote	*G. ulmifolia Lam.*	16	12	11	-	-	13	-	13
Campeche	*C. platyloba*	18	17	8	11	-	2	-	3
Zazañil	*C. dentata Poir*	21	21	12	5	-	10	-	14
Ciruela	*S. purpurea*	11	6	-	-	18	7	-	5
Guamúchil	*P. dulce*	16	10	9	-	6	9	-	15
Cubato/huizache	*A. pennatula*	3	3	3	-	-	2	-	1
Mulato	*B. simaruba*	5	5	-	-	-	-	-	3
Espino blanco	*A. cochliacantha*	6	3	5	1	-	3	-	3
Zona Media (51-200 msnm)									
Cacahuananche	*G. sepium*	17	17	-	-	-	15	15	17
Piñón	*J. Curcas*	10	-	-	-	-	-	1	10
Cuailote	*G. ulmifolia Lam.*	5	6	1	-	-	7	-	8
Campeche	*C. platyloba*	8	5	3	2	-	-	-	2
Zazañil	*C. dentata Poir*	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciruela	*S. purpurea*	3	2	1	-	3	3	-	2
Guamuchil	*P. dulce*	2	1	1	-	1	2	-	2
Cubato/huizache	*A. pennatula*	7	6	6	-	-	7	-	3
Mulato	*B. simaruba*	6	6	1	-	-	-	-	1
Espino blanco	*A. cochliacantha*	4	2	4	-	-	3	-	-
Zona Alta (>200 msnm)									
Cacahuananche	*G. sepium*	15	15	13	-	-	11	-	11
Piñón	*J. Curcas*	9	9	-	-	-	-	-	6
Cuailote	*G. ulmifolia Lam.*	9	8	5	-	-	8	-	8
Campeche	*C. platyloba*	5	4	2	2	-	-	-	3
Zazañil	*C. dentata Poir*	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciruela	*S. purpurea*	6	6	-	-	5	3	-	2
Guamúchil	*P. dulce*	2	1	-	-	2	2	-	2
Cubato/huizache	*A. pennatula*	5	5	4	-	-	5	-	1
Mulato	*B. simaruba*	4	4	-	-	-	-	-	3
Espino blanco	*A. cochliacantha*	3	3	3	-	-	3	-	-

Especies arbóreas con potencial forrajero identificadas en el área de estudio

Durante el recorrido de campo y a través de la entrevista con los productores, se logró identificar cierta cantidad de especies arbóreas con potencial forrajero que los productores con su conocimiento tradicional le atribuyen ciertos beneficios para sus hatos ganaderos, dado que a

través del tiempo han observado que son consumidas por el ganado y les mantienen buena condición corporal. De estas especies, se reconocieron seis con mayores atributos (Figura 1), destacando *G. ulmifolia*, *E. ciclocarpum* y *G. sepium* porque según reportaron los productores, son muy consumidas por el ganado, resisten la sequía, rebrotan fácilmente y producen mucho fruto. Estas especies sobresalientes han sido de las más reportadas en otros estudios, que las han caracterizado como forrajeras por su alta calidad nutritiva(Palma, 2005; Jiménez-Ferrer *et al.*, 2008).



MC: Muy consumida, MR: Mejora la reproducción, MCC: Mantiene la condición corporal. RS: Resiste la sequía, FPR: Fácil propagación, PMF: Produce muchos frutos, FRE: Fácil rebrote.

Figura 1. Especies arbóreas con potencial forrajero de acuerdo a sus atributos, caracterizadas por los ganaderos del municipio Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca.

Otras especies referidas como forrajeras fueron *S. purpurea*, *A. cochliacantha* y *P. aculeata*; sin embargo, no tuvieron mucha mención respecto a los atributos establecidos en esta investigación. Lo anterior posiblemente se debió a que estas tres especies sólo se encontraron en cierto número de ranchos y sólo algunos productores entrevistados que los tenían y daban uso, los mencionaron; es decir, estas especies no son tan comunes en toda la zona de estudio. Por ejemplo, el *P. aculeata*, se encontró más en la zona baja, mientras que *S. purpurea* y *A. cochliacantha* se localizaban más en zonas media y alta.

CONCLUSIONES

Las especies más importantes encontradas en estos ranchos fueron: por su abundancia G.sepium, G. ulmifolia, E. cyclocarpum, J. curcas y A. pennatula, en tanto por los usos económicos: G. sepium, G. ulmifolia Lam, A. pennatula y A. cochliacantha. Estas y otras especies se encuentran asociadas a los pastos ocupando distintos espacios en la misma unidad de suelo, así también en su cerca perimetral. Su presencia es reflejo de la importancia económica asignada por los productores, aunque son poco manejadas, lo que limita la expresión total de su potencial productivo. Las especies arbóreas identificadas de acuerdo al conocimiento tradicional de los productores, son las más conocidas y adaptables a la topografía y clima donde se ubican las

unidades de producción, así como también de mucha importancia son las especies con potencial forrajero que mencionan de acuerdo al reconocimiento de usos, beneficios y arreglos topológicos en sus ranchos, que le atribuyen una mejora de su actividad ganadera.

LITERATURA CITADA

Cisneros-Saguilán, P., F. Gallardo-López, S. López-Ortiz, R. O. Ruiz, J. G. Herrera-Haro y E. Hernández-Castro. 2015. Current Epistemological Perceptions of Sustainability and Its Application in the Study and Practice of Cattle Production: A Review. Agroecology and Sustainable Food Systems 39 (8):885-906.

FAOSTAT. 2014. Base de datos sobre ganadería a nivel mundial, por región y país. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO).

INEGI. 2014. Anuario estadístico y geográfico de Oaxaca 2013. Instituto Nacional de Estadística y Geográfica (México). Aguascalientes, Aguascalientes. p. 1254.

Palma, J. M. 2005. Los árboles en la ganadería del trópico seco. Avances en Investigación Agropecuaria 9 (1):1-11.

Scheaffer, R. L., W. Mendenhall y L. Ott. 2007. Elementos del muestreo. Thomsom editores. Editorial Paraninfo, S.A. Madrid, españa.

Statsoft Inc. 2003. STATISTICA. Statsoft. Inc. Raleigh, N.C. p. Data Analysis Software System.

Villanueva, C., M. Ibrahim y G. Haensel. 2010. Producción y rentabilidad de sistemas silvopastoriles: Estudios de caso en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 78 pp.

SUSTENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE DERIVADOS ARTESANALES DE LECHE DE VACA, EN COSOLTEPEC, OAXACA

Ramón Soriano-Robles[1],
Ladislao Arias-Margarito[1],
Valentín Espinoza-Ortiz[2],
Luis Brunnet-Pérez[3]
Isaac Almaraz-Buendia[4]

RESUMEN

Se caracterizó el sistema de producción bovino y de producción de derivados lácteos de Cosoltepec, una comunidad mixteca del estado de Oaxaca. El sistema de producción fue de doble propósito, de montaña y ubicado en una zona semiárida del país con 400 a 600 mm de precipitación anual. El sistema fue de producción en montaña dependiente de un agotadero natural compuesto de una gran diversidad de pastos y acacias. La producción de lácteos fue totalmente artesanal y su sustentabilidad estuvo sujeta al régimen de lluvias, orientación coyuntural del mercado (carne o leche), factores puntuales (regreso a clases) y sobre todo a la edad de las productoras.

INTRODUCCIÓN

Los quesos artesanales de México constituyen un patrimonio intangible en proceso de valoración. Actualmente, han sido catalogados algunos de los quesos más relevantes del país y también de los más consumidos, como el Cotija, de cincho, adobera, Oaxaca, de Pijijiapan, etc, etc. A pesar de esto, existen aún variedades y tipos de queso y productos lácteos sin reportar y caracterizar. Aunado a esto, y haciendo énfasis en los quesos que pueden desaparecer, se hace un análisis de los factores que interviene en la sustentabilidad de la producción de un tipo de queso de la comunidad Mixteca de Cosoltepec, Oaxaca. Este trabajo tiene como objetivo caracterizar la producción de queso y derivados lácteos de Cosoltepec, Oaxaca, un municipio de la Mixteca Baja Oaxaqueña, así como analizar los factores que intervienen en la sustentabilidad de su producción.

Materiales y Métodos.

Localización y características de la zona de estudio

El municipio de Cosoltepec, está situado en la zona de la Mixteca Baja, Oaxaqueña, localizada, a 18º 08´ N y 97º 45´ W. El clima es semiárido con matorral xerófilo de gran biodiversidad en plantas de uso medicinal, forrajero, cactáceas y plantas ornamentales (Cervantes, 2002). La temperatura media anual oscila entre los 25° y 30°C. La altura máxima a nivel del mar es de 1825 metros, la precipitación pluvial es escasa y errática, varía entre 300 y 400 mm anuales, distribuidos entre junio y septiembre (Vidal, 2005). Los suelos son de origen residual, formados a partir de rocas calizas que conforman topoformas de sierras, con materia orgánica pobre y alta cantidad de carbonato de calcio (OEIDRUS, 2006; Martínez, 1994).

Se aplicaron entrevistas informales a 10 productoras de lácteos del municipio de Cosoltepc, con la intención de conocer la forma en que producían el queso de Cosoltepec así como algunas características del sistema de producción bovino. Durante las entrevistas también se obtuvo información de la producción de otros lácteos tales como mantequilla, requesón y suero. La información se detalla a manera de narrativa dada la cantidad reducida de entrevistas, sin embargo, esta refleja una forma homogénea, salvo leves matices, el cómo las pobladoras de Cosoltepec elaboran su queso y derivados lácteos artesanales.

Resultados y discusión

Características generales del sistema de producción

Respecto a la ganadería bovina, es un sistema de producción en el que 60% de los productores y encargados son mujeres. De los entrevistados, 90% cuenta con luz eléctrica, drenaje el 60% y agua en el hogar el 70%. Respecto al manejo del ganado, el 70% de los productores conto con un corral de confinamiento y 30% no. El 100% de los productores utiliza alguna forma de identificación de su ganado que va desde la marca con hierro hasta el uso de arete. Los animales son de tipo criollo (60%) o cruzas de criollos con cebú (40%).

En cuanto a la reproducción, las hembras duran hasta 6 años, plazo en el que son vendidas, mientras que los sementales duran hasta 3 años. En cuanto a la alimentación, esta es completamente en pastoreo, ya que el ganado basa su sustento en arbustos y árboles forrajeros, así como pastos nativos diversos de especies no determinadas. De los arboles forrajeros destacan el mezquite, huamúchil, cubata, palo blanco y otros. Durante la época de sequía (enero a mayo de acuerdo con la mayoría de los productores) el ganado se alimenta adicionalmente de zacate de maíz, que es ofrecido por 33% de los productores, mientras que el 61% les ofrece solamente sal y únicamente el 6% les da alfalfa.

En cuanto a la composición promedio del hato, el 32% fueron becerros y terneros (9%) que habían nacido en las semanas anteriores, mientras que el 32% de los animales fueron vacas, el 18% vaquillas y un 9% de sementales. Al analizar la composición por productor se vio que estos tienen 4 vacas como mínimo y un productor que tiene 17. En todos los casos se nota que el número de vacas es igual al de becerros y terneros. Los productores mencionan que su animal tiene un promedio de un becerro por año, lo que llama la atención por las condiciones de producción y que mejora los parámetros productivos de los sistemas de pastoreo en gramíneas introducidas. Esto podría deberse a que, a pesar de las circunstancias que incluyen una sequía prolongada, el animal tiene una alta dosis de bienestar representada por el andar libres, el ser ordeñados solo tres meses al año y de poder seleccionar su dieta en el agostadero incluyendo aquellos forrajes que les pueden proporcionar más nutrientes e incluso curarlos de malestares como timpanismos, llagas y escoriaciones. Los datos revelan también que el sistema de producción de Cosoltepec esta dedicado a la producción de becerros para venta así como para la obtención de su queso artesanal que es famoso a nivel regional.

Entre las enfermedades o padecimiento más frecuentes en los animales se encuentran ubres lastimadas (ocasionadas por el paso de las vacas por los matorrales), mencionada por 27% de los productores, el derriengue y las enfermedades respiratorias con 20% ambas. En cuanto a la venta de los animales, 50% de las ventas las constituyen vacas de desecho, mientras que becerros y terneras el 25% y la venta de toros un 25%. Por otra parte, los toros se venden a un precio de 4125 pesos en promedio, mientras las vacas a 2050 y los becerros a 3300. Viendo lo desde este ángulo de los precios, se observa que la ganadería provee recursos esporádicos pero

importantes. En cuanto a la producción de leche, el promedio por vaca estuvo en 2 a 4 litros para un 80% de los productores y 4 a 5 litros para el 20% de los productores. Los productores mencionaron emplear de 3 a 4 litros de leche para elaborar un queso de aproximadamente 375 gr. dependiendo de la calidad (materia seca) del forraje. Esta leche, es la remante después de haber permitido al becerro amamantarse, por lo que la mayor parte de la producción se la lleva éste y no se destina a la producción de queso. Por otra parte, los productores mencionaron que la época de elaboración de queso va de julio a octubre. La mayoría de los productores lo elaboran de septiembre a octubre, cuando el forraje del campo (árboles y arbustos forrajeros, pastos y arvenses), está más "grueso, (i.e, esta maduro y tiene mayor cantidad de materia seca que al inicio de las lluvias). Esto hace que el contenido de sólidos totales de la leche también se vea afectado al alza. Otro 30% de productores elaboraron queso de julio a septiembre y el 20% restante de agosto a septiembre. Este dato es importante ya que revela el entendimiento y acoplamiento del productor con el entorno natural y el conocimiento de este ya que la tendencia a ordeñar y elaborar queso se da no en los meses en que inician las lluvias, cuando el forraje brota y esta verde pero tiene aún un bajo contenido de materia seca. La experiencia de los productores les indica que un forraje óptimo en términos de materia seca, proteína digerible y carbohidratos digeribles se encuentra hacia el mes de septiembre. Esto hace, evidentemente que la leche sea de mejor calidad y en consecuencia lo sea el queso (Cervantes, et al., 2008).

Elaboración de lácteos y sustentabilidad

Los lácteos derivados de leche de vaca de Cosoltepec son muy apreciados regionalmente. Aunque no se tiene cifras de su producción, esta es muy limitada y fluctuante año tras año, dependiendo de varios factores como la cantidad de precipitación pluvial que se presente en la primavera (desde abril) hasta el verano y parte del otoño. Como ya se había mencionado antes, en algunos años, empiezan a caer lluvias esporádicas en abril, mayo y junio. Es hasta mediados de junio o principios de julio que la temporada de lluvias se establece adecuadamente. Este régimen de lluvias ocasiona que desde mayo exista material comestible en el agostadero, lo que preparara al ganado para una buena temporada veraniega de producción de leche. Dado que la época de nacimientos de terneros da inicio en mayo aproximadamente, el régimen de lluvias y la disponibilidad de alimento en el agostadero dará pie a que haya excedentes de leche y estos sean aprovechados para producción de lácteos. Un régimen de lluvias escaso o errático, dejara a los productores ante la circunstancia de privilegiar la alimentación de los becerros y dejar la producción de queso y lácteos en un segundo plano, por lo cual su producción se verá cancelada o limitada a los meses de mayor disponibilidad de forraje. Un buen año para la producción de lácteos dará inicio en agosto y terminará en noviembre o diciembre, mientras que un año limitado ira solo de agosto a septiembre u octubre.

Otro factor limitante en la elaboración de queso es la intermitencia en la población ganadera. Algunos años tiende e observarse una reducción en la población bovina producto de las migraciones, de ventas de ganado y otros años se observa que incrementa la población ganadera porque la gente simplemente decide aumentar su hato, nuevos productores que se incorporan a la producción o que la retoman. También condiciones como el regreso a clases de los niños a las escuelas derivaran la producción hacia ese segmento del mercado. Finalmente, también la situación de precios de leche y queso o de la carne harán a la gente inclinarse por la producción de leche o de carne, dado que este es un sistema de doble propósito.

Estos factores del clima, la disponibilidad de forraje y las condiciones de mercado son importantes en la sustentabilidad del sistema de producción de lácteos, de la cual podríamos decir que es una

sustentabilidad fluctuante y que depende en gran medida de estos factores. Sin embargo, las condiciones nunca han sido tales que amenacen la producción de lácteos. Sin embargo, un factor que si amenaza la producción es la edad de las productoras ya que debido a la migración de los más jóvenes, muchas veces no hay quien ordeñe el ganado y quien lo vigile en el pastoreo. Esto queda en manos de las productoras de mayor edad que a veces ya no tiene fuerzas para llevar a cabo tareas pesadas. Otro factor que amenaza la sustentabilidad de la producción de lácteos es que conforme se van retirando de la producción de lácteos los productores mas ancianos, esta tradición y receta única, se pude ir perdiendo. En este caso no se considera a la cadena láctea agroindustrial una gran amenaza debido al arraigo y aprecio que se tiene por este producto a nivel regional

Elaboración.

Para su elaboración, una vez obtenida la leche, esta no se pasteuriza, se deja reposar hasta el momento de elaboración del queso. A la leche reposada se le separa la mantequilla de forma manual extendiendo la palma de la mano sobre la superficie de la leche, la capa superior de mantequilla se pegará a la palma de la mano y esta será depositada en un plato de barro. Esta mantequilla que será utilizada para consumo personal o en algunos casos vendida. En el caso que la mantequilla vaya a ser vendida, se deposita n hojas de maíz. Una vez extraída la grasa, se procederá a elaborar el queso. La leche se tibia y se lleva a una temperatura aproximada de 38 grados centígrados. Una vez tibia, se añade el cuajo ya preparado a base de agua, limón y recortes de abomaso caprino o bovino o estomago de conejo silvestre. Una vez obtenida la cuajada se separa el suero de la parte sólida, se exprime en una manta de cielo o con la ayuda de una coladera y se forman pequeñas porciones del tamaño de la mano de quien elabora el queso. Estas porciones en forma de bola se irán pasando progresivamente por el metate en una suerte de refregado o molido. Al mismo tiempo que se va moliendo se le agrega sal mineral gruesa proveniente de Zapotitlán. Para los pobladores de Cosoltepec y de la región la sal de Zapotitlán es altamente apreciada porque le atribuyen un valor culinario único en sus platillos. Una vez formado el queso se depositan y acomodan las porciones en hojas de mazorca para su venta o consumo. El suero remanente es utilizado para elaborar requesón bajo el sistema de recalentar el suero y así recuperar los sólidos suspendidos en el suero.

El queso elaborado en Cosoltepec es similar al queso de Aro descrito por Cervantes et al (2008) que comprende en su elaboración un proceso de molienda de la pasta. Sin embargo, en el queso de Cosoltepec no se utiliza un aro como molde sino es algún recipiente de cocina redondo y pequeño. Opcionalmente el queso se envuelve en hoja de maíz y con esta envoltura se vende en un peso promedio de 375gr. Una característica del queso de Cosoltepec y su reconocida calidad regional esta es que está vinculada territorialmente al sistema de producción bovino con cruzas cebuinas y criollas así como a la variedad en la dieta de los animales que incluye un número importante de arbustos forrajeros, pastos, arvenses y frutos silvestres.

CONCLUSIÓN

La elaboración de queso de Cosoltepec está asociada a su propio sistema de producción de bovinos en pastoreo de doble propósito y es estacional (julio-octubre). Es de notar que los sistemas industriales de producción de leche no siempre tienen un sistema de producción animal directamente asociado, sino que dependen de insumos (leche) producida muchas veces en lugares distantes.

La alimentación de los animales le confiere al queso un sabor especial que se traduce en su aprecio por las poblaciones cercanas.

Debido al número de productores, la producción de queso de Cosoltepec podría desaparecer.

AGRADECIMIENTOS

A los productores de queso de Cosoltepec por su enorme colaboración para este trabajo.

REFERENCIAS

Casabianca, F and D. Matassino. 2006. Local resources and typical animal products. In. Livestock farming systemas. Product quality based on local resources leading to improved sustainability. EAAP Publication No. 118. Wagenigen academic press.

Cervantes Escoto F., Villegas de Gante A., Cesín Vargas A. Espinosa Ortega A. 2008. Los quesos mexicanos genuinos: Patrimonio cultural que debe rescatarse. Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAM, Universidad Autónoma del Estado de México y Mundiprensa, México.

IDENTIFICACIÓN DE TRES MÓDULOS OVINOS DE TIPO FAMILIAR EN AMBIENTE SILVOPASTORIL DE LA MIXTECA POBLANA

Jorge Ezequiel Hernández-Hernández[1]
Julio Cesar Camacho-Ronquillo[1]
Fernando Utrera-Quintana[1]
José del Carmen Rodríguez-Castillo[1]
Jessica Yahel Andrade-Medina[1]
Víctor Ascensión-Hernández[1]

RESUMEN

El presente trabajo, identifica tres módulos de ovinos de tipo familiar en condición silvopastoril en la Mixteca Poblana. Aspectos zootécnicos, sociales y económicos repercuten en estos módulos de producción, sobresaliendo el tipo de alimentación natural arbóreo-arbustivo, lo cual disminuye sus costos de producción en el ovino, haciendo rentable su finalización en esa región. Por otro lado, es importante señalar, una fuerte migración de jóvenes a los Estados Unidos de Norteamérica, por falta de programas y proyectos agropecuarios, de salud, empleo, educación y deporte. Si se valoran y se consideran estos aspectos, se pueden introducir y adoptar tecnologías aplicadas a los MOF (módulos ovinos familiares), para sustentar el desarrollo y bienestar de los productores en la región Mixteca de Puebla.

PALABRAS CLAVE

Caracterización, ovino, arbóreo-arbustivas, socio-economía.

INTRODUCCIÓN

La ganadería en nuestros países con regiones tropicales, altamente dependiente en insumos y tecnología externos a la finca, a la región y al país, requiere de una base científica acorde con nuestros recursos, idiosincrasia y necesidades. La cual, vaya idónea de una nueva educación ambiental de todos los sectores involucrados (Palma, 2016). La importancia que tiene actualmente la ovinocultura en México, se debe a la principal transformación de tipo empresarial en todos los niveles productivos; como es el caso de grandes, medianos y pequeños productores (De la Cruz, 2004). El compromiso es buscar estrategias que aporten los elementos necesarios para obtener sistemas silvopastoriles, sostenibles, productivos y económicamente rentables. De tal forma, es esencial desviar la atención a las áreas productivas bajo condiciones silvopastoriles, como es el caso de la Mixteca Poblana (Franco *et al*., 2006). De esta manera, las unidades de producción familiar ovinas, siguen siendo la célula domestica de tipo rural o campesina, que promueven más del 80% de la población de ovinos en nuestro país (Hernández – Hernández, 2004; Romero, 2004). El objetivo de este trabajo fue: identificar tres módulos de ovinos de tipo familiar en ambiente Silvopastoril en la Mixteca Poblana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

Este trabajo se realizó en el municipio de Piaxtla, en las comunidades de Maninalcingo y Tehuaxtla, ubicadas en la región de la Mixteca Poblana al sureste del estado de Puebla, localizándose en los paralelos 17° 59’ 00’’ y 18° 12’ 30’’ latitud norte, y los meridianos 98° 10’ 54’’ y 98° 21’ 36’’ latitud oeste (INEGI, 2000). La distancia aproximada de la ciudad de Puebla al

municipio de Piaxtla es de 135 km. Las comunidades cuentan, con terrenos accidentados y una altitud variada entre los 700 a los 2000 msnm (Gómez, 1996), su hidrografía está dada por la cuenca de los ríos Acatlán y Mixteco, pertenecientes a la región alta de la cuenca del río Balsas (Guizar y Sánchez, 1991; INEGI, 2000). La flora de la región de estudio, está dotada por selva baja caducifolia, selva baja caducifolia espinosa, vegetación xerófita, matorral con izotes, vegetación secundaria (arbórea-arbustiva), localizándose pequeñas áreas de bosque de encino y pastizales; la fauna está dada por venado, coyote, zorrillo, armadillo, iguanas, camaleón y serpiente de cascabel como principales especies (INEGI, 2000). El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano y semiseco muy cálido en época de seca, con precipitaciones pluviales que van de los 350 a los 800 mm, donde la temperatura promedio es de 23° C (INEGI 2000). El estudio comprendió de Julio a Diciembre del 2009.

Material, procedimientos y estadística utilizada en el estudio.
Se utilizó un cuestionario en forma de entrevista, el cual se aplicó a los 3 módulos ovinos de tipo familiar; abarcando aspectos sociales, económicos y zootécnicos (ver cuadro 1), basados en la propuesta realizada por Raj (1980). Al contar con los datos ordenados y clasificados, se empleó estadística descriptiva a los principales estadígrafos de los aspectos zootécnicos y socioeconómicos para obtener las frecuencias relativas y absolutas, apoyándose con el programa Excel (Microsoft Corp.) y el paquete estadístico SPSS 10.0 para Windows.

Cuadro 1. Algunos aspectos considerados en el cuestionario tipo Raj (1980) aplicados a los módulos ovinos de tipo familiar en la región Mixteca de Puebla.

Sociales	Económicos	Zootécnicos
Datos del Productor	Propietario de la Unidad de Producción	Especie Producida
Información de la Unidad de Producción Familiar	Salario Base	Grupo o Línea Racial Producida
Pertenencia a Sociedades, Asociaciones y Cooperativas de tipo Ganadero	Tenencia de Tierra	Fin Zootécnico
Educación Familiar	Familiares en Estados Unidos de Norteamérica	Sistema Productivo
Presencia de Niveles Escolares	Participación Salarial de los Integrantes Familiares	Manejo Productivo
Servicios de Salud	Otros giros Económicos	Comercialización y Tipo de Mercado
Servicios Culturales		Tipo de Producto Elaborado
Espacios Deportivos		Tipo de Infraestructura Ganadera
Programas Gubernamentales		Vinculación con la Agricultura
Ideología Religiosa		
Infraestructura de Servicios Comunitarios		

Elaboración propia del cuadro.

Resultados y discusión

Con respecto a los rasgos zootécnicos de estos MOF (Módulos Ovinos Familiares), se encontró una identidad ovina del 100%, la suplementación apenas se lleva a cabo en un 25% con algunos granos (frijol y maíz a razón de 60 a 110g/día/animal en la época de estiaje) y forrajes (rastrojos de maíz, paja de soya, paja de cacahuate, paja de fríjol). Por otro lado, es importante señalar el impacto alimentario a través de forrajes de tipo arbóreo-arbustivo; ya que, sus costos de alimentación de estos ovinos es de cero pesos por las condiciones del sistema silvopastoril presente en la región de estudio, donde se muestran algunas plantas perennes (12.5%) de este potencial forrajero todo el año (ver figura 1), en donde 40 plantas identificadas por Hernández (2006), determino que este potencial arbóreo-arbustivo favorece la sustentabilidad de pequeños rumiantes en sistemas silvopastoriles, tal y como lo establece Franco *et al*. (2005), en la Mixteca Oaxaqueña.

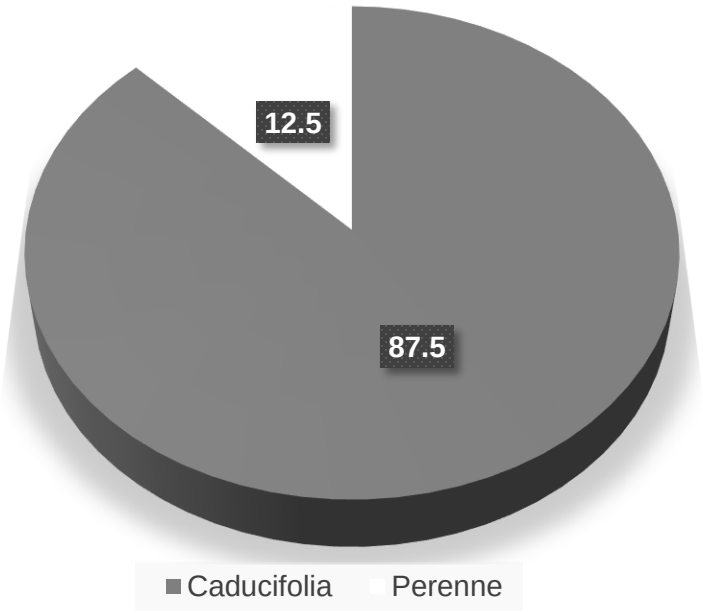


Figura 1. Porcentaje de plantas perennes presentes en la región de estudio (Hernández, 2006).

Estos MOF, no cuentan con un grupo o línea racial pura; son animales criollos, donde se destacan cruzas de pelibuey y ovinos nativos y otros grupos raciales no definidos. Es importante señalar, que la edad reproductiva de las hembras va de los 8 a 10 meses y en el macho alcanzan 12 meses; esto es similar a lo encontrado por Sánchez (2006), al mencionar que existe una temprana edad reproductiva en ovejas y cabras (promedio de 9 meses) en las comunidades de Tehuaxtla y Maninalcingo en la Mixteca. Poblana. De tal forma, los programas de reproducción y mejoramiento son inexistentes.

Los programas de salud no se establecen al 100%, resultante de esto, son los problemas de salud: el 72% corresponden a diarreas en corderos y adultos, 16% caídas de pelo y alteraciones de la piel, y el 12% a otras (cojeras, convulsiones, etc.). Esto es válido, ya que Hernández (2006), determina que parasitosis del sistema digestivo, alteraciones pódales, deficiencias nutricionales y enfermedades de tipo nervioso alteran el potencial de salud y bienestar animal. Por el lado del mercadeo y la comercialización, estos ovinos que se producen en ambiente silvopastoril de esta región Mixteca, es completamente local y se venden a pie y no por peso. Incluso esta venta o

comercialización, se puede dar por edad del ovino (10 a 12 meses), indicador encontrado por Hernández (2006) y Sánchez (2006), al establecer que es una edad sumamente importante por el comprador; debido, a la jugosidad, palatabilidad y preferencia de la carne en estos pequeños rumiantes (ovinos y caprinos).

En lo que respecta a los costos de producción y rentabilidad de estos ovinos, se encontró que las condiciones silvopastoriles, sobre todo en la alimentación (arbóreo-arbustiva) y del pasto natural, es muy favorable para cada productor de los MOF en esa región de la Mixteca Poblana; como se observa en el cuadro (2), el importante beneficio neto/ovino/ciclo productivo.

Cuadro 2. Aspectos primordiales en los costos de producción de los módulos ovinos de tipo familiar en la Mixteca Poblana.

	Mínimo	Máximo	Media	± DE
Venta de ovinos	1	20	11.86	± 6.39
Tiempo de finalización (meses)	6	12	9.33	± 1.91
Precio del ovino (bulto)	$ 600.00	$ 900.00	$ 796.66	± 89.57
Costo de producción/ovino	$ 101.59	$ 151.65	**$ 121.05**	± 13.20
Costo de producción final/grupo ovino	$ 131.96	$ 2,700.86	$ 1,434.67	± 812.60
Ingreso total/grupo ovino	$ 800.00	$ 18,000.00	$ 9,653.33	± 5,533.90
Beneficio neto/grupo ovino	$ 668.04	$ 15,725.72	$ 8,218.61	± 4,750.96
Beneficio neto/ovino/ciclo productivo	$ 480.09	$ 786.28	$ 679.57	± 85.58

En lo que respecta a los indicadores socioeconómicos, se encontró, que las comunidades y en buena parte de la Mixteca Poblana, los índices de vida son completamente difíciles, tanto en las oportunidades de empleo, educación, salud, vivienda, alimentación nivelada, salario digno, deporte y cultura; lo cual ha originado una fuerte corriente de migración de sus jóvenes de estas comunidades a los Estados Unidos de Norteamérica, dejando en esas comunidades únicamente niños, mujeres adultas y ancianos. El salario diario en las comunidades por jornada laboral se encontró oscilando entre $ 120.00, $ 140.00 y $ 150.00/día. Este indicador salarial, es muy similar a lo encontrado por Hernández (2006) y Sánchez (2006), donde en el municipio de Piaxtla y Acatlán de Osorio (región mixteca de Puebla); los pagos, por jornada laboral no rebasaban los $ 150.00 al día.

En cuanto a las viviendas, se encontró de concreto y otros materiales (lamina, madera y piedra), por otro lado, no cuentan con programas de salud o seguro social como parte de los esquemas proporcionados por el gobierno del estado; de esto se refleja la falta de proyectos o programas de bienestar social, sobre todo en el sector agropecuario para fortalecer el desarrollo y la sostenibilidad de estas comunidades, a diferencia de lo hallado por Hernández-Vélez (2005), donde identifica socioeconómicamente y técnicamente un grupo de ovinocultores en la sierra oriente del estado de Puebla; donde encuentra, que de los 11 productores identificados, el 100% tiene la modalidad de grupo colectivo y de seguro social (particular o gubernamental), lo cual hace

más sustentable esa región, con la única desventaja de sus costos de alimentación que son más altos, por la compra de granos u otros forrajes para la suplementación de estos ovinos (Resendiz *et al*., 2013).

Finalmente, el potencial silvopastoril con el que cuentan los MOF de la región mixteca, se convierte en una gran ventaja para producir ovinos con una excelente carne de tipo orgánica (libre de promotores de crecimiento y ceba), debido a las condicione silvopastoriles en cuanto a su alimentación de tipo arbóreo-arbustivo en esa región Mixteca.

CONCLUSIONES

La identificación es una herramienta técnica-científica, la cual nos permite conocer, en qué condiciones se encuentran estos MOF (módulos ovinos familiares) en la Mixteca Poblana; ya que a través de la aplicación de encuestas tipo cuestionario utilizadas a los productores en forma de entrevistas; se alcanza a valorar mejor los aspectos o indicadores de tipo zootécnico, social y económico. Los cuales permiten conocer sus fortalezas y debilidades, para una mejor aplicación de tecnologías a estos sistemas de producción ovina silvopastoril. Aportando un mejor conocimiento para el desarrollo real y sustentable de programas sociales y agropecuarios a estas comunidades mixtecas; para frenar la migración familiar al extranjero y arraigar el recurso externo (divisas) de los Estados Unidos de Norteamérica en la producción pecuaria familiar.

LITERATURA CITADA

De la Cruz, J. A. (2004). Esfuerzos y recompensas. Revista Acontecer Ovino-Caprino. 5 (24): 48-54.

Franco F., G. Gómez, G. Mendoza, R. Bárcena, R. Ricalde, F. Plata y J. Hernández. (2005). Influence of plant cover on dietary selection by goats in the Mixteca region of Oaxaca, México. J. Appl. Anim. Res., 27: 95-100.

Franco, G.F.J., Hernández, H.J.E., Villarreal, E.O.A., Gómez, C.G.A., Sánchez, R.M., Mendoza, M.G. (2006). El pastoreo trashumante del ganado caprino en bosques del nudo mixteco, una alternativa silvopastoril sustentable. Ciencias ambientales. “Temáticas para el desarrollo”. Edit. BUAP. México, Vol. II. Pág. 13-27.

Gómez, Q.J.M., Amaro, G. R., Preciado de la T., J. F. y Martínez, R. L. (1996). Marco de referencia para la Caprinocultura de la Mixteca Poblana. Memorias de la XI Reunión Nacional sobre Caprinocultura. UACH., Chapingo, México. Pág. 192-197.

Guizar, E. y Sánchez, A. (1991). Guía para el reconocimiento de los principales árboles del alto Balsas. Universidad Autónoma de Chapingo. Dirección de Difusión Cultural. División de Ciencias Forestales. Montecillo, Estado de México.

Hernández-Hernández, J.E., Franco, G.F.J. y Pedraza, O. R. (2004). Productores y Hatos caprinos que caracterizan socialmente un sistema de producción en la Mixteca Poblana (Piaxtla). Memorias de la XIX Reunión sobre Caprinocultura. 11-13 de Noviembre de 2004. Acapulco, Gro. México. Pág. 65-71.

Hernández-Vélez, J.O., González, L.Z.U., Calderón, R.R.C., Cargigal, G.J.A. (2005). Caracterización socioeconómica y técnica productiva de un grupo de ovinocultores de la sierra

oriente de Puebla. Memorias del XXIX Congreso de Buiatria. Pequeños rumiantes. 4 al 11 de Noviembre de 2005. Puebla, México. Pág. 233-239.

Hernández, J. (2006). Valoración de la caprinocultura en la Mixteca Poblana: socioeconomía y recursos arbóreo-arbustivos. Tesis Doctoral. Universidad de Camagüey, Cuba.

INEGI. Síntesis geográfica del estado de Puebla. Libro electrónico. México. 2000.

Palma, J.M. (2006). Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2006. 14 (3): 95-104.

Raj, D. (1980). Teoría del muestreo. Traducción de R. R. Reyes-Mazzoni. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. Pág. 305.

Resendiz, C. V., O. Hernández, I. Guerrero, J. Gallegos, P. A. Martínez y C. Sánchez. (2013). Engorda de corderos pelibuey con diferente nivel de alfalfa en la dieta. Archivos de Zootecnia. 62 (239): 457- 467.

Romero, B.J.O. (2004). Demografía, recursos y actividades económicas: la ganadería familiar en comunidades rurales de Puebla y Tlaxcala. Tesis de Doctorado. Especialidad en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. Campus Puebla, Colegio de Postgraduados. Puebla, México.

Sánchez, T.Y. (2006). Diagnóstico Productivo de las Unidades de Producción Familiar Caprinas en la Mixteca Poblana: Tehuaxtla y Maninalcingo. Tesis de Licenciatura. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. BUAP. Tecamachalco, Puebla.

PRODUCTIVIDAD DE TRES ESPECIES FORRAJERAS TEMPLADAS CON *Azospirillum brasilense* y ECTOMICORRIZAS Y NIVELES DE NITRÓGENO

Marco Antonio Rivas Jacobo[1]
Alma Daniela Ramírez Ojeda[1]
Camelia Alejandra Herrera Corredor[1]
María Guadalupe Torres Cardona[2]
J. Jesús German Peralta Ortíz[2]

RESUMEN

La utilización de microorganismos benéficos ha tenido una amplia difusión en los últimos años, debido a su efecto positivo sobre el rendimiento de muchos cultivos en distintas situaciones y múltiples estudios han publicado que bacterias y hongos como promotores del crecimiento vegetal se asocian con cultivos como *Oryiza sativa*, *Triticum spp*., *Sorghum spp*, *Sacharum officinarum*, *Zea mays* y pastos. El objetivo fue evaluar el rendimiento de materia seca de tres especies forrajeras de clima templado por efecto de los tratamientos en Soledad de Graciano Sánchez, SLP a 22°13´39.8" LN y 100°50´58.3" LO a 1835 msnm con 335 mm de precipitación. Se utilizaron tres niveles de fertilización (0, 20 y 40 kg de N/ha) y tres niveles de promotor de crecimiento (*Azospirillum brasilense*, Ectomicorriza y *Azospirillum brasilense*-Ectomicorriza). Se muestreo con un cuadrante de 0.5x0.5 m al azar en tres repeticiones en cada para obtener la materia seca de hoja, tallo y de la planta completa/ha. Los datos fueron analizados bajo un modelo completamente al azar en arreglo factorial 3x3 y prueba de tukey al 0.05. Los resultados mostraron diferencias en materia seca total para festuca y rye grass anual con 6380 y 3336 kg/ha, respectivamente, con cero nitrógeno más *Azospirillum b*.-Ectomicorriza y para la avena forrajera se observaron diferencias para las tres variables con 3329 kg/ha de materia seca de tallo para 20 kg de N con Azospirillum b.-Ectomicorriza. Para materia seca de hoja 2947 kg/ha y para la materia seca total fue de 4463 kg/ha, ambos para el tratamiento 20 kg de N con Azospirillum b. La materia seca total de la festuca y rye grass se vio favorecido por la acción de *Azospirillum b*.-Ectomicorriza sin fertilizante. Para la avena la materia seca total se vio favorecido por *Azospirillum b*. con la adición de 20 kg de N por hectárea.

Palabras clave: Materia seca, hoja, tallo, pastos, bacteria, hongo

INTRODUCCIÓN

Las poblaciones microbianas del suelo están inmersas en un marco de interacción que afecta el desarrollo de las plantas y la calidad del suelo. Ellas están involucradas en actividades fundamentales que aseguran la estabilidad y productividad, tanto de los agroecosistemas como de los ecosistemas naturales. Investigaciones estratégicas y aplicadas han demostrado el interés de ciertas actividades de cooperación microbiana para ser explotadas como una biotecnología de bajo impacto y costo para contribuir con prácticas agro-tecnológicas sustentables y amigables con el ambiente (Richardson *et al*., 2009).

La utilización de microorganismos benéficos ha tenido una amplia difusión en los últimos años, debido a su efecto positivo sobre el rendimiento de muchos cultivos en distintas situaciones y a la factibilidad de permitir desarrollar una agricultura orgánica (Caballero, 2004; Cassán *et al*., 2008). La incorporación de organismos seleccionados por sus funciones en diversos procesos que contribuyan a la implantación, desarrollo y producción de cultivos es una alternativa que permite lograr aumentos en el crecimiento radical. Así se favorece la exploración del suelo y se

mejora la accesibilidad al agua y nutrientes limitantes para los cultivos. Como consecuencia, se reducen procesos de pérdida de nutrientes móviles, se atenúan períodos de moderado estrés hídrico y se logra mantener tasas de crecimiento activo del cultivo mejorando su capacidad fotosintética (Díaz-Zorita *et al*., 2008).

Múltiples estudios han publicado que bacterias y hongos como promotores del crecimiento vegetal (PCV) se asocian con cultivos importantes tales como *Oryiza sativa*, *Triticum spp*., *Sorghum spp*, *Sacharum officinarum*, *Zea mays* (Okon, 2005; James, 2000; Andrews *et al*., 2003; Berg, 2009) y pasturas (Lugtenberg y Kamilova, 2009). Dentro de los PCV más referenciados son *Azospirillum sp*., *Bacillus sp*., *Rhizobium sp*., *Burkholderia sp*., *Enterobacter sp*., *Azotobacter sp*., *Erwinia sp*., *Herbaspirillum sp*., *Klebsiella sp*., *Pseudomonas sp*., y *Xanthomonas sp*. (Cassán *et al*., 2009; Bashan *et al*., 2012).

La inoculación de plantas con *Azospirillum* puede dar como resultado un cambio significativo en varios parámetros de crecimiento, los cuales pueden afectar o no el rendimiento de la cosecha. Los mecanismos de acción de *Azospirillum* sobre las plantas no han sido todavía elucidados. La mayoría de los estudios sobre la asociación *Azospirillum*-planta se han llevado a cabo en cereales y pastos (Patriquin *et al*., 1983) y, en menor grado, en otras familias de plantas. Los estudios han demostrado los siguientes resultados: a) incremento en peso seco total, concentración de nitrógeno en follaje y grano, número total de espigas, espigas fértiles, y mazorcas; b) floración y aparición de espigas más temprana; c) incremento en el número de espigas y granos por espiga; d) plantas más altas e incremento en el tamaño de la hoja y e) tasas de germinación más altas (Albrecht *et al.,* 1981; Baldani *et al*., 1987; Bashan, 1986). También se ha observado un incremento en el desarrollo del sistema de raíces, tanto en longitud como en volumen.
La capacidad de adhesión de *Azospirillum* a las raíces vegetales permite a la bacteria establecer una asociación permanente con la planta. Esto es importante por varias razones: a) si las bacterias no se adhieren a las células radicales, las substancias excretadas por las bacterias se difunden hacia la rizósfera donde son consumidas por otros microorganismos, sin embargo, si las bacterias se adhieren a la superficie radicular, parte de estas sustancias penetran a los espacios intercelulares de la corteza radicular; b) si no se encuentran firmemente adheridas, las bacterias pueden ser fácilmente desprendidas de la raíz por el agua, provocando que mueran en el suelo, ya que se ha demostrado que *Azospirillum* no sobrevive bien en suelos sin plantas (Bashan y Levanony, 1990; Bashan *et al*., 1995); c) sin la presencia de *Azospirillum*, los sitios disponibles de adhesión en raíces son susceptibles de ser colonizados por otras bacterias no benéficas. Las bacterias promotoras del crecimiento se utilizan en la práctica de inoculación de semillas de gramíneas y su cultivo como posibles tecnologías de bajo costo para la incorporación de N^2 vía fijación biológica, con beneficios colaterales, como son una mayor efectividad en la producción agrícola-ganadera y un ahorro sustancial en el uso de la fuente no renovable de energía de los combustibles fósiles (Baldani *et al*., 2008; Boddey *et al*., 1986).

Conociendo la importancia de éstos microorganismos benéficos es aconsejable realizar estudios en algunas especies forrajeras, ya que se ha visto en los últimos años que también los sistemas de producción animal en pastoreo están siendo afectados por el deterioro de las praderas, pastizales y suelos por el efecto detrimental por varios factores como sobrepastoreo, falta de manejo animal y de las áreas de pastoreo, deterioro de los suelos, especies forrajeras aptas para la región y clima donde se ubica el sistema de producción, entre otros, lo que repercute en una baja producción de materia seca de las especies forrajeras por su bajo crecimiento y por ende en la productividad de los animales, viendo afectado el ambiente y la economía de los productores.

Es por ello que se planteó el objetivo de evaluar la producción de materia seca tres especies forrajeras de clima templado por efecto de la bacteria *Azospirillum brasiliense* y la Ectomicorriza adicionando diferentes niveles de nitrógeno al suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Ejido de La Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México, a 22°13´39.8" Latitud Norte, 100°50´58.3" Latitud Oeste del Meridiano de Greenwich y a 1,835 m.s.n.m (INEGI, 1985). El clima se considera seco estepario frio BsKw (wi) (García, 1973). La temperatura media anual es de 17.6°C con una mínima de 7.5°C, una máxima de 35°C y una precipitación pluvial media anual de promedio de 335mm.

Se utilizaron tres niveles de fertilización (0. 20 y 40 kg de Nitrógeno/ha) y tres niveles de promotor de crecimiento (*Azospirillum brasilense*, Ectomicorriza y la combinación de *Azospirillum brasilense*-Ectomicorriza). Por lo que se tuvieron 9 tratamientos con la combinación de éstos factores.

En una parcela de festuca, rye grass anual y avena forrajera recién establecidas el 4 de diciembre de 2015 con 15, 20 y 100 (respectivamente) kg de semilla/ha aplicadas al voleo en terreno barbechado y rastreado, y se taparon con una rama tirada por el tractor donde no se fertilizó a la siembra ni se aplicó herbicidas ni plaguicidas durante la siembra y crecimiento, el día 20 de marzo de 2016 la parcela de 90.9 m de largo por 25.8 m de ancho se dividió en franjas de 30.3 m de largo por 8.6 m de ancho, y en cada franja se aplicaron los tratamientos de fertilización y en forma trasversal se hicieron tres franjas en la parcela en las que se aplicaron los tratamientos de promotor del crecimiento vegetal (PCV) de la manera siguiente;

El fertilizante se aplicó al voleo dependiendo cual era el tratamiento (0, 20 o 40 kg N), de tal forma que para 20 kg N, se aplicó 1.133 kg/Urea/subparcela, siendo el doble para 40 kg N, 2.266 kg/Urea/subparcela. Para los promotores de crecimiento se preparó una solución vertiendo 100 litros de agua en dos tambos de plástico, agregándole a cada uno 500 ml de bacteria y hongo, respectivamente, y se utilizaron 2 botes de 20 litros cada uno, para vaciar el agua en cada una de las "mochilas" para no contaminar las soluciones. Se aplicaron las soluciones a base bacteria y el hongo y la combinación de ambos, utilizando una aspersora manual de mochila, y se aplicó 2.60 lt de solución/subparcela, por la mañana, directamente a las plantas en forma uniforme, la cual se realizó cada 8 días durante un mes, para posteriormente medir el rendimiento de forraje. El muestreo se realizó el 24 de marzo colocando un cuadrante de 0.5x0.5 m al azar en tres repeticiones en cada parcela con su tratamiento, de tal forma que se obtuvieron 27 muestreos en toda la parcela. Para obtener las muestras de forraje se cosecharon las plantas a 5 cm a ras del suelo con unas tijeras, se limpiaron y se retiró la maleza, para posteriormente colocarlas en una bolsa de papel estraza y se llevaron a una estufa de aire forzado a 55º C durante 72 horas, para después pesarlas en una báscula Ohaus® con exactitud a 1 g y determinar el porcentaje de materia seca. El forraje seco se separó en hojas y tallo para conocer sus componentes morfológicos y se pesaron por separado. Una vez obtenido el peso seco de la muestra total y de sus componentes se hicieron los cálculos respectivos con reglas de tres para obtener el rendimiento de materia seca por hectárea. Las variables evaluadas fueron rendimiento de materia seca de tallo (RMST), de hoja (RMSH) y total o de la planta completa (RMSTOTAL). Los datos fueron analizados mediante el programa estadístico SAS 9.1 con un modelo estadístico completamente al azar en arreglo factorial 3x3 y Tukey con $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el pasto festuca el análisis de los datos permitió observar que solamente se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos para el rendimiento de materia seca total de la planta entera (Cuadro 1), donde se puede apreciar que el tratamiento de cero nitrógeno más la adición de *Azospirillum b*. más la Ectomicorriza mostró el mayor valor con 6380 kg/ha de materia seca de forraje del pasto festuca, tal y como lo menciona Patriquin *et al*. (1983) que los promotores del crecimiento vegetal incremental el peso seco total.

Cuadro 1. Comparación de medias del rendimiento de materia seca de tallo, hoja y total de la festuca.

Tratamiento	RMST (kg/ha)	RMSH (kg/ha)	RMSTOTAL (kg/ha)
Fert 0N / PC-*Azospirillum b.*	2481 a	1595 a	4076 ab
Fert 0N / PC-Ectomicorrizas	3025 a	2880 a	5905 ab
Fert 0N / PC-Azos+Ecto	2518 a	3862 a	6380 a
Fert 20N / PC-*Azospirillum b.*	860 a	1700 a	2560 ab
Fert 20N / PC-Ectomicorrizas	723 a	1613 a	2336 b
Fert 20N / PC-Azos+Ecto	2890 a	953 a	3842 ab
Fert 40N / PC-*Azospirillum b.*	1509 a	1647 a	3156 ab
Fert 40N / PC-Ectomicorrizas	1851 a	1524 a	3375 ab
Fert 40N / PC-Azos+Ecto	796 a	1727 a	2523 ab
Media	1850	1944	3795
DMS	2689	3923	3912

[a,b] Letras diferentes por columna significa diferencias significativas, RMST=Rendimiento de materia seca de tallo, RMSH=Rendimiento de materia seca de hoja, RMSTOTAL=Rendimiento de materia seca total o de la planta completa, DMS=Diferencia mínima significativa, tukey=0.05.

Para el pasto rye grass anual el análisis estadístico mostró diferencias estadísticas significativas (Cuadro 2) solamente para rendimiento de materia seca total o de la planta completa, donde el tratamiento de cero nitrógeno más la adición de el *Azospirillum b*. más la Ectomicorriza mostró el mayor valor con 3336 kg/ha de materia seca del pasto rye grass, aspecto que coincide con el pasto festuca, y al igual coincide con Patriquin *et al*. (1983), a así como lo mencionan Azcón *et al*. (1982) y Stürmer (1998) que los hongos micorrízicos arbusculares pueden influir notablemente en el crecimiento de las plantas y el rendimiento.

Para la avena forrajera el análisis estadístico mostró diferencias estadísticas significativas (Cuadro 3) para los dos componentes morfológicos tallo y hoja, y para el rendimiento de materia seca total o de la planta completa de la avena, donde es factible apreciar que para el RMST el tratamiento 20 kg de N y con la adición de combinado *Azospirillum*-Ectomicorriza mostró el mayor valor con 3329 kg/ha de materia seca de tallo de la avena, en cambio el mayor valor para RMSH fue de 2947 kg/ha de materia seca hoja de avena para el tratamiento 20 kg de N y con la adición de *Azospirillum b*., mientras que para el RMSTOTAL el mayor valor fue de 4463 kg/ha de materia de total o de la planta entera de avena para el tratamiento Fertilización 20kg de N y con la adición de *Azospirillum b*., aspecto que demuestra que con cierta cantidad de nitrógeno el *Azospirillum* b.,ya sea solo o combinado con un hongo puede ser capaz de obtener mejores rendimientos de materia seca en la avena, cuestión que no fue igual para las otras dos especies forrajeras, donde no hubo una consistencia en los resultados, por lo que se recomienda realizar más estudios al respecto para definir bien la tendencia o una relación entre el nitrógeno y el promotor del

crecimiento vegetal. Aspectos que coinciden con Schweiger *et al*. (1995), que existen grandes diferencias entre especies con respecto a la respuesta a las micorrizas vasculares y que el efecto positivo de las micorrizas varía según la especie de pasto.

Cuadro 2. Comparación de medias del rendimiento de materia seca de tallo, hoja y total del rye grass.

Tratamiento	RMST (kg/ha)	RMSH (kg/ha)	RMSTOTAL (kg/ha)
Fert 0N / PC-*Azospirillum b.*	1060 a	1169 a	2229 ab
Fert 0N / PC-Ectomicorrizas	2389 a	947 a	3336 a
Fert 0N / PC-Azos+Ecto	878 a	639 a	1517 b
Fert 20N / PC-*Azospirillum b.*	1498 a	1223 a	2721 ab
Fert 20N / PC-Ectomicorrizas	1076 a	575 a	1651 b
Fert 20N / PC-Azos+Ecto	1009 a	1832 a	2841 ab
Fert 40N / PC-*Azospirillum b.*	875 a	970 a	1845 ab
Fert 40N / PC-Ectomicorrizas	1039 a	960 a	1999 ab
Fert 40N / PC-Azos+Ecto	948 a	1629 a	2577 ab
Media	1197	1105	2302
DMS	1532	1995	1545

[a,b] Letras diferentes por columna significa diferencias significativas, RMST=Rendimiento de materia seca de tallo, RMSH=Rendimiento de materia seca de hoja, RMSTOTAL=Rendimiento de materia seca de total o de la planta completa, DMS=Diferencia mínima significativa, tukey=0.05.

Cuadro 3. Comparación de medias del rendimiento de materia seca de tallo, hoja y total de la avena.

Tratamiento	RMST (kg/ha)	RMSH (kg/ha)	RMSTOTAL (kg/ha)
Fert 0N / PC-*Azospirillum b.*	1429 ab	1345 ab	2775 ab
Fert 0N / PC-Ectomicorrizas	1447 ab	972 b	2420 ab
Fert 0N / PC-Azos+Ecto	1066 b	875 b	1941 b
Fert 20N / PC-*Azospirillum b.*	1687 ab	2947 a	4633 a
Fert 20N / PC-Ectomicorrizas	2167 ab	754 b	2921 ab
Fert 20N / PC-Azos+Ecto	3329 a	1273 ab	4603 a
Fert 40N / PC-*Azospirillum b.*	2308 ab	1131 b	3439 ab
Fert 40N / PC-Ectomicorrizas	1325 b	824 b	2149 ab
Fert 40N / PC-Azos+Ecto	2117 ab	1520 ab	3637 ab
Media	1875	1293	3169
DMS	1905	1697	2628

[a,b] Letras diferentes por columna significa diferencias significativas, RMST=Rendimiento de materia seca de tallo, RMSH=Rendimiento de materia seca de hoja, RMSTOTAL=Rendimiento de materia seca de total, DMS=Diferencia mínima significativa, tukey=0.05.

CONCLUSIONES

El rendimiento de materia seca total de la festuca y del rye grass se vio favorecido por la acción de la combinación *Azospirillum b*.-Ectomicorriza sin aplicar fertilizante que con fertilización.
Para la avena forrajera el rendimiento de materia seca total se vio favorecido por *Azospirillum b*. con la adición de 20 kg de N por hectárea, observándose de esta manera que los promotores del crecimiento pueden trabajar bajo ciertas condiciones con cero o una baja dosis de fertilización nitrogenada.

CITAS

Albrecht, S., L.; Okon, L.; Lonnquist, Y. y Burris, R., H. 1981. Nitrogen fixation by corn-*Azospirillum* associations in a temperate climate. Crop Sci. 21: 301-306.
Andrews, M.; James, E., K.; Cummings, S., P.; Zavalin, A., A.; Vinogradova, L., V. y McKenzie, B., A. 2003. Use of nitrogen fixing bacteria inoculants as a substitute for nitrogen fertiliser for dryland graminaceous crops: progress made, mechanisms of action and future potential. Symbiosis 35:209-229.
Azcón, A., C.; Barea, J., M.; Azcón, R. y Olivares, J. 1982. Effectiveness of Rhizobium and VA mycorrhiza in the introduction of Hedysarum coronarium in a new habitat. Agriculture, Ecosystem and Environment Journal, 7:199-206.
Baldani, D., V., L.; Silva, F., J.; Dos Santos, T., K., R; Baldani, J., I. y Massena R., V. 2008. Inoculants base on nitrogen-fixing bactéria *Azospirillum spp*. and their application in tropical agriculture. En: Cassan, F.D., I.E. García de Salamone (Eds*.). Azospirillum sp*.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiología, B.A. pp. 227-237.
Baldani, V., L., D.; Baldani, J., I. y Döbereiner, J. 1987. Inoculation of field-grown wheat (*Triticum aestivum*) with *Azospirillum spp*. in Brazil. Biol. Fertil. Soils. 4: 37-40.
Bashan, Y. y Holguin, G. 1995. Inter-root movement of *Azospirillum brasilense* and subsequent root colonization of crop and weed seedlings growing in soil. Microb. Ecol. 29: 269-281.
Bashan, Y. y Levanony, H. 1990. Current status of *Azospirillum* inoculation technology: *Azospirillum* as a challenge for agriculture. Can. J. Microbiol. 36: 591-608.
Bashan, Y.; Salazar, B.; Moreno, M.; Lopez, R. y Linderman, R. 2012. Restoration of eroded soil in the Sonoran Desert with native leguminous tres using plant growth-promoting microorganisms and limited amounts of compost and water. J Environ Manag 102:26-36.
Bashan, Y. 1986. Enhancement of wheat roots colonization and plant development by *Azospirillum brasilense* Cd. following temporary depression of the rhizosphere microflora. Appl. Environ. Microbiol. 51: 1067-1071.
Berg, G. 2009. Plant–microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. Appl Microbiol Biotech 84:11-18.
Boddey, R., M.; Baldani, V., L., D.; Baldani, J., I. y Dobereiner., J. 1986. Effect of inoculation of *Azospirillum spp.* on nitrogen accumulation by field grown wheat. Plant Soil, 90: 265-292.
Caballero, M., J. 2004. Uso de *Azospirillum* como alternativa tecnológica viable para cultivos de cereales. En: Monzón de Asconegui MA, García de Salamone, IE, Miyazaki SS (eds.). Biología del suelo. Transformaciones de la materia orgánica, usos y biodiversidad de los organismos edáficos. Editoral FAUBA, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. pp. 45-49.
Cassán, F., D. y García S., I., E. 2008. *Azospirillum sp*.: Cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiología. Buenos Aires.
Cassán, F.; Perrig, D.; Sgroy, V.; Masciarelli, O.; Penna, C. y Luna, V. 2009. *Azospirillum brasilense* Az39 and *Bradyrhizobium japonicum* E109, inoculated singly or in combination,

promote seed germination and early seedling growth in corn (Zea mays L.) and soybean (Glycine max L.). Eur J Soil Biol 45:28-35.
Díaz-Zorita, M. y Fernández, C., M., V. 2008. Análisis de la producción de cereales inoculados con *Azospirillum brasilense* en la República Argentina. En: Cassán F, Garcia de Salamone IE (eds.). *Azospirillum sp*.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiología. Buenos Aires. pp. 155-166.
James, E. 2000. Nitrogen fixation in endophytic and associative symbiosis. Field Crops Res 65:197-209.
Okon, Y. 2005. PGPR - technology cases of application and futureprospects. En: Hartmann A, Schmid M, Wenzel W, Hisinger L, editores. 2004. Rhizosphere—perspectives and Challenges—a Tribute to Lorenz Hiltner. Munich, Alemania. pp. 273-274.
Patriquin, D., G.; Döbereiner, J. y Jain, D., K. 1983. Sites and processes of association between diazotrophs and grasses. Can. J. Microbiol. 29:900-915.
Richardson, A., E; Barea, J., M.; McNeill, A., M.; Prigent-Combaret, C. 2009. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. Plant and Soil 321:305-339.
Stürmer, S., L. 1998. Characterization of diversity of fungi forming arbuscular endomycorrhizae in selected plant communities. College of Agriculture, Forestry and Consumer Sciences of West Virginia University. EE.UU. 103 p.

GANADERÍA SUSTENTABLE EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE BUENOS AIRES ARGENTINA: INDICADORES

Bárbara Heguy[99]
Lorena Mendicino[100]

RESUMEN

La ganadería sustentable es aquella que permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales que lo soportan. Un sistema será sostenible si es económicamente viable, ecológicamente adecuado y cultural y socialmente aceptable. Por lo tanto, se consideran tres dimensiones a evaluar: económica, ecológica y social. En la Argentina alrededor del la ciudad autónoma de Buenos Aires, región denominada área metropolitana de Buenos Aires (AMBA) existen establecimientos de pequeñas producciones ganaderas de economías de reducida escala que abarcan una cantidad importante de productores. Las familias dedicadas a esta actividad se caracterizan por su escasa dotación de capital económico y de tierra, la mano de obra es netamente familiar; producen en una superficie menor a las 100 ha y con menos de 100 animales. Poseen lógicas productivas profundamente arraigadas, hacen de la tierra un espacio productivo y a la vez doméstico, cuyo principal producto es la masa para la confección de queso tipo mozzarella, y en menor medida quesos y recrían terneros para venderlos como gordos.
El presente trabajo pretende la construcción y uso de indicadores de sustentabilidad del sistema productivo, esta metodología contempla las características socioculturales propias del productor en el lugar. El uso de indicadores sencillos y prácticos es importante para proveer información confiable a técnicos, productores e instituciones. Estos indicadores brindarían aportes para la incorporación de diferentes paquetes tecnológicos como parte de las tecnologías de procesos.

PALABRAS CLAVE tambo, periurbano, tecnologías, economía, ecología

INTRODUCCIÓN

La sustentabilidad es un concepto multidimensional y complejo en sí mismo porque pretende cumplir, en forma simultánea, con varios objetivos o dimensiones: productivas, ecológicas o ambientales, sociales, culturales, económicas y temporales. Por lo tanto, su evaluación debe ser abordada con un enfoque holístico y sistémico (Sarandón et al., 2014). Es necesario aplicar metodologías y criterios de evaluación que se traduzcan en un análisis objetivo y cuantificable, que permita detectar los aspectos críticos que impiden el logro de la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios, y, sugerir medidas correctivas para superar dichos puntos críticos. No existe un conjunto de indicadores universales que puedan ser utilizados para cualquier situación. Las diferencias existentes en la escala de trabajo (establecimiento, región, etc.), el tipo de establecimiento, los objetivos deseados, la actividad productiva, las características de los

[1]Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Av. 60 y 119, La Plata, Buenos Aires. CP: 1900. correo electrónico: barbaraheguy@gmail.com

productores, hacen imposible su generalización. La ganadería sustentable es aquella que permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan (Sarandón et al. 2002). Un sistema será sustentable si es económicamente viable, ecológicamente adecuado y cultural y socialmente aceptable. Por lo tanto, se consideran tres dimensiones (u objetivos) a evaluar: económica, ecológica y social. En un contexto en que la ruralidad contemporánea es cada vez más diversificada y heterogénea, es necesario buscar variables que permitan entender la diversidad de las estrategias de vida en este entorno.

En la Argentina, alrededor de la ciudad autónoma de Buenos Aires, región denominada área metropolitana de Buenos Aires (AMBA) existen establecimientos de producciones ganaderas de economías de reducida escala, según el Ministerio de Agricultura de la Provincia de Buenos Aires, en el AMBA conviven 13 millones de habitantes con 4.500 productores que generan alimentos. La intervención del Estado en este territorio se manifiesta en la aplicación de programas de asignación de subsidios y asistencia técnica desde instituciones públicas.

Existen antecedentes de la utilización de indicadores de sustentabilidad para evaluar producciones agropecuarias (Abbona et al, 2007; Flores et al., 2007; Sarandón et al., 2006), pero consideramos necesario construir indicadores para este territorio periurbano que, por sus particularidades, se deben considerar variables no contempladas en otros. Asimismo se decidió construir Indicadores de sustentabilidad para que los técnicos puedan evaluar estos sistemas ganaderos y así poder recurrir a especialistas en la temática detectada como insustentable.

El objetivo del presente estudio fue elaborar indicadores de sustentabilidad desde el punto ecológico, económico y social para evaluar productores familiares lecheros de la región metropolitana de Buenos Aires.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y caracterización de los productores

El estudio comprendió la región denominada área metropolitana de Buenos Aires (AMBA), que se encuentra localizada en la Ciudad de Buenos Aires y parte de la Provincia de Buenos Aires, ubicado en la margen occidental del Rio de la Plata, con coordenadas latitud 34°S y longitud 58ºO. En una primera etapa se realizó un relevamiento a campo de establecimientos del AMBA a partir de la información suministrada por el Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria (INTA) y la Municipalidad del partido de San Vicente (Provincia de Buenos Aires). Luego de evaluar las características socio productivas de los productores, se seleccionaron y caracterizaron seis unidades demostrativas (UD). Los productores, si bien son diversificados, se definen a sí mismos como tamberos, término local que refleja que son productores ganaderos, el producto que obtienen es la leche bovina, muchos con historia laboral en el medio rural, que los capacitó para emprender su propio sistema productivo. Son considerados productores ganaderos familiares (PGF), que se han dedicado a esta actividad por su historia y su territorio, donde las condiciones agroecológicas determinan la producción ganadera y no la agrícola. Las familias dedicadas a esta actividad se caracterizan por su escasa dotación de capital económico y de tierra. Son productores familiares no capitalizados, trabajadores rurales que han accedido a una porción de tierra o alquilan, con superficie menor a las 100 ha y menos de 100 animales. Poseen lógicas productivas profundamente arraigadas, hacen de la tierra un espacio productivo y a la vez doméstico (Ramilo, 2013). El producto principal de estos sistemas es la masa para queso tipo

muzzarella, y, en menor medida, quesos y recrían terneros para venderlos como gordos. La diversificación también está dada por la producción de cerdos y/o gallinas. El principal recurso forrajero es el pastizal natural. Todos saben que la producción de quesos es una manera de agregar valor a su producto, aunque no todos lo pueden hacer por falta de infraestructura y aspectos sanitarios. Pertenecen a Grupos de Cambio Rural del INTA, que les permite acceder a subsidios del gobierno y es una importante fuente de información que surge del análisis de la propia experiencia.

Desde el año 2010 hasta el año 2014, se realizaron visitas mensuales a los establecimientos. Cada mes se visitaba una UD diferente (cada año se visitaba dos veces cada una). En cada una de las reuniones, se realizaba una presentación de la UD, con la actualización de los datos productivos y una ronda de novedades con los otros productores. En esta instancia se recolectaba los datos con entrevistas directas para obtener la información socio económica. Luego se hacía una recorrida del campo y se realizaban los censos florísticos (Braun Blanquet, 1979) para determinar la condición de los recursos forrajeros.

El marco conceptual que se adopta como concepto de agricultura sustentable como aquella que "*permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan*" (Sarandón et al. 2006). La Agricultura Sustentable considera aspectos productivos, económicos, ambientales y sociales con el fin de satisfacer necesidades alimenticias, teniendo en cuenta las generaciones futuras.

La metodología propuesta consiste en la evaluación de la sustentabilidad de los establecimientos, a través de indicadores de fácil obtención que permiten detectar tendencias a nivel de predio. De esta manera se pretende cuantificar la sustentabilidad y realizar un posterior análisis de la misma, de acuerdo al manejo que se realiza. Se establecen diferentes categorías de análisis, descriptores e indicadores para cada una de las dimensiones a analizar: ecológica, económica y social. Debido a la inexistencia de indicadores universales por causa de la diversidad de productores, actividades y escalas se diseñaron indicadores para el estudio de la sustentabilidad del caso presentado. Cada indicador se estandarizó a una única escala de 0 a 4, siendo 4 la situación de mayor sustentabilidad y 0 la menor. A su vez, en algunos casos, se diseñaron subindicadores para componer un indicador. Se estipuló que los indicadores debían alcanzar el valor medio de la escala planteada (0 a 4), es decir que 2 sería el valor por encima del cual se considera que para cada dimensión el establecimiento alcanza un nivel mínimo de sustentabilidad. Los datos obtenidos se representaron en una gráfica tipo tela de araña, radar, ameba o cometa, (Astier & Masera, 1996; Sarandón, 2002). Es un gráfico donde se representan los valores de los indicadores obtenidos y se comparan con una situación ideal. Permite detectar los puntos críticos de cada sistema, como la distancia entre la situación ideal y la actual (Sarandón, 2002). Sintetiza numerosa información importante y permite una visión general, holística del problema (Sarandón et al., 2009) La definición de los principales puntos críticos permite prestar especial atención, en el futuro, al manejo de tales aspectos con el fin de promover el avance hacia la sustentabilidad (Sarandón et al., 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Elaboración de indicadores

Indicadores de la Dimensión ecológica: para la evaluación de la sustentabilidad ecológica se consideró la biodiversidad como categoría de análisis y la condición del pastizal como descriptor.

El indicador utilizado fue la cobertura total del pastizal, la cobertura de gramíneas, leguminosa, de las malezas y la broza, debido a que provee de información sobre la condición del pastizal. Un sistema será ecológicamente sustentable si conserva o mejora los recursos prediales; en este caso la biodiversidad.

Biodiversidad
Descriptores: la condición del pastizal. La condición puede interpretarse como el "estado de salud" de un recurso forrajero (Oesterheld & Sala, 1994). En pastizales, las comunidades y su proporción, la presencia de las especies o grupos funcionales en cada comunidad, definirán la condición del pastizal y, por lo tanto, podrán estimar la productividad y estacionalidad. Se considera como especies deseables a las gramíneas y, dentro de ellas, la presencia conjunta de las gramíneas invernales y estivales. La presencia baja de malezas y valores altos de broza (material muerto) en el suelo son las otras variables que caracterizan la buena condición del pastizal. Un sistema será más sustentable si posee una mayor cobertura total del suelo, de gramíneas invernales y estivales, de leguminosas de broza y menor cobertura de malezas

A.1 Variable cobertura total.

Valor	Porcentaje de cobertura
4	entre 80 y 100%
3	entre 60 y 80%
22	entre 40 y 60%
1	menor a 40 %

A.2. Variable cobertura de gramíneas

Valor	Porcentaje de cobertura
4	entre 80 y 100%
3	entre 60 y 80%
22	entre 40 y 60%
1	menor a 40 %

A.3. Variable cobertura de leguminosas.

Valor	Porcentaje de cobertura
4	entre 20 y 30%
3	entre 30 y 20%
2	entre 20 y 10%
1	menor a 5 %

A.4. Variable cobertura de broza

Valor	Porcentaje de cobertura
4	entre 20 y 30%
3	entre 30 y 20%
2	entre 20 y 10%
1	menor a 5 %

A.5. Variable cobertura de malezas

4	Menor a 5%
3	Entre 5 y10%
22	Entre 10%y 30%
1	Mayor a 30%

Dimensión ecológica (DE): ((2* A1)+(2*A2)+A3+A4+ (2*A4)/6

Indicadores de la dimensión económica (DEcon): para definir la dimensión económica la categoría de análisis fue la estabilidad económica. Para a estabilidad económica se utilizó como descriptor:
A: Riesgo económico. Indicadores:
A.1. La diversificación: se considera la cantidad de diferentes producto que el sistema ofrece al mercado, como ser masa para muzarella, quesos, leche fluida, terneros al destete, novillitos, cerdos, gallinas, conejos. A mayor diversificación menor riesgo y mayor sustentable es el sistema. Ponderación: 2.

A.2. Los canales de comercialización: los productos obtenidos en la actividad ganadera pueden ser ofertados en diferentes vías de comercialización, por un lado la masa para muzzarela se vende a las empresas que fabrican este producto , lo quesos en ferias o a vecinos y los terneros para carne y demás productos en canales no formales Se considera una mayor tendencia a la

sustentabilidad al observarse mayor número de posibilidades de comercialización, lugar, grado de formalidad y continuidad en la comercialización del producto. Ponderación 1

A.3. La dependencia de insumos externos: se considera la dependencia en cuanto a la compra de semillas, herbicidas, fertilizantes y la contratación de servicios para la implantación de pasturas. A mayor dependencia menor sustentabilidad. Ponderación 2.

A.4. Calidad del producto: la calidad el producto de venta principal: a partir de las características sanitarias del rodeo, instalaciones del ordeñe, manejo de la leche y sanidad en la sala de elaboración de la masa o quesos. Ponderación 2

DEcon = ((2*A1)+ (A2)+ (2*A3)+ (2*A4))/7

Indicadores de la Dimensión social (DS): la dimensión social se dividió en tres categorías de análisis: la continuidad, la relación con el entorno y la calidad de vida: La continuidad se definió mediante el descriptor capital familiar y como indicador se tomó la sucesión. La relación con el entorno se describió a partir del capital social y su indicador fue el grado de participación del productor en asociaciones, capacitaciones, etc. La categoría calidad de vida se describió mediante las necesidades básicas asociado a dos subindicadores: la vivienda y el acceso a los servicios.

Categoría de análisis Continuidad: expresa la continuidad del predio familiar en los siguientes 25 años por los hijos y/o familiares más jóvenes de los productores. Indicador: sucesión.

Categoría de análisis calidad de vida: las necesidades básicas se tomaron como indicadores la Vivienda (V) y el acceso a los servicios (Ss) (cuadro 7 y 8)

B.1 Indicador Vivienda: hace referencia a condiciones de vida que la actividad le permite mantener.

Valor	0	1	2	3	4
Variable	Vivienda muy precaria, en malas condiciones	Vivienda precaria, en medianas condiciones	Vivienda humilde pero en buenas condiciones	Vivienda de material, en buenas condiciones	Vivienda definitiva con comodidades para todos los familiares

B.2 Indicador Servicios (cuadro 8): indica la presencia o no de los servicios básicos de agua, luz y gas. Del mismo modo que el indicador anterior, refleja las condiciones de vida que la actividad le permite mantener.

Valor	0	1	2	3	4
Variable	Sin servicios	Carece de la mayoría	Solo carece de uno	Posible acceso a todos	Tienen todos los servicios

C. Categoría de análisis Relación con el entorno. El descriptor es el capital social y el indicador se estimó según el grado de participación de los productores en cooperativas, asociaciones, grupos de productores. La participación es algo valioso y positivo para la sustentabilidad del sistema (Cuadro 9).

Valor	0	1	2	3	4

Variable	No participa de ningún tipo de organización	Escasa participación	Esporádica Participación	Moderada participación En asociaciones relacionadas a la ganadería	Alta participación en asociaciones relacionadas a la ganadería y otras

DS: (A + (B*2)+(C*2))/5

A partir de la información recolectada en las UD, se tomaron los valores de los indicadores para cada una de ellas, luego se obtuvo el valor promedio y por último se calculó el valor de cada una de las dimensiones de análisis (Cuadro 10).

Cuadro 10. Valores obtenidos de cada dimensión según categoría de análisis, descriptores e indicadores utilizados: su valor asignado y la ponderación de cada uno.

Dimensión	Categoría de análisis	Descriptor	Resultado	Indicador	Valoración asignada	Ponderación
Ecológica Resultado: 3.4	Biodiversidad	Condición del pastizal	3	% cobertura total	4	2
			4	% cobertura gramíneas invernales y estivales	4	2
			3	% cobertura de leguminosas	4	1
			3	% cobertura de broza	4	1
			2	% cobertura de malezas	4	2
Económica Resultado: 1,48	Estabilidad Económica	Riesgo económico	2	Diversificación	4	2
			2	Canales de comercialización	4	1
			1,5	Dependencia de insumos	4	2
			1	Calidad del producto	4	2
Social Resultado: 3	Continuidad	Capital familiar	3	sucesión	4	
	Relación con el entorno	Capital social	4	Grado de participación del productor en asociaciones, capacitaciones	4	1
	Calidad de vida	Necesidades básicas	3	Vivienda y servicios	4	

La representación con gráficos muestra de cada uno de los indicadores la situación actual de cada UD en referencia a una situación tomada como sustentable, cuanto mayor es esa distancia, indica que ese aspecto está afectando negativamente la sustentabilidad y, por lo tanto, debería ser tomado en cuenta por parte de los técnicos para su intervención y mejora. Los resultados obtenidos a través del uso de los indicadores nos permiten realizar un análisis de cada dimensión de sustentabilidad, definidas al inicio del trabajo. El objetivo de la metodología es determinar los puntos críticos que comprometerían la sustentabilidad de los sistemas ganaderos. Esto se refleja como la diferencia entre el valor ideal y el valor real obtenido. Por otra parte, si los indicadores están bien construidos, nos brindarán información valiosa acerca de las causas que originan estos problemas. La definición de los principales puntos críticos permite prestar especial atención, en el futuro, al manejo de tales aspectos con el fin de promover el avance hacia la sustentabilidad.

De la dimensión ecológica, se desprende de la Figura 1, que si bien el resultado total evidencia su sustentabilidad en todas las UD (Tabla 10), sin embargo al analizar en particular el Indicador maleza, dos de las UD no son sustentables, y se relaciona con el uso del método de pastoreo continuo que lleva a la expresión de estas especies y es un punto de alerta hacia una futura degradación del recurso (Jacobo et al, 2006). La sustentabilidad del sistema en esta dimensión está fuertemente asociado a la presencia de gramíneas, leguminosas y la broza, y a la potencialidad de estos pastizales a recuperarse por poseer un banco de semilla de gran tamaño (Lissarrgue et al., 2014). Es importante destacar que el pastizal natural en buenas condiciones brinda al ganado forraje de muy buena calidad y cantidad a lo largo del año.

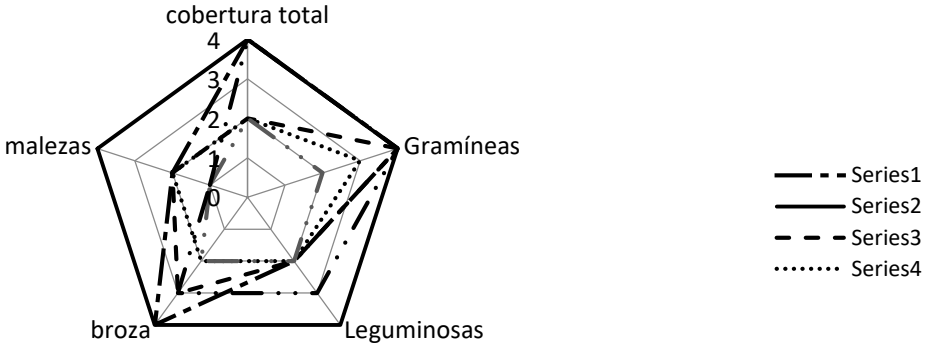


Figura 1: Diagrama de tela de araña representando los indicadores ecológicos de 6 unidades demostrativas (series 1 al 6) de la región periurbana de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

La dimensión económica no es sustentable en todas las UD (Tabla 10). Al analizar el gráfico tela de araña (Figura 2) se observa como los puntos críticos son la calidad del producto y la dependencia de insumos externos. El primero principalmente está afectado por la baja sanidad del rodeo y la precariedad de las instalaciones que poseen, no cumplen con los requisitos sanitarios para su habilitación. La calidad del producto que obtienen sólo les permite comercializarlo como masa para empresas que fabrican el queso muzzarella. La dependencia de insumos externos se relaciona a la alta carga animal que supera la receptividad de sus recursos forrajeros (Golluscio, 2010), deben comprar alimento balanceado de alto costo al no alcanzarles el pasto para cubrir la dieta de las vacas. En algunos de los establecimientos se ha reemplazado parte del pastizal natural por verdeos, sin la debida evaluación y, al ser cultivos anuales, todos los años se deben implantar, con el consecuente costo y la dependencia del servicio de terceros para todas las labores culturales, que al ser superficies muy pequeñas, la posibilidad de que se

realicen en tiempo y forma es muy difícil. En parte de este territorio, además, se suma la restricción del uso de agroquímicos con máquinas pulverizadoras y fumigadoras.

Los indicadores sociales (Figura 2) muestran variaciones según las UD pero en todas se muestra una integración entre ellas debido a la intervención del INTA. La mayoría de de los productores ha recibido máquinas ordeñadoras de dos bajadas, y todos los años insumos, principalmente semillas forrajeras anuales (avena o sorgo forrajero). El acceso a estos insumos muchas veces no es acompañado por un apoyo técnico adecuado. Una de las problemáticas que se evidencia es que la mayoría de las UD no tienen sucesión hecho relacionado a que los jóvenes migran, por su cercanía, a las grandes ciudades.

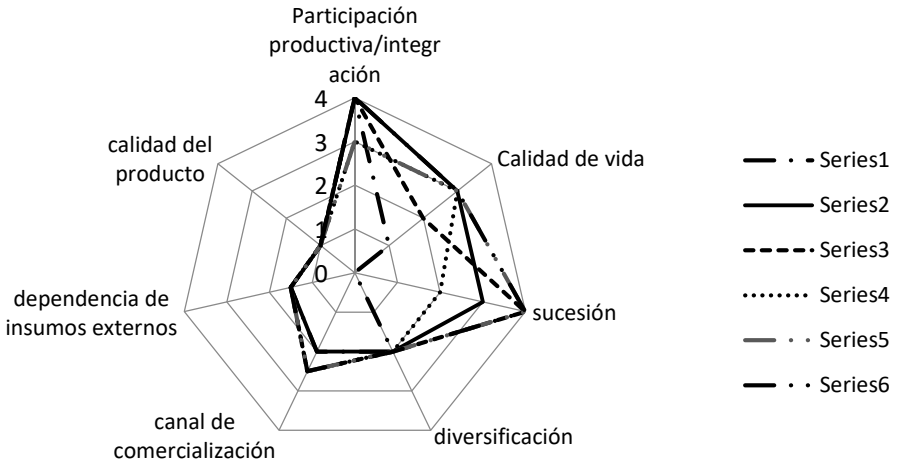


Figura 2: Diagrama de tela de araña representando los indicadores económicos y sociales de 6 unidades demostrativas (series 1 al 6) de la región periurbana de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

El objetivo de esta metodología es, por un lado, permitir una evaluación de la sustentabilidad, pero también facilitar las propuestas de medidas correctivas a realizar para mejorar, dentro de lo posible, los puntos críticos. A partir del diagnóstico efectuado, se pueden proponer medidas correctivas y efectuar un monitoreo de las mismas en el tiempo. Para ello podrían elaborarse un conjunto de indicadores para este monitoreo, que permitan realizar un seguimiento de la evolución de aquellos aspectos detectados como críticos para la sustentabilidad del sistema analizado.
Esta metodología de análisis hace hincapié o está basada en un abordaje holístico de la problemática. Esto no significa que el análisis deba restringirse, necesariamente, sólo a las apreciaciones generales del problema. La profundización de aquellos aspectos que a priori, aparezcan como críticos, es un paso que puede continuarse o emprenderse con la profundidad y nivel de análisis que se desee. Lo que la metodología permite es clarificar cuales son, justamente, aquellos aspectos que merecen un análisis más detallado.

CONCLUSIONES

Si bien la evaluación de la sustentabilidad a nivel predial resulta compleja debido a la multidimensionalidad del concepto, con el uso de indicadores, se pudo establecer de manera sencilla y rápida los puntos críticos que afectan a la sustentabilidad de un sistema productivo.

No obstante, este tipo de indicadores nos permiten evaluar la sustentabilidad en un determinado momento. No debe olvidarse que se debe realizar, de manera paralela, un análisis de la situación del sistema años atrás e ir evaluando con cierta periodicidad cómo van cambiando los valores en el tiempo (si es que hay cambios).

Se concluye que estos establecimientos va en camino a conservar la base de los recursos productivos, atendiendo algunas cuestiones; que económicamente no son viables con el manejo que realizan. Asimismo, los productores viven dignamente y están convencidos culturalmente del manejo que realizan en el sistema.

El uso de indicadores sencillos y prácticos, es vital para proveer a los técnicos, productores e instituciones, de información confiable y comprensible de los impactos y costos de la incorporación de diferentes paquetes tecnológicos y la importancia de la utilización de tecnologías de procesos, marco conceptual en el que se inscribe la propuesta de la transición agroecológica a nivel establecimiento, la cual implica la sustitución de tecnologías dependientes de insumos y técnicas de manejo degradantes del medio por otras que permitan mantener o mejorar la condición y la capacidad productiva del recurso natural suelo-planta a largo plazo.

AGRADECIMIENTOS
A Rita Lettieri, Anahí Musso, María Isable Lissarrague y M. Cristina Vecchio por la toma de datos a campo

LITERATURA CITADA
Abbona EA, SJ Sarandón, ME Marasas & M Astier (2007) Ecological sustainability evaluation of traditional management in different vineyard systems in Berisso, Argentina. Agriculture, Ecosystems and Environment Vol 119 (3-4): 335-345.
Astier M & O Masera (1996) Metodología para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS). Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. Gira. Documento de Trabajo Nº 17: 1-30.
Braun-Blanquet J (1979) Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Blume Ediciones, Madrid. pp 820.
Golluscio, R. 2009. Receptividad ganadera: marco teórico y aplicaciones prácticas. Ecología Austral. Vol 19:215-226.
Jacobo et al., 2006. Rotational effects on rangeland vegetation at a farm scale. Rangeland Ecol Manage 59:249-257.
LISSARRAGUE, M.I.; VECCHIO M.C.; HEGUY, B.; MENDICINO, L., LETTIERI, M.R. Y MUSSO, A. 2014. Evaluación del banco de semillas estival de un pastizal halomórficola de la Pampa Deprimida. Argentina. Balcarce. Revista. Resumen. Congreso. 37º Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal. RAPA 2014. Asociación Argentina Producción Animal.
Oesterheld, M y Sala, O E. 1994. Modelos ecológicos tradicionales y actuales para interpretar la dinámica de la vegetación. El caso del pastizal de la Pampa Deprimida. *Rev. Argentina de Producción Animal*. 14:9-14.
Ramilo, Diego Nicolás 2013. La agricultura familiar en la Argentina: diferentes abordajes para su estudio / Diego Nicolás Ramilo y Guido Prividera. - Nº20. - Buenos Aires: Ediciones INTA, 2013. 310 p.; 24x17 cm. ISBN 978-987-679-198-4 1. Agricultura Familiar. I. Prividera, Guido II. Título CDD 630.
Sarandón, S.J. (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En Agroecología: "El camino hacia una agricultura sustentable", S.J. Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata. Cap 20: 393-414. ISBN: 987-9486-03-X.
Sarandón, Santiago J. (2009). Capítulo 4: Biodiversidad, agrobiodiversidad y agricultura sustentable: Análisis del Convenio sobre Diversidad Biológica. En: Vertientes del pensamiento

agroecológico: fundamentos y aplicaciones. SOCLA 2009.
Sarandón SJ, ME Marasas, F Dipietro, A Belaus, W Muiño & E Oscares (2006) Evaluación de la sustentabilidad del manejo de suelos en agroecosistemas de la provincia de La Pampa, Argentina, mediante el uso de indicadores. Revista Brasilera de Agroecología, Vol 1 (1): 497-500.
Sarandón SJ, MS Zuluaga, R Cieza, C Gómez, L Janjetic & E Negrete (2006) Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. Revista Agroecología, Vol 1: 19-28. España.
Sarandón S.J. & CC Flores. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. Revista Agroecología, Vol 4: 19-28 España. ISSN: 1989-4686.

BANCOS LOCALES DE SEMILLA (BLS) EN LA CONSERVACIÓN DE RECURSOS FITOGENÉTICOS EN HOLGUÍN, CUBA

Autores: Zulema Rodríguez- Fuentes[1],
Nelsón Ramón Rodríguez -Peña [1],
Edecio Mauricio Betancourt- Oberto[1],
Eugenio Rodríguez -Cedeño [2],
Yovanis Ferras -Téllez [2],
Elaisis Milán- Leyva [2]

RESUMEN

En los años comprendidos entre el 2012-2016, especialistas de la Estación Territorial de Pastos y Forrajes de Holguín (ETPF) en conjunto con investigadores y extensionistas, trabajaron en el establecimiento de Bancos Locales de Semilla en 11 municipios de la provincia de Holguín, partiendo del reconocimiento de las demandas de capacitación de los productores a nivel local, para la recuperación de especies forrajeras; lo que promovió acciones conjuntas entre productores experimentadores, extensionistas municipales, investigadores de la UEICA-H y especialistas de la ETPF; encaminadas a la recuperación, establecimiento y extensión de cultivares de pastos y forrajes y otras especies empleadas en la alimentación animal, al incremento de la diversidad, la capacitación “in situ” y la evaluación empírica de los materiales establecidos a través de la observación por parte de los productores. Esto facilitó procesos de Extensión - Innovación (ferias de biodiversidad, ferias tecnológicas, intercambio de semillas asexuales, así como el intercambio de experiencia), lográndose como resultados el establecimiento de 18 bancos locales de semilla, la realización de 57 ferias de biodiversidad y 54 ferias tecnológicas donde fueron capacitados 36 231 productores.

Palabras claves: Diversidad, especies forrajeras, capacitación, extensión.

INTRODUCCIÓN

En Cuba se han promovido acciones para fomentar el desarrollo de tecnologías y prácticas que estimulen un cambio de actitud en los productores hacia estilos de vida más amigables con la naturaleza (De Souza *et al*, 2001). Autores como Espinosa, María Fernanda, (2000) plantean que su aplicación exige un cambio de paradigma en agricultores, dirigentes y académicos, lo que implica cambiar valores, conceptos y enfoques para moldear la forma de pensar y actuar, en relación con el proceso de desarrollo de la agricultura y la economía del país.

El diagnóstico como herramienta para identificar las demandas, nos permite definir necesidades materiales, tecnológicas y de conocimientos de los productores; también ayuda a conocer la situación económica y socio-cultural de un grupo o comunidad; nos muestra la situación real, el por qué de las cosas, y cómo se inició una situación determinada. Por otro lado, es fundamental que todas las acciones que se emprendan en función de satisfacer estas demandas, especialmente en el orden técnico, estén acompañadas de procesos de información, capacitación y sensibilización (Núñez, 2002).

Villareal (2001), en el modelo "Productor-Experimentador" reconoce la presencia de productores líderes en las comunidades en todo este proceso, y con el fin de darle valor agregado a su existencia, plantea la necesidad de agruparlos, los que en asociación con un asesor, adoptan principios básicos de investigación y experimentación a fin de corregir las ineficacias e ineficiencias a diferentes niveles en las Unidades de Producción Rurales.

Pineiro *et al* (2006), corrobora lo antes expuesto, y manifiesta que los agricultores no se limitan a escuchar, sino que experimentan, descubren y tratan de entender los diferentes aspectos de un problema a través del trabajo práctico y la observación activa.

Otros autores (Loch, 1991; Vieito, 2000), consideran que la semilla de pastos puede ser una opción financiera importante para las fincas, ya que existe una baja disponibilidad de estas por parte de los productores y poca prioridad en cuanto a las investigaciones a nivel local.

La implementación de Bancos Locales de Semillas (BLS) ha sido una estrategia de trabajo prioritaria desde hace tres años por la Estación Territorial de Pastos y Forrajes (ETPF) con el fin de recuperar la producción de pastos y forrajes a nivel local. En este proceso intervienen extensionistas, investigadores y especialistas de la UEICA-H, lo que fortalece la articulación con los productores y adopción por parte de estos no solo de Pastos y Forrajes sino de otras especies (soya, yuca, boniato).

Tomando en consideración estos aspectos se propone como objetivo: Establecer BLS como una opción sostenible para la recuperación e incremento de los pastos y forrajes en Holguín.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Estación Territorial de Pastos y Forrajes de Holguín (ETPF) perteneciente a la UEICAH entre los años 2012 - 2016, inició un trabajo para apoyar la recuperación ganadera de la provincia de Holguín, para ello partió de un diagnóstico participativo, con el objetivo de Establecer BLS como una opción sostenible para la recuperación e incremento de los pastos y forrajes en Holguín.

A partir de la demanda obtenida y aprovechando la existencia de los agentes extensión de la UEICA-H que laboran en los diferentes territorios de la provincia, así como, el aporte brindado por investigadores de la institución, especialistas de la ETPF, la disposición y experiencia práctica de productores experimentadores; se inició un trabajo de establecimiento de Bancos Locales de Semillas, los que se aprovecharon con disímiles propósitos:

Recuperar, establecer, multiplicar y extender en los municipios cultivares de pastos y forrajes y otras especies adaptadas según regionalización,

Incrementar la diversidad de los pastos y forrajes a nivel local.

Utilizar estos espacios como escuelas de agricultores para la capacitación “in situ”

Promover por parte de los productores la evaluación y selección a través de la observación de los materiales establecidos.

Los Bancos Locales de Semillas de cada uno de los municipios se establecieron a partir de materiales donados por unidades productivas, productores y del banco de germoplasma de la ETPF.

Los BLS se han empleados para promover procesos de Extensión - Innovación; creando espacios para el intercambio de experiencias y de semillas; fortaleciendo la articulación y relaciones de trabajo entre extensionistas, productores experimentadores, actores locales, la ETPF y comunidades rurales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 1. Bancos locales de semillas establecidos en Holguín. Ferias de biodiversidad, tecnológicas, capacitaciones y productores capacitados (2012 -2016)

Municipio	BLS	Feria biodiversidad	Feria tecnológicas	Talleres	Capacitaciones	Productores capacitados
Gibara	3	7	5	20	36	3 496
Rafael Freyre	2	6	5	14	28	2 983
Banes	2	7	8	22	42	4 125
Báguano	1	7	7	19	31	3 938
Sagua de Tánamo	1	5	2	11	25	1 834
Mayarí	1	6	4	17	32	3 785
Cueto	1	5	5	16	28	3 206
Urbano Noris	1	6	8	21	40	4 562
Fran País	1	2	5	12	28	2 059
Holguín	2	3	2	15	27	3 257
Calixto García	3	3	3	12	28	2 986
Total	**18**	**57**	**54**	**179**	**345**	**36 231**

Fuente: Subdirección de Investigación-Extensión UEICA-H.

El desarrollo de acciones en los BLS permitió:

Rescatar los cultivares criollos (napier, pasto estrella); el establecimiento de nuevas variedades forrajeras (CT 600, CT 601, CT 500, OM-22, CT 800, CT 801); la extensión de Morera, Moringa, Tithonia, bermuda cruzada, bermuda de costa y buffel.

Incrementar la biodiversidad representado en la adopción por parte de productores de más de 2 especies y 3 variedades en sus fincas (Guinea likoni, Guinea enana, Guinea mombasa, Buffel formidable, Buffel molopo, Buffel ecosistema Holguín)

Introducir el boniato forrajero (IB 65-2013) y la yuca (IY93-4) como alternativa para la alimentación de aves y cerdos.

Desarrollar talleres de alimento para animales promoviendo el empleo de recursos locales en la formulación de piensos y la utilización de otras plantas como forrajes.

Irradiar los resultados obtenidos por los productores a través de la divulgación de las experiencias en programas radiales y videos.

CONCLUSIONES

Los BLS posibilitan la conservación, multiplicación y extensión de recursos fitogenéticos forrajeros adaptados a las condiciones edafoclimáticas de cada localidad

Los BLS propician procesos de extensión-innovación ampliando las capacidades de los productores experimentadores a nivel local

BIBLIOGRAFÍA

De Souza Silva, J. *et al* (2001). *La dimensión de estrategia en la construcción de la sostenibilidad institucional*. Serie Innovación para la Sostenibilidad Institucional. San José, Costa Rica: Proyecto ISNAR «Nuevo Paradigma»; y H. Machado, A. Suset., G. Martín. y F.R. Funes-Monzote, 2009. Del enfoque reduccionista al enfoque de sistema en la agricultura cubana: un necesario cambio de visión. *Pastos y Forrajes* 32(3): 215-235.Del 27 de mayo al 5 de julio del 2002

Calviño, M. (2005). Pensar En grupo. Tomado del diplomado de Trabajo Grupal y Coordinación. UHO Oscar Lucero Moya

Espinosa, Maria Fernanda. (2000). «Ethnic Politics and state Reform in Ecuador». In:Willem Assies et.al. (Eds.). *The Challenge of Diversity: Indigenous Peoples and the Reform of the State in Latin America.* Thela Thesis. CEDLA, University of Amsterdam. Amsterdam. p. 47-57.2033 K Street, NW Washington, DC 20006–1002 USA.June, 2005

Núñez Prieto, Claudia. (2002) Manejo de Recursos Naturales desde la Visión Municipal y la Gestión Local Participativa Cooperación Internacional para el Desarrollo, CID. Ecuador. Enters T. y J. Anderson. Descentralización y transferencia de competencias en materia de conservación de la diversidad biológica. 13 pág.

Pineiro, M.; Pozo, D.; Cruz, G. (2006). Un mejor manejo del ganado en Guatemala

Vieito, E.; Silva, Clavel, N.; González. P.J.; Yáñez, S.; Funes, F. & Arzola, J. (2000). CUBASEM: comercializadora de semillas forrajeras cubanas. Memorias. II Taller Internacional “La semilla en la ganadería tropical”. SEMIH (2000). EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. s.

Villareal F., Everardo (2001). Guía para la aplicación del modelo productor experimentador. Secretaria de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Peca y Alimentación. México

Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A.C.

USO Y VALOR NUTRITIVO DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE VEGETACIÓN SECUNDARIA PARA LA ALIMENTACIÓN DE OVINOS EN QUINTANA ROO, MÉXICO.

Edgar Enrique Sosa-Rubio[1*]
José Demetrio Pérez-Rodríguez[1]
Eduardo José Cabrera-Torres[1]

RESUMEN

Se evaluó el potencial de árboles forrajeros para la alimentación de ovinos. Mediante una entrevista a 100 productores seleccionados al azar, se lograron identificar y colectar plantas leñosas con potencial forrajero (87% de las especies identificadas fueron clasificadas como árboles y el 13% como arbustos), y determinar su composición química (proteína cruda, digestibilidad in vitro de la materia seca, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, fenoles y taninos). Posteriormente se condujo una prueba de conducta ingestiva e índice de preferencia de ovinos con cinco especies del total colectado. Por último, se determinó el valor alimenticio de cinco especies arbóreas en términos de ganancia de peso y consumo de forraje. Para esto, se asignaron al azar 25 corderos a los siguientes tratamientos: pastoreo de gramíneas (PG), PG + 25% follaje arbóreo (FA), PG + 50% FA, PG + 75% FA y 100% FA. Como resultado de las entrevistas, un total de 4 arbustos y 26 árboles fueron identificados. El 70% de las especies analizadas tuvieron 12% o más PC, los niveles más altos se presentaron en la *Leucaena leucocephala* con 30% y *Cecropia obtusifolia* con 24%. La DIVMS varió de 39 a 79%. En las pruebas de preferencia *Guazuma ulmifolia* fue la especie más preferida, con 85 bocados/min y 170 g de consumo. La especie menos preferida ($P<0.05$) fue *Piscidia piscipula* con 20 g de consumo. Las mejores ganancias de peso se observaron cuando las dietas incluyeron de 75 a 100% de follaje arbóreo. Esta diversidad de especies forrajeras en áreas de pastizal con vegetación secundaria representa una alternativa para la alimentación de rumiantes en los trópicos.

Palabras clave: árboles, follaje, ganancia de peso, ovinos.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Quintana Roo se destruyen anualmente 70,000 ha de vegetación arbórea (Solano, 1994). Ante esta situación, la utilización de árboles y arbustos en los sistemas pecuarios puede ser un aliciente para disminuir el deterioro de estos recursos, y aprovechar su potencial en la ganadería (Kú et al., 1999). La Península de Yucatán posee una gran variedad de especies arbóreas que presentan características adecuadas para ser incorporadas en los sistemas de producción de animal (Reyes y Jiménez, 1998); sin embargo, aunque el uso del follaje de estas especies en la alimentación de rumiantes es una práctica conocida por los productores, su aprovechamiento es limitado (Camero, 1995; Benavides, 1993). La ganadería tropical afronta varios problemas entre los que destacan la variabilidad de la cantidad y calidad del forraje a través del año, lo que repercute negativamente en los parámetros productivos y reproductivos del ganado (Enríquez et al., 1999). Ante esta situación, el follaje de especies arbóreas puede ser una buena alternativa, debido a que diferentes árboles y arbustos tienen un gran potencial como forraje, es decir, alto contenido de proteína comparado con las gramíneas y rendimiento de biomasa (Pezo et al., 1990; FAO, 1992). Además de la alimentación animal, el uso de las especies

arbóreas y arbustivas de vegetación natural puede ser tan diverso como: cercas vivas, sombra, medicinales, ornamentales, etc. (Negreros, 1993; Otaróla,1985; Sosa et al., 2000). Así mismo, contribuyen a la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios al incrementar el reciclaje de nutrientes, controlar la erosión, mejorar las condiciones físicas y biológicas del suelo, y considerarse como elementos de reforestación en el sistema (Moechiutti et al., 1995). Para que un árbol pueda ser considerado como forrajero, es importante tomar en cuenta que el contenido de nutrimentos sea adecuado, que su consumo promueva cambios en parámetros productivos, que los niveles de compuestos secundarios no afecten su consumo, debe ser tolerante a la poda, además de mantener niveles adecuados de biomasa (Solano, 1994; Reyes y Jiménez, 1998; Camero, 1995; Pezo et al., 1990). En este sentido, especies como *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Bursera simaruba* y *Vitex gaumeri*, han sido reportadas con potencial forrajero para el sureste mexicano (Solano, 1994; Reyes y Jiménez, 1998; Pezo, 1997). Al respecto, diferentes especies arbóreas han demostrado sus bondades en la producción de rumiantes. En bovinos se han encontrado buenos aumentos de peso y producción de leche cuando el follaje de *Gliricidia sepium* es incorporado a la dieta (Chadhocar y Lacamwasan,1982). En el caso de las ovejas, la inclusión de Gliricidia maculata en la dieta incremento la supervivencia y peso de los corderos (Chadhocar y Kantharaju,1980); y en corderos suplementados con follaje de *Brosimum alicastrum*, se obtuvieron ganancias de 77 g/día, superiores a las obtenidas con sólo pastoreo (45 g/día) (Pérez et al., 1995).

Un aspecto importante a considerar en el uso de las especies arbóreas en la alimentación animal, es la presencia de metabolitos secundarios como los fenoles y compuestos fenólicos como los taninos; estos compuestos al ser consumidos, se relacionan con problemas como toxicidad potencial, reducción en la palatabilidad y en la digestibilidad de algunas especies forrajeras y efectos adversos sobre la respuesta animal, entre otros (Norton,1994; Chávez, 1994; Rodríguez et al., 1987). Con base a lo anterior se llevó a cabo el presente trabajo con los siguientes objetivos: identificar plantas leñosas con potencial forrajero para rumiantes y determinar su composición química; estimar el índice de preferencia y conducta ingestiva de ovinos en cinco especies arbóreas, y determinar su valor alimenticio en ovinos, en términos de ganancia de peso y consumo voluntario.

MATERIALES Y METODOS

Identificación y caracterización de especies arbóreas

En el primer año de estudio se visitaron 100 unidades ganaderas seleccionadas al azar, del padrón registrado en el estado. En cada unidad se entrevistó al productor para identificar las especies arbóreas y sus usos múltiples. Con la encuesta se recabaron los siguientes datos del predio: tamaño, orientación productiva y vegetación; y de las especies arbóreas: usos y forma biológica. La información fue complementada con la colecta de las especies, revisión de ejemplares de herbario e información bibliográfica.

Composición química y digestibilidad de las especies arbóreas

Una vez identificadas las especies, se tomaron al menos 500 g de hoja y pecíolo de los diferentes árboles y arbustos. Las muestras se secaron en una estufa de aire forzado a 60°C hasta alcanzar peso constante, para determinar la materia seca total, y posteriormente molidas en un molino Willey con criba de 1 mm. A cada muestra se le determinó por duplicado el contenido de cenizas, fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), proteína cruda (PC), taninos, compuestos fenólicos y la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) (Tejada, 1985). Las siguientes fases del estudio se llevaron a cabo en el anexo “El Consuelo” perteneciente al Campo

Experimental Chetumal del INIFAP en Quintana Roo, localizado a 10 msnm, con una temperatura promedio anual de 27.6°C y precipitación media anual de 1,300 mm.

Pruebas de alimentación con ovinos

Se llevaron a cabo dos pruebas con ovinos, la primera fue de preferencia, la cual consistió en ofrecer a seis ovinos al mismo tiempo y en cantidades iguales, el follaje de las siguientes especies: *Bursera simaruba*, *Spondias mombin*, *Piscidia piscipula*, *Lysiloma bahamense*, y *Guazuma ulmifolia*, las cuales fueron seleccionadas del listado de especies identificadas por los productores. La prueba tuvo una duración de dos días consecutivos; cada día los ovinos fueron observados en forma directa por un período de 25 min (Ortega y Provenza, 1993), y se tomaron los siguientes datos de conducta ingestiva: número total de bocados por animal en cada planta, y consumo del follaje por planta (calculado por diferencia de peso de lo ofrecido y rechazado). Con esta información se calculó la velocidad de consumo (g/min), expresada como la cantidad consumida de la planta por unidad de tiempo, y la velocidad de bocado (bocados/min). También se determinó el índice de preferencia, calculado como la fracción del número total de bocados por 5 min de cada planta; los valores de preferencia oscilan de 0 a 1, valores menores a 0.5 representan preferencia baja y viceversa. Los datos de esta prueba fueron analizados mediante varianza con un diseño completamente al azar, y comparación de medias por medio de la prueba de Duncan. La segunda prueba fue una evaluación nutricional de follaje arbóreo en la alimentación de ovinos, para lo cual se seleccionaron las especies que presentaron la más alta (*Guazuma ulmifolia*) y baja (*Piscidia picipula*) preferencia de la prueba anterior, y se incorporaron otras tres especies: *Cecropia obtusifolia, Vitex gaumeri* y *Gmelina arbórea* (de las cuales se tiene conocimiento que son consumidas por los ovinos). Cada especie arbórea fue evaluada en forma independiente y para cada una de ellas se utilizaron 25 ovinos encastados de Peli buey y Blackbelly con un peso inicial promedio de 13 kg. Los ovinos fueron distribuidos al azar en números iguales en los siguientes tratamientos: T1) Ocho horas de pastoreo de estrella de África (testigo); T2) Seis horas de pastoreo de zacate estrella de áfrica (Cynodon plectostachyus) más follaje arbóreo en un 25% del requerimiento de materia seca de los ovinos; T3) Cuatro horas de pastoreo de estrella más follaje arbóreo en una 50% del requerimiento de materia seca de los ovinos; T4) Dos horas de pastoreo de estrella más follaje arbóreo en un 75% del requerimiento de materia seca de los ovinos; T5) Follaje arbóreo a libre consumo. Los ovinos tuvieron un período de adaptación al manejo y al consumo del follaje de los árboles de 10 días, seguidos de 45 de evaluación, el follaje de la especie en estudio se cosechó diariamente. Después del período de pastoreo de cada tratamiento, los ovinos fueron estabulados y se les ofreció a los grupos 2, 3 y 4 el follaje de la especie en estudio en un comedero. El grupo 5 permaneció estabulado todo el tiempo. Las variables evaluadas fueron el consumo de forraje, calculado como la diferencia entre el peso del forraje ofrecido y rechazado cada día para los tratamientos 2 al 5 y la ganancia de peso para todos los tratamientos. Los datos de la prueba de cada planta fueron analizados mediante varianza completamente al azar, y comparación de medias por medio de la prueba de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación y caracterización de especies arbóreas

Se identificaron y caracterizaron un total de 30 especies forrajeras, que representaron 14 familias botánicas: Leguminoseae (12), Zapotaceae (2), Malphigiaceae (2), Moraceae (2), Malvaceae (2), Anacardiaceae (1), Verbenaceae (2), Simaroubaceae (1), Burseraceae (1); Anacardiaceae (1), Sterculiaceae (1), Gupharibiaceae (1), Polygonaceae (1) y Lauraceae (1). Por su forma biológica, el 87% de las especies identificadas fueron clasificadas como árboles y el 13% como arbustos. Los datos de la encuesta también mostraron que los usos alternos que los productores identificaron para estos árboles y arbustos forrajeros son múltiples: el 97% se utilizan para

sombra, 33% como cerca viva, 20% comestibles, 13% medicinales, 7% ornamentales, 3% maderables y 3% para látex.

Composición química y digestibilidad de las especies arbóreas

Con relación al contenido de proteína cruda (PC), de las 30 especies analizadas, el 70% presentó valores de 12% o más. Las especies arbóreas con los niveles más altos fueron Leucaena leucocephala y Cecropia obtusifolia con 30 y 24%, respectivamente. Los valores del PC de la mayoría de las plantas analizadas en este estudio se encuentran dentro de los rangos (12 a 30%) mencionados para especies arbóreas (Tejada, 1985). En contraste, los valores más bajos (9% o menos de PC) correspondieron solamente al 13% de las especies analizadas. Además de las características agronómicas deseables, las especies arbóreas deben tener alto valor nutritivo para poder ser utilizados como forrajes; especies que contienen menos del 8% de PC son consideradas deficientes, ya que no proveen el mínimo de los niveles de amonio requerido por los rumiantes (Ortega y Provenza, 1993). En el caso de este trabajo, *Bursera simaruba*, *Brysonima crassifolia* y *Coccoloba cozumelensis* se encuentran en el límite de este nivel, lo que pudiera ser una limitante para su uso forrajero; estas especies presentaron valores de 8.8, 8.5 y 7.9% de PC, respectivamente. El 83% de las especies analizadas presentaron niveles de PC superiores a los requerimientos para vacas lactantes (9.7%) (FAO, 2001). Las DIVMS varió de 38.7 a 79% sobresaliendo con valores superiores al 60% *Leucaena leucocephala*, *Hibiscus rosasinensis* y *Swartzia cubensis*. Las especies que tuvieron los valores más bajos (<50%) fueron *Bursera simaruba*, *Croton glabellus, Bahuinia divaricata*, Gmelina arbórea, *Lenchocarpus castilla, Pithcellobium albicans, Enterolobium cyclocarpum, Lenchocarpus rugosus y Caesalpinia platyloba*. Las especies evaluadas también presentaron una variación en su contenido de FDN y FDA. Las concentraciones de FDN estuvieron por arriba del 50% en 21 de las 30 especies evaluadas. *Maniatara zapota, Poetaría campechiana, Chrysophyllum mexicanum* y *Mimosa bahamensis* tuvieron valores arriba del 70% de FDN. Con relación a la FDA los valores estuvieron en un rango de 19.7% (Hibiscus rosasinensis) hasta 67.3% (Mimosa bahamensis). En general, la digestibilidad del material vegetal en el rumen está relacionada con la proporción de las paredes celulares, y se considera que especies arbóreas con contenidos de 20 a 35 % de FDN presentan valores altos de digestibilidad (Shelton, 2000). Con la excepción de unas cuantas especies, entre las que se incluyen *Simaruba glauca, Cedcropia obtusifolia* e *Hibiscus rosasinensis*, en el presente estudio no se observó una relación directa entre la variación del contenido de FDN y la digestibilidad de las especies evaluadas. Varias de las especies analizadas presentaron valores de DIVMS del 50% o más con contenidos de FDN del 60% o más. Los valores más altos de concentración de fenoles correspondieron a las plantas *Brysonima crassifolia* (7.5 g/kg) y *Coccoloba cozumelensis* (6.6. g/kg). Estas mismas especies también presentaron los valores más altos de taninos (31.3 y 37.9 g/kg, respectivamente). La mayoría de las especies que presentaron los valores más altos de fenoles y taninos (*Bursera simaruba, Croton glabellus, Bauhinia divaricata, Lenchocarpus castilloi, Pithecellobium albicans* y *Enterolobium cyclocarpum*), presentaron también valores bajos de DIVMS. Muchas plantas producen compuestos químicos secundarios que no necesariamente están involucrados en el proceso de crecimiento de las plantas, pero pueden llegar a afectar el valor nutritivo de los forrajes (Shelton, 2000), como sucedió con la digestibilidad de las especies mencionadas (Cuadro 1).

Pruebas de alimentación con ovinos

El mayor número de bocados de los ovinos fue cuando consumieron el follaje de *Guazuma ulmifolia* (85), siendo este valor diferente ($P<0.05$) a todos los demás; el menor valor correspondió a *Piscidia piscipula* (32 bocados), *Bursera simaruba* presentó un valor intermedio y el *Lysiloma bahamense* y *Spondias mombin* valores entre 50 y 60 bocados. Los resultados de velocidad de bocados siguieron un patrón con valores superiores ($P<0.05$) para *Guazuma ulmifolia* (17

bocados/min); valores similares en *Spondias mombin* y *Lysiloma bahamense*, mientras que las especies con el menor número de bocados fueron *Bursera simaruba* y *Piscidia piscipula* (cuadro 2). El consumo de *Guazuma ulmifolia* fue de 170 g (P<0.05), mientras que de las otras especies se tuvieron consumos inferiores a 65 g, siendo *Piscidia piscipula* la menos consumida (20 g). El mayor número de bocados por minuto en *Guazuma ulmifolia* ocasionó su mayor consumo (P<0.05) por unidad de tiempo (34 g/min); menor para *Bursera simaruba*, *Spondias mombin* y *Lysiloma bahamense* y únicamente 4 g/min de *Piscidia piscipula*. Comparada con el resto de las especies, los ovinos mostraron una marcada preferencia por el *Guazuma ulmifolia*. En general, la baja preferencia por especies forrajeras en rumiantes puede estar asociada al desarrollo morfológico y estructura de la planta (Tejada, 1985; Shelton, 2000) y a la presencia de compuestos secundarios (Moechiutti et al.,1995), los cuales pueden tener efectos adversos sobre el consumo debido a la asociación entre la ingesta de la planta y consecuencias negativas post ingestivas, o a la gustocidad del forraje (Shelton, 2000). La ganancia diaria de peso (GDP) de los ovinos alimentados con *Guazuma ulmifolia* fue de 50, 75, 50, 91 y 120 g/animal/día (figura 1), para los tratamientos 1 a 5 respectivamente (P<0.01); y el consumo fluctuó entre 2.9 a 3.2 % del peso vivo (PV), este último correspondió al tratamiento en el que se ofreció 100% del follaje. Los ovinos alimentados con *Piscidia piscipula* tuvieron GDP de 57, 60, 80 y 90 g/animal/día para T1, T2, T4, y T5 respectivamente (figura 2), y consumos entre

Cuadro 1. Composición química y digestibilidad in vitro del follaje de árboles y arbustos en Quintana Roo.

MUESTRA	CENIZAS %	FDN %	DIVMS %	PC %	FDA %	FENOLES mg/dl	TANINOS mg/dl
Piscidia piscipula	16.71	61.00	51.0	11.51	47.79	0.05	0.40
Spondias mombin	12.67	54.80	53.0	12.64	44.69	0.04	0.00
Manilkara zapota	6.49	70.33	54.0	9.07	59.33	0.10	0.00
Lysiloma bahamense	9.45	67.50	60.0	12.97	54.05	0.08	0.14
Byrsomima bucidaefolia	9.78	62.58	52.0	10.93	50.04	0.19	0.00
Pouterira campechiana	6.81	74.03	51.3	13.50	65.92	0.07	0.00
Chrysophyllum mexicanum	5.99	72.78	54.0	11.43	63.06	0.15	2.51
Vitex gaumeri	8.64	68.88	52.0	11.87	54.09	0.01	0.00

Brosimum alicastrum	13.75	61.54	59.0	13.81	43.48	0.07	0.00
Simarouba glauca	6.21	51.11	53.0	13.91	34.18	0.15	0.00
Bursera simaruba	7.87	67.03	46.0	8.88	62.26	0.29	13.85
Mimosa bahamensis	7.27	76.29	60.0	12.85	67.24	0.07	0.00
Cecropia obtusifolia	14.82	50.83	53.0	24.56	57.59	0.03	0.00
Guazuma ulmifolia	10.93	64.23	55.0	19.33	46.08	0.06	0.00
Croton glabellus	16.93	53.27	42.0	9.98	41.68	0.02	1.23
Leucaena leucocephala	12.03	67.82	62.0	30.40	53.13	0.08	0.00
Hibiscus rosasinensis	8.55	39.99	79.0	14.24	19.73	0.21	0.00
Swartzia cubensis	5.57	62.83	69.4	17.73	39.55	0.32	0.00
Bauhinia divaricata	9.05	48.06	38.7	13.75	34.72	1.43	15.49
Byrsonima crassifolia	7.92	46.49	50.0	8.50	33.72	7.53	31.26
Gliricidia sepium	8.69	59.74	53.3	18.04	46.42	0.04	0.00
Gmelina arborea	9.77	36.85	43.0	15.92	19.76	0.49	0.00
Lenchocarpus castilloi	6.47	40.76	42.0	17.06	31.35	2.61	29.05
Hibiscus tiliaceus	9.46	54.28	51.0	13.99	34.85	1.17	12.59

Coccoloba cozumelensis	10.30	46.02	53.0	7.90	39.66	6.61	37.92
Pithecellobium albicans	4.67	46.76	47.0	18.58	30.54	1.52	7.68
Enterolobium cyclocarpum	7.51	41.20	43.7	19.10	24.83	0.25	0.27
Lenchocarpus rugosus	5.04	51.84	49.0	15.55	36.51	2.65	22.21
Nectandra salicifolia	8.07	56.85	52.0	10.72	43.44	1.07	5.73
Caesalpinia platyloba	5.11	61.73	43.0	21.25	35.76	0.26	0.00

PC: Proteína Cruda; FDA: Fibra detergente ácida; FDN: Fibra detergente neutra; DIVMS: Digestibilidad in vitro de la materia seca.

CUADRO (2). Efecto del tipo de especie sobre el número de bocados, velocidad de bocado, consumo y velocidad de consumo en ovinos.

ESPECIE	**NUMERO DE BOCADOS**	**VELOCIDAD DE BOCADO (B/MIN.)**	**CONSUMO (C)**	**VELOCIDAD DE CONSUMO (G/MIN.)**
Bursera simaruba	45 ± 2.3^{c}	9^{c}	50^{c}	10.9±1.2b
Spondias mombin	59 ± 1.18^{b}	11.8^{b}	47^{c}	$9.4\pm.9^{b}$
Piscidia piscipula	32 ± 2.4^{d}	6.4^{d}	20^{d}	$4\pm.08^{c}$
Lysiloma bahamense	53 ± 2.0^{b}	10.6^{bc}	63^{b}	12.6 ± 1.2^{b}
Guazuma ulmifolia	85 ± 2.40^{a}	17^{a}	170^{a}	34 ± 1.26^{a}



2.8 y 3.0% del PV entre tratamientos (P<0.01). La GDP y el consumo más bajo correspondieron al T3 con 50 g/animal/día y 2% PV. La GDP de los ovinos que consumieron *Cecropia obtusifolia* fue de 60, 70, 75, 85 y 95 g/día/animal (figura 3), para los tratamientos 1 a 5, respectivamente (P<0.05). El consumo de forraje fue del 2.0% del PV para los tratamientos 2 y 4 y de 2.4 y 2.5 % PV para el 3 y 5, respectivamente. Los tratamientos donde se ofreció *Vitex gaumeri* tuvieron mejores GDP comparados con el grupo testigo (figura 4). Las mejores ganancias se presentaron en el grupo en el que se ofreció solamente *Vitex gaumeri* con 130 g/animal/día. Los consumos de forraje estuvieron entre el 1.7 a 2.1 % del PV, correspondiendo el valor más alto al T5 y el más bajo al T3. Con *Gmelina arbórea* las GDP fueron similares en los tratamientos de sólo pastoreo, 25, 50 y 75% de inclusión de follaje (54, 70, 75 y 80 g); el mejor tratamiento fue el que recibió solamente la *Gmelina arbórea*, (125 g/día), y el consumo más alto, con 2.1 % del PV. Las GDP observadas para algunos de los tratamientos de *Guazuma ulmifolia*, *Cecropia obtusifolia* y *Gmelina arbórea* se encuentran dentro de los rangos observados en la alimentación de ovinos con Brosimum alicastrum (70 g) y mayores a los mencionados por otros autores (Pérez et al., 1995; Camero, 1995; Rodríguez et al., 1987) al utilizar follaje de *Gliricidia sepium* (60 g) y *Erythrina poeppigiena* poró (35 g) en la alimentación de cabritos. En general, en cada una de las pruebas con las diferentes especies evaluadas, se observó una mejor ganancia de peso, comparada con la del grupo testigo, cuando la dieta incluyó 75 o 100% del follaje arbóreo, para el caso de *Guazuma ulmifolia* y *Piscidia piscipula*, y cuando se incluyó 25% o más del follaje de *Cecropia obtusifolia, Vitex gaumeri* y *Gmelina arbórea*. En todos los casos, las mejores ganancias de peso se obtuvieron cuando se les ofreció a los ovinos solamente el forraje arbóreo. Al respecto, las mayores ganancias de peso se obtuvieron cuando los ovinos fueron alimentados con *Vitex gaumeri* (130 g), seguido de *Gmelina arbórea* (125 g) y *Guazuma ulmifolia* (120 g). Con respecto al consumo de forraje en las pruebas con las diferentes especies, los valores de este trabajo son similares a los de otros autores con especies arbóreas (Reyes y Jiménez, 1998; Benavides 1993; Pezo et al., 1990.) quienes indican valores de consumo de forraje de 2.0, 2.1 y 4.0% de PV, para *Brosimum alicastrum*, guarumo (*Cecropia obtusifolia*) y morera (*Morus* sp) respectivamente. *Guazuma ulmifolia* fue la más preferida del total de las especies evaluadas, ya que los ovinos presentaron consumos del 3.2% del PV en el T5, el consumo más cercano a este valor fue para el mismo tratamiento en la prueba de Piscidia piscipula con 3.0%; sin embargo, las ganancias de los ovinos alimentados con esta especie no superaron los 90 g en el mejor de los casos. Las especies menos consumidas fueron Vitex gaumeri y la Gmelina arbórea con promedios de todos sus tratamientos de 1.9 y 1.8% del PV,

respectivamente. Cabe señalar que aún con estos consumos, los ovinos obtuvieron ganancias de peso aceptables para animales alimentados con forraje.

Figura 2. Ganancia diaria de peso y consumo de MS de follaje de Jabin (*Piscidia piscipula*) por Ovinos de pelo,

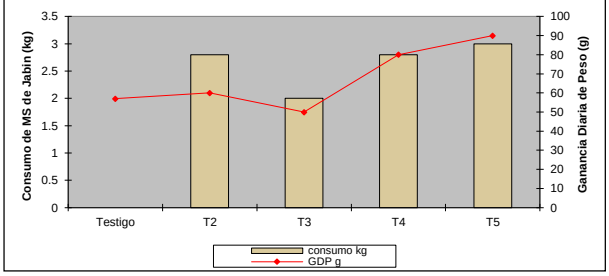


Figura 1 Ganancia diaria de peso y consumo de MS de follaje pixoy (*Guazuma ulmifolia*) por ovinos en Quintana Roo.

Figura 3. Ganancia diaria de peso y consumo de MS de follaje de guarumo (*Cecropia peltata*) por Ovinos de pelo,

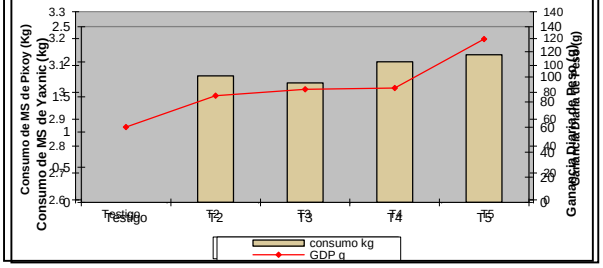
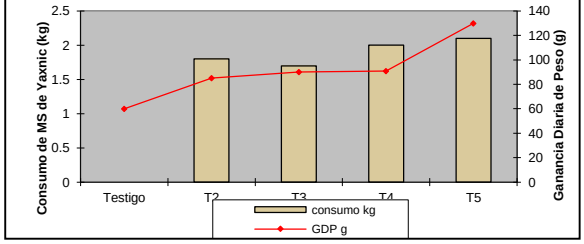


Figura 4. Ganancia diaria de peso y consumo de MS de follaje de Yaxnic (*Vitex gaumeri*) por Ovinos de pelo,



CONCLUSIONES

En el estado de Quintana Roo, existe una gran diversidad de especies forrajeras que son del conocimiento de los productores, pero su uso y manejo es todavía deficiente. Las especies analizadas presentaron diferencias en su composición química con valores de PC que fluctuaron entre 8 a 30%. Los resultados de la conducta ingestiva de ovinos en las cinco especies evaluadas, mostraron que estos tienen una marcada preferencia por *Guazuma ulmifolia.* La inclusión con valores del 75 y 100% del follaje arbóreo en la dieta de ovinos permitió ganancias mayores a las obtenidas con sólo pastoreo de la gramínea.

LITERATURA CITADA

Benavides JE. 1993. Árboles forrajeros en América Central. En: II Seminario Centro Americano y del Caribe sobre Agroforestería con rumiantes menores. San José, Costa Rica.1-33 pp.

Camero RA. 1995. Experiencias desarrolladas por el CATIE en el uso del follaje de Erythrina sp y Gliricidia sepium en la producción de carne y leche de bovinos. Agroforestería en las Américas. 2(8):9-13.

Chadhocar PA, Kantharaju HR. 1980. Effects of Gliricidia maculata on growth and breeding of Bannur ewes. Tropical Grasslands.14(2):78-82.

Chadhocar PA, Lacamwasan A. 1982. Effect of Gliricidia sepium to milking cows. A preleminary report. Tropical Grasslands. 16(1):46-48.

Chávez SV. 1994. Contenido de taninos y digestibilidad in vitro de algunos forrajes tropicales. Agroforestería en las Américas.1(13):10-13.

Enríquez QJ, Meléndez NF, Bolaños AE. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. Libro Técnico No. 7. INIFAP. México.

FAO. 1992. Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock. Proceedings of the FAO expert consulation. Held at Malaysian Agriculture, Research and Development Institute. Kaula, Lumpur, Malaysia.

FAO. 2001. The state of food and agriculture, (on line) http:www.fao.org/DOCREP/003/X9800E/x9800e13.htm#P8_2041.

Kú VJ, Ramírez AL, Jiménez FG, Alayón AJ, Ramírez CL. 1999. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. En: Sánchez MD, Rosales MM editores. Agroforestería para la producción animal en América latina. Roma, Italia. 231258.

Moechiutti S, Torres M, Oviedo F, Vallejo M, Benavides J. 1995. Suplementación de cabras lecheras con diferentes niveles de clavelón (Hibiscus rosa-sinensis) Agroforestaría en las Américas. 2(5):12-18.

Negreros P. 1993. Los árboles de uso múltiple para agroforestaría en el estado de Quintana Roo. Reporte técnico interno del programa ICRAF en México. 58.

Norton BW. 1994. Anti-nutritive and toxic factors in forage tree legumens. In: Gutteridge RC, Shelton HM editors. Forage tree legumens in tropical agriculture. Wallingford, UK: CAB International. 202-215.

Ortega RL, Provenza FD. 1993. Experience with blackbrush affects ingestión of shrub live oak by goats. J Anim Sci (71):380-383.

Otaróla A. 1985. Cercas vivas de madero negro. Práctica agroforestal para sitios con estación seca marcada. Agroforestería en las Américas 2(5):24-30.

Pérez JD, Zapata BG, Sosa RE. 1995. Utilización del ramón (Brosimum alicastrum Swartz) como forraje en la alimentación de ovinos en crecimiento. Agroforestería en las Américas 2(7):17-21.

Pezo D, Ibrahim M. 1997. Sistemas silvopastoriles. Una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. Boletín informativo FIRA México.

Pezo P, Kass M, Benavides J, Romero F, Chávez C. 1990. Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. In: Devendra C editor. Shrubs and tree fodders for farm animals. Proceedings Workshop held in Denpasar, Infonisia IRDC. Ottawa, Canada. 163-165.

Reyes MF, Jiménez FG. 1998. Uso y valor nutritivo de árboles y arbustos con potencial forrajero en la región de la sierra, Tabasco, México. XI Reunión científica tecnológica forestal y agropecuari. Villa Hermosa, Tabasco. 73-80.

Rodríguez Z, Benavides J, Chávez GA. 1987. Producción de leche de cabras alimentadas con forraje de madero negro (Gliricidia sepium) y Poró (Erythrina peoppigiana), suplementadas con plátano pelipita (Musa sp. cv. Pelipita) CATIE Turrialba, Costa Rica 87-101.

Shelton HM. 2000. Tropical forage tree legumes in agroforestery systems. Unasylva. (51):25-32.

Solano RA. 1994. La ganadería: Actividad destructora del medio ambiente. Agroforestería en las Américas. CATIE Turrialba, Costa Rica. 1(3):4-5.

Sosa RE, Sansores LL, Zapata BG, Ortega RL. 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. Téc Pecu Méx. 38(2):105-117.

Tejada HI. 1985. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. PAIPEME, A.C. México.

CRECIMIENTO PRE-DESTETE EN BECERROS CRIOLLOS LECHERO TROPICAL CON LECHE PROVENIENTE DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL INTENSIVO

Adrián Sánchez-Gómez[101]
Adalberto Rosendo-Ponce[1]
Carlos Miguel Becerril-Pérez[2]
Fredy Morales-Trejo[1]
Juan Manuel Vargas-Romero[3]
Diego Esteban Platas-Rosado[1]
Aleida S. Hernández-Cázares[4]

RESUMEN

Los sistemas de lechería tropical se caracterizan por generar leche y becerros destetados como coproductos, convirtiéndolos en fuente de ingresos para las familias. El crecimiento del becerro desde el nacimiento hasta el destete es afectado por la producción y calidad de leche de la vaca, y es factor crítico en estos sistemas. Además, sus prácticas atentan contra su productividad y recursos naturales. La raza Lechero Tropical (LT) y los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) representan, en conjunto, una alternativa de ganadería sustentable. El objetivo del estudio fue comparar el crecimiento, cantidad y calidad de leche consumida de becerros LT en dos sistemas de pastoreo. Se utilizaron 26 vacas LT, alimentadas en pastoreo en monocultivo y un SSPi. Los becerros apoyaron a las vacas durante el ordeño y consumieron la leche de dos cuartos de la ubre. A los 90 d, los becerros se suplementaron con mazorca molida de maíz. Se midió el peso vivo, ganancia diaria de peso (GDP), consumo y calidad de la leche. El peso vivo en becerros resultó mayor a los 198 d en el SSPi ($p < 0.05$) con 142.6 ± 3.31 kg y la GDP fue superior en 80 g d^{-1} ($p < 0.05$). No hubo diferencias en el consumo de leche ($p \geq 0.05$) con 2.7 y 3.2 ± 0.21 kg d^{-1} para monocultivo y SSPi. La cantidad de grasa fue similar con 3.7 y 3.3 % en gramínea y SSPi ($p \geq 0.05$); sin embargo, sólidos no grasos, proteína, lactosa y sólidos totales fueron superiores para el SSPi con 8.1 ± 0.07, 3.0 ± 0.02, 4.49 ± 0.04 y 12.1 ± 0.21 %. Se concluyó que el SSPi incrementó la ganancia diaria de peso y peso vivo debido a la calidad de la leche y no a la cantidad de leche ingerida.

PALABRAS CLAVE

Lechería tropical, bovinos de leche, *Leucaena leucocephala*, pastoreo, calidad de leche.

INTRODUCCIÓN

En México, los sistemas de producción de leche ubicados en la zona intertropical con climas cálidos aportan el 25 % de la producción nacional (Orantes *et al*., 2014); esta actividad impulsa la economía de la región y representa una fuente de ingresos para las familias, debido a que la mayoría de las veces sus productos se comercializan a nivel local. Sin embargo, la marcada estacionalidad del periodo de lluvia, condiciones agroclimáticas, grado de tecnificación,

[101] Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz adrian.gomez@colpos.mx; arosendo@colpos.mx; fredy.morales@colpos.mx; dplatas@colpos.mx.
[2] Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo color@colpos.mx.
[3] Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa jmvr@xanum.uam.mx.
[4] Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba aleyse@colpos.mx

idiosincrasia, tradiciones y costumbres de la región, propician en estos sistemas un problema de productividad, competitividad y sus prácticas atentan contra los recursos naturales (Murgueitio *et al*., 2015).

Los sistemas de lechería tropical se caracterizan por la flexibilidad de su función zootécnica (Martínez *et al*., 2012) debido a que el amamantamiento de los becerros, utilizado para estimular el descenso de la leche durante el ordeño, genera como coproductos leche y becerros al destete. El crecimiento del becerro desde el nacimiento hasta el destete se ve afectado por la producción y calidad de leche de la vaca, las cuales, mantienen una producción de 3 a 6.2 litros de leche por día dependiendo del nivel de suplementación (Martínez *et al*., 2012; Díaz *et al*., 2014; Orantes *et al*., 2014). Después del ordeño, el becerro es soltado para consumir la leche residual y el productor regula la cantidad de leche que el becerro consume en función de diversos factores socioeconómicos lo que resulta en ganancias diarias de peso que no superan los 365 g d^{-1} (Salamanca *et al*., 2011). Debido a esto, el crecimiento del becerro durante la fase pre-destete resulta crítica en estos sistemas; ya que a menudo, se utilizan alimentos concentrados con el objetivo de destinar un mayor volumen de leche a la venta; sin embargo, los costos de producción de ambos coproductos se incrementan.

La raza bovina criolla Lechero Tropical (LT) cuenta con 500 años de naturalización en los climas cálidos de las Américas; además, responde a sistemas de pastoreo, requiere pocos insumos y posee una capacidad productiva aceptable, presentando lactancias de 1,174 ± 11.4 kg a 305 d (Rosendo y Becerril, 2015); por lo que su valor genético debe ser protagonista en sistemas de lechería tropical. Por su parte, los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) que soportados en procesos agroecológicos cumplen funciones productivas y ambientales por medio de la combinación de pastos mejorados y árboles de leguminosas de uso forrajero como el guaje (*Leucaena leucocephala* [Lam.] de Wit), se presentan como una alternativa para contrarrestar los problemas de productividad y mitigar los efectos del cambio climático. La combinación de ambos elementos representa una forma de ganadería sustentable para la región intertropical de climas cálidos.

Diferentes estudios muestran que a través del uso de SSPi es posible incrementar la cantidad de leche producida por vaca en 25 a 40 % respecto al pastoreo de gramíneas en monocultivo, sobre todo durante la época de estiaje (Hernández y Ponce, 2004; Mohammed *et al*., 2016). Sin embargo, una mejora en la calidad de la leche, en función de su composición química, muestra resultados divididos. El incremento en la producción y calidad de la leche en vacas LT mediante el pastoreo de un SSPi puede mejorar el crecimiento y ganancia diaria de peso en sus becerros; ya que en los sistemas de lechería tropical, los primeros 90 días de vida, cuando el becerro se encuentra en su fase de no rumiante y hasta el destete (270 días) su alimentación depende de la leche materna (Heras-Torres *et al*., 2008).

El objetivo del presente estudio fue determinar y comparar el crecimiento, cantidad y calidad de la leche consumida durante la fase pre-destete en becerros criollos Lechero Tropical en un sistema de pastoreo de gramínea en monocultivo y uno silvopastoril intensivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se realizó durante el periodo de diciembre de 2016 a mayo de 2017 en el predio “El Huilango” del municipio de Cotaxtla, Veracruz, México; a 18º 53´ N y 96º 15´ O y 30 msnm. El clima es cálido subhúmedo Aw0 (w) (i´) g, con poca oscilación térmica tipo Ganges sin canícula con lluvias en verano (García, 1988) y temperatura y precipitación media anuales de 25.4 °C y 1,042 mm.

Manejo del hato

Se utilizaron 26 vacas criollas de raza pura Lechero Tropical de primer parto y 50.45 ± 0.67 meses de edad. Las vacas fueron previamente sincronizadas y los partos se presentaron durante el periodo del 10 de noviembre a 10 de diciembre de 2016. Las vacas fueron trasladadas a un potrero paritorio con pasto Pará (*Brachiaria mutica* [Forssk.] Stapf) 10 días previos a su fecha probable de parto. A las 24 h posparto se cambiaron a un potrero con pasto Pará donde permanecieron durante toda la etapa de calostro; posteriormente fueron trasladadas a su respectivo potrero de acuerdo al tratamiento asignado.

Los becerros se pesaron e identificaron dentro de las primeras 24 h pos nacimiento. Fueron calostrados una vez por día hasta los 10 d de vida y permanecieron en un corral junto a la sala de ordeño; posteriormente, fueron trasladados a un potrero con pasto estrella (*Cynodon plectostachyus* [K.Schum.] Pilg.) y vegetación nativa donde permanecieron durante todo el estudio. Una vez al día, los becerros apoyaron a las vacas durante el ordeño y consumieron la leche de dos cuartos de la ubre. A los 90 d de nacidos y hasta el final del estudio, los becerros fueron suplementados con mazorca molida de maíz con un consumo estimado de 760 g d^{-1}. Se realizó el manejo sanitario para el núcleo de ganado Lechero Tropical descrito por Rosendo y Becerril (2015).

Tratamientos

Las vacas fueron distribuidas al azar en dos tratamientos: pastoreo de gramínea en monocultivo (PGM) y un sistema silvopastoril intensivo (SSPi).

El PGM se realizó mediante un sistema de pastoreo rotacional en cuatro potreros de 1 ha cada uno, delimitada con cerco eléctrico y un área social con agua, sombra y sales minerales *ad libitum*. Se utilizó como material vegetativo *Panicum maximum* (Jacq.) cv. Mombasa con una oferta de forraje de 5 a 8 kg MS por cada 100 kg de peso vivo por día. El periodo de ocupación fue menor de 4 días con descanso de 35 d en invierno y 28 d en primavera. No se fertilizó ni se aplicaron riegos de auxilio.

El SSPi se manejó a través de pastoreo rotacional en cuatro potreros de 1 ha cada uno y dos estratos forrajeros. Cada potrero se delimitó con cerco eléctrico y contó con un área social con agua, sombra y sales minerales *ad libitum*. El estrato herbáceo estuvo constituido por pasto *Panicum maximum* cv. Mombasa, *Digitaria eriantha* (Steud.) y *Cynodon plectostachyus*. En el estrato arbustivo se dispuso de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham en un arreglo de hileras a 1.6 m de separación y un densidad de 8,400 ± 184 plantas por ha. La oferta de forraje fue de 5 a 9 kg MS por cada 100 kg de peso vivo por día. El periodo de ocupación fue menor de 4 días con descanso de 35 d en invierno y 28 d en primavera. No se fertilizó ni se aplicaron riegos de auxilio.

Variables de estudio

Se midió el peso vivo de los becerros (PV, kg) con una báscula digital modelo EziWeigh5i (Tru-Test®, NZ) antes del ordeño cada 28 d a partir de que el último becerro terminó su etapa de calostro. El peso se ajustó a cada periodo utilizando la siguiente fórmula similar a la utilizada por Salamanca *et al*. (2011):

PAd= [(PRP-PN) / (DEP)] x d + PN

Donde:
PAd= Peso ajustado (kg);
PRP= Peso real al momento de pesaje (kg);
PN= Peso al nacimiento (kg);
DEP= Días entre pesajes (PN y PRP);
d= Días del periodo de ajuste.

La ganancia diaria de peso (GDP, g d^{-1}) se estimó a partir de la siguiente fórmula:

GDP= [(PRP-PN) / (DEP)] x 1000

Donde:
GDP= Ganancia diaria de peso (g);
PRP= Peso real al momento de pesaje del día 198 (kg);
PN= Peso al nacimiento (kg);
DEP= Días entre pesajes (PN y PRP).

El consumo de leche por becerro (CL, kg d^{-1}) se estimó a los 90 y 180 d mediante la diferencia de peso del becerro antes y después de mamar por dos días. Se tomó una muestra de leche por vaca de dos cuartos de la ubre ordeñados a fondo para los periodos 90 y 180 d. Los valores de grasa (G), proteína (P), lactosa (L), sólidos no grasos (SNG) y sólidos totales (ST) se determinaron con un analizador de leche ultrasónico Lactoscan MCC (MIlktronic, Bul.).

Análisis estadístico

Se formaron dos grupos de becerros (*n*=13) asignados completamente al azar a cada tratamiento al momento de su nacimiento. Para el análisis de las variables GDP, consumo de leche por becerro, grasa, sólidos no grasos, proteína, lactosa y sólidos totales se utilizó un modelo correspondiente a un diseño experimental completamente al azar considerando el efecto fijo del tratamiento y efecto aleatorio del sexo; la variable peso vivo se analizó con un modelo mixto con mediciones repetidas:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_{k(i)} + D_j + (TD)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:
Y_{ijk} = medición del i-ésimo tratamiento del j-ésimo día de la k-ésima repetición;
μ = constante que caracteriza a la población;
Ti = efecto fijo del i-ésimo tratamiento; *i* = PGM y SSPi;
$A_{k(i)}$= Efecto aleatorio del k-ésimo animal anidado en el i-ésimo tratamiento. k = 1, 2,…,13. $R_{k(i)} \sim$ IIDN (0, σ_r^2);
D_j = efecto fijo del j-ésimo día. j = 0, 22, 60, 88, 116,142, 170 y 198;

$(TD)_{ij}$ = efecto de la interacción de los factores tratamiento y día;
E_{ijk}= error experimental; $E_{ijk} \sim IDN\ (0,\sigma^2)$.

Los datos se procesaron con los procedimientos GLM y MIXED del SAS® 9.4 con estructura de covarianzas en modelo autorregresivo integrado de promedios móviles (SAS Institute, 2010). La comparación de medias de tratamientos se realizó con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso al nacimiento en becerros criollos LT registró una media de 27.64 ± 0.81 kg; 25.68 ± 1.03 kg para las hembras y 29.07 ± 1.05 kg para los machos. Los resultados están por debajo a lo obtenido en otros estudios para genotipos mestizos de ganado europeo con cebú en sistemas de lechería tropical, los cuales registran medias de 31.1 ± 4.7 y 31.66 ± 0.23 (Madrid-Bury *et al*., 2007; Arce *et al*., 2017). Sin embargo, los becerros criollos LT, a pesar de ser más pequeños al nacimiento que otras razas, muestran características morfométricas bien proporcionadas, fortaleza, vitalidad y capacidad para mamar desde el nacimiento. No obstante, la talla pequeña de las razas criollas es una característica atribuida a más de 500 de selección natural al trópico cálido de las Américas. El peso vivo de los becerros LT alimentados con leche proveniente de dos sistemas de pastoreo se muestra en la Figura 1.

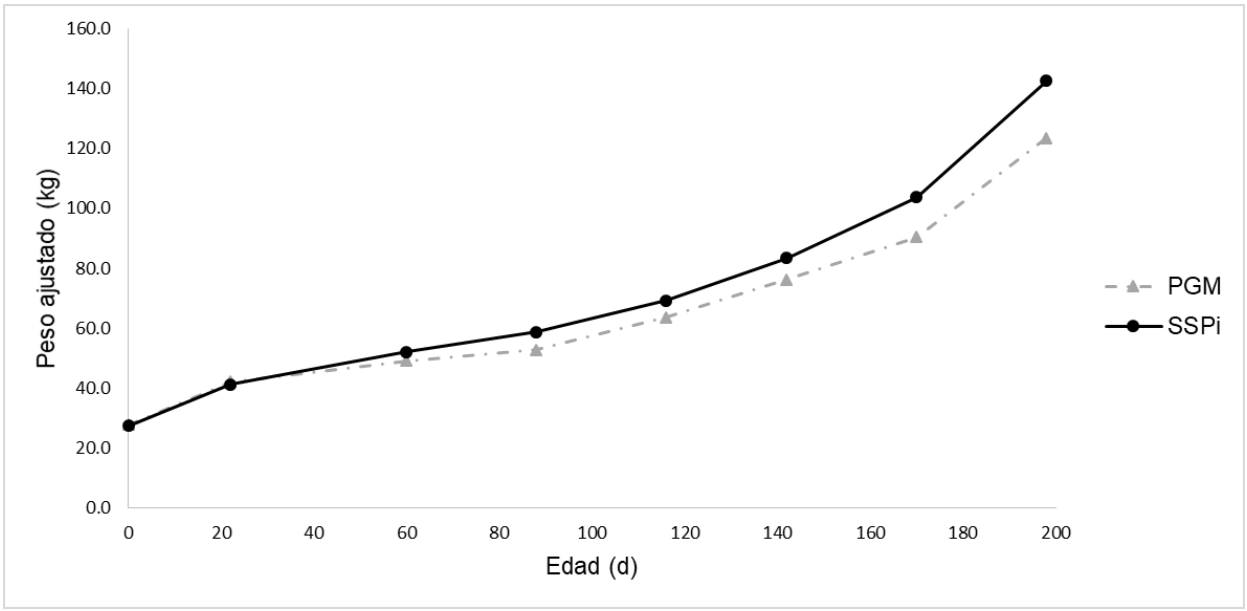


Figura 2. Crecimiento de becerros criollos Lechero Tropical alimentados con leche proveniente de vacas en Pastoreo de Gramínea en Monocultivo (PGM) y un Sistema Silvopastoril intensivo (SSPi).

A partir de los 120 días de vida, se presenta un crecimiento más acelerado en los becerros para ambos tratamientos, similar al estudio realizado por Heras-Torres *et al*. (2008), quienes describen una etapa primaria de crecimiento más lento; lo anterior se puede atribuir a la transición de no rumiante a rumiante y a un sistema inmune más desarrollado. Sin embargo, a partir del día 170 el sistema silvopastoril intensivo presenta un peso vivo mayor hasta el final del estudio ($p < 0.05$, Cuadro 1).

En este estudio, los becerros alimentados con leche proveniente de un sistema silvopastoril presentaron un mayor crecimiento a los 198 d que los obtenidos por Osorio-Arce y Segura-Correa

(2008) con 121.4 ± 32.5 kg a los 224 d de edad con animales cruzados suizo x cebú mamando un cuarto de ubre y suplementados con alimento comercial. Saddy *et al*. (2008) muestran en su estudio el peso vivo de animales cruzados F1 de Holstein x Brahman a los 190 d de vida alimentados con leche residual y 0.869 y 0.980 kg de concentrado comercial con 10 y 20 % de proteína cruda respectivamente durante los últimos 105 d de vida; ambos tratamientos estuvieron por debajo a lo obtenido en el presente estudio presentando valores medios de 105.7 ± 14.22 y 109.7 ± 13.65 kg para el concentrado con 10 y 20 % de PC. Lo anterior sugiere que el sistema de lechería tropical con la raza LT y los sistemas silvopastoriles intensivos mantienen niveles de crecimiento pre-destete por encima a los obtenidos en sistemas de lechería tropical con becerros mestizos suplementados con concentrado.

Cuadro 1. Peso vivo (kg) de becerros Lechero Tropical alimentados con leche proveniente de dos sistemas de pastoreo.

Día	Pastoreo de gramínea en monocultivo	Sistema silvopastoril intensivo	Error Estándar	Valor P
0	27.8	27.4	3.22	0.943
22	42.2	41.23	3.22	0.832
60	49.1	52.1	3.22	0.510
88	52.7	58.7	3.22	0.189
116	63.7	69.1	3.22	0.233
142	76.1	83.7	3.26	0.105
170	90.4	103.9	3.29	0.004
198	123.6	142.6	3.31	0.0001

La ganancia diaria de peso en el SSPi superó en poco más de 80 g d^{-1} al pastoreo de gramínea en monocultivo, lo que representa 21.6 kg extra de peso vivo al momento del destete. Becerros de la raza criolla Romosinuano (Romo) encastados con Jersey mostraron ganancias diarias de peso de 299 g d^{-1} bajo un sistema de lechería tropical con amamantamiento restringido de 5 h al día y un peso al destete ajustado a 270 d de 106.15 kg (Salamanca *et al.*, 2011). En este sentido, la Romo encastada con Jersey no superó los valores de peso vivo y ganancia diaria de peso que la raza LT mostró en el presente estudio, a pesar de ser considerada como una raza especializada en la producción de carne. Lo anterior puede explicarse por el hecho de que estas variables, además de ser afectadas por el grupo genético, también están directamente relacionadas con el ambiente y manejo del hato. Las razas criollas como la Romo y la LT pueden ser protagonistas en la ganadería tropical cuando se les proporciona un ambiente y manejo adecuado.

Cuadro 2. Ganancia diaria de peso y consumo de leche de becerros Lechero Tropical alimentados con leche proveniente de dos sistemas de pastoreo.

Variable	Pastoreo de gramínea en monocultivo (Error Estándar)	Sistema silvopastoril intensivo (Error Estándar)	Valor P
GDP (g d^{-1})	375.4(19.83)	457.7(17.93)	0.0067
Consumo leche 90d (kg d^{-1})	2.7(0.21)	3.2(0.21)	0.10
Consumo leche 180d (kg d^{-1})	2.6(0.23)	2.8(0.21)	0.54

No hubo diferencia estadística para la ganancia diaria de peso entre hembras y machos ($p \geq 0.05$), similar a lo encontrado por Cárdenas *et al*. (2015) en becerros mestizos ¾ Cebú; sin embargo, otros estudios señalan diferencias en la ganancia diaria de peso y peso al destete entre sexos (Heras-Torres *et al*., 2008; Salamanca *et al*., 2011).

El consumo de leche en becerros LT fue similar entre tratamientos ($p \geq 0.05$) y coincide con lo registrado en el estudio de Chirinos *et al*. (2011) quienes con becerros mestizos amamantados con un cuarto de ubre 2 veces por día consumieron 3 ± 0.2 kg d^{-1} de leche durante los primeros 100 días de vida. En este mismo estudio, la ganancia diaria de peso en los becerros con suplemento de hasta 300 g de alimento concentrado (20% PC) y 3 kg de leche por día fue de 287 ± 20 g d^{-1} muy por debajo a lo obtenido en el presente estudio. Al observar la diferencia en la ganancia diaria de peso obtenida entre tratamientos y con otros estudios (Chirinos *et al*., 2011; Salamanca *et al*., 2011), sugiere que la calidad de la leche que el becerro consume puede ser factor determinante en el crecimiento de los becerros cuando el consumo de leche es similar. En el Cuadro 3 se puede observar la calidad de la leche consumida por los becerros.

Cuadro 3. Calidad de la leche consumida por becerros Lechero Tropical proveniente de dos sistemas de pastoreo durante su etapa pre-destete.

Tratamiento	Variable (%)									
	Grasa		SNG		Proteína		Lactosa		Sólidos Tot.	
	90 d	180 d	90 d	180 d	90 d	180 d	90 d	180 d	90 d	180 d
Pastoreo de gramínea en monocultivo	3.5^{a}	3.7^{a}	7.9^{b}	8.0^{b}	2.90^{b}	2.9^{b}	4.35^{b}	4.4^{b}	11.4^{b}	11.7^{a}
Sistema silvopastoril intensivo	3.9^{a}	3.3^{a}	8.1^{a}	8.5^{a}	3.0^{a}	3.1^{a}	4.49^{a}	4.7^{a}	12.1^{a}	11.8^{a}
Error Estándar	0.20	0.26	0.07	0.12	0.02	0.04	0.04	0.07	0.21	0.25

a y b medias con diferente literal en columna, muestran diferencia estadística ($p < 0.05$). SNG= Sólidos no grasos.

La calidad de la leche que los becerros consumieron no mostró diferencias estadísticas para la fracción grasa ($p \geq 0.05$); sin embargo el componente de sólidos no grasos mostró diferencias significativas en ambos periodos de muestreo ($p < 0.05$). Los sólidos totales de la leche consumida a los 180 d no mostraron una diferencia estadística ($p \geq 0.05$) como ocurrió a los 90 d. No obstante, pese a tener una cantidad de sólidos totales similares en este periodo, los nutrientes que componen la fracción soluble en agua son superiores en el SSPi ($p <0.05$).

El porcentaje de grasa en la leche consumida por el becerro en este estudio, es similar a la obtenida por Mohammed *et al*. (2016) con 3.7 y 3.6 ± 0.05 para leche producida en un sistema de pastoreo de gramínea en monocultivo y un SSPi con vacas mestizas suplementadas con concentrado; Prieto-Manrique *et al*. (2016) obtuvieron 2.88 % de grasa en un sistema de pastoreo de gramínea y 4.41 % para SSPi. Otro estudio muestra porcentajes de grasa superiores a los obtenidos con 4.07 ± 0.16 y 4.2 ± 0.22 para pastoreo con gramíneas y SSPi (Hernández y Ponce, 2004). La proporción de ácidos grasos volátiles en el rumen, específicamente acético y propiónico, determina el porcentaje de grasa en leche (Ramos *et al*., 1998); la variación en los niveles de grasa respecto a otros estudios se puede atribuir a diferencias en la relación forraje concentrado y cantidad de fibra en la dieta, debido a que la proporción de acético y propiónico en rumen es muy sensible a estos factores.

La cantidad de sólidos no grasos fue mayor para el SSPi ($p < 0.05$), debido a que sus principales componentes, proteína y lactosa, también se encontraron en mayor cantidad ($p < 0.05$). Las vacas que pastorean un SSPi tienen acceso a una dieta de mayor calidad con niveles más altos en

proteína respecto al pastoreo en monocultivo (Murgueitio *et al*., 2015). Lo anterior puede explicar la diferencia en los niveles de proteína y lactosa entre tratamientos, debido a que la glándula mamaria sintetiza la proteína de la leche a partir de la disponibilidad de aminoácidos y mayores niveles de ácido propiónico incrementan la síntesis de lactosa (Ramos *et al*., 1998). Los porcentajes de SNG, proteína y lactosa son similares a los obtenidos por Mohammed *et al*. (2016) con 8.1, 2.9 y 4.3 para el pastoreo en monocultivo y 8.2, 3.0 y 4.5 para SSPi.

Los sólidos totales difieren entre tratamientos a los 90 d ($p < 0.05$), lo que se traduce en una mejor calidad de leche para el becerro en el SSPi, esta etapa es fundamental debido a que el becerro depende exclusivamente de la leche ingerida. A los 180 d no existe diferencia entre tratamientos ($p \geq 0.05$) para sólidos totales; sin embargo, se debe tomar en cuenta la cantidad de proteína y lactosa que es mayor para SSPi; durante esta etapa, el rumen del becerro comienza a ser funcional, por lo que la ingesta diaria de leche se debe ver como un suplemento en su dieta capaz de incrementar el crecimiento, como en el caso de la leche proveniente de un SSPi. Los porcentajes de sólidos totales se encuentran por debajo a los encontrados por Hernández y Ponce (2004) en 1 y 0.5 % para pastoreo de gramínea y SSPi respectivamente; sin embargo coinciden con Mohammed *et al*. (2016); esta variabilidad en resultados puede atribuirse a los diferentes niveles de suplementación utilizados entre estudios.

CONCLUSIONES

La alimentación de becerros Lechero Tropical durante el pre-destete basada en leche de vacas en un sistema silvopastoril intensivo es capaz de incrementar la ganancia diaria de peso y peso vivo respecto a vacas alimentadas en pastoreo de gramínea en monocultivo. Sin embargo, este incremento se debe a la calidad de la leche y no a la cantidad de leche ingerida.

LITERATURA CITADA

Arce R. C., Aranda I. E. M., Osorio A. M. M., González G. R., Díaz R. P. e Hinojosa C. J. A. 2017. Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 8(1):83-91.

Cárdenas J. E. G., Maza A. L. y Cardona J. A. 2015. Comportamiento productivo de terneros lactantes suplementados con maíz más torta de algodón en el departamento de Córdoba, Colombia. Revista Colombiana de Ciencia Animal. 7(2):171-178.

Chirinos Z., Faría-Mármol J., Gómez A., León L. y Quiñones R. 2011. Efecto de la estrategia de amamantamiento sobre el crecimiento de becerros y la producción de leche en un sistema de doble propósito del Zulia, Venezuela. Actas Iberoamericanas de conservación animal. 1:268-271.

Díaz C. A., Sardiñas L. Y., Castillo C. E., Padilla C. C., Jordán V. H., Martínez Z. R., Ruiz V. T., Díaz S. M., Moo C. A., Gómez C. O., Alpide T. D., Arjona R. M. y Ortega G. G. 2014. Caracterización de ranchos ganaderos de Campeche, México. Resultados de proyectos de transferencia de tecnologías. Avances en Investigación Agropecuaria. 18(2):41-61.

García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 191 p.

Heras-Torres J. G., Osorio-Arce M. M. y Segura-Correa J. C. 2008. Crecimiento de becerros en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de México. Revista Científica Maracaibo. 18(2):170-174.

Hernández R. R. y Ponce C. P. 2004. Efecto del silvopastoreo como sistema sostenible de explotación bovina sobre la composición de la leche. Livestock Research for Rural Development. 16(6). http://www.lrrd.org/lrrd16/6/hern16043.htm

Madrid-Bury N., González-Stagnaro C., Goicochea Llaque J., González-Villalobos D. y Rodríguez-Urbina M. A. 2007. Peso al nacimiento en hembras bovinas doble propósito. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 24:690-708

Martínez C. C. J., Cotera R. J. y J. Abad Z. 2012. Características de la producción y comercialización de leche bovina en sistemas de doble propósito en Dobladero, Veracruz. Revista Mexicana de Agronegocios. 16 (30): 816-824.

Mohammed M. A. H., Aguilar-Pérez C. F., Ayala-Burgos A. J., Bottini-Luzardo M. B., Solorio-Sánchez F. J. y Ku-Vera J. C. 2016. Evaluation of milk composition and fresh soft cheese from an intensive silvopastoral system in the tropics. Dairy Science & Technology. 96:159-172.

Murgueitio E., Barahona R., Chará J. D., Flores M. X., Mauricio R. M. y Molina J. J. 2015. The intensive silvopastoral systems in Latin America sustainable alternative to face climatic change in animal husbandry. Cuban journal of agricultural science. 49(4):541-554.

Orantes Z. M. A., Platas R. D., Córdova A. V., De los Santos L. M. C. y Córdova A. A. 2014. Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. Ecosistemas y recursos agropecuarios. 1(1):49-58.

Osorio-Arce M. M. y Segura-Correa J. C. 2008. Factores que afectan el peso al nacer y al destete de becerros de doble propósito en el trópico. Livestock Research for Rural Development 20(1). http://www.lrrd.org/lrrd20/1/osor20015.htm

Prieto-Manrique E., Vargas-Sánchez J. E., Angulo-Arizala J. y Mahecha-Ledesma L. 2016. Grasa y ácidos grasos en leche de vacas pastoreando, en cuatro sistemas de producción. Agronomía Mesoamericana. 28(1):19-42.

Ramos R., Pabón M. y Carulla J. 1998. Factores nutricionales y no nutricionales que determinan la composición de la leche. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 46(2):2-7.

Rosendo P. A. y Becerril P. C. M. 2015. Avance en el conocimiento del Bovino Criollo Lechero Tropical en México. Ecosistemas y recursos agropecuarios 2(5): 233-249.

Salamanca C. A., Quintero V. R. y Bentez M. J. 2011. Características de crecimiento predestete en becerros del Sistema Doble Propósito en el municipio de Arauca. Zootecnia Tropical. 29(4):455-465.

Saddy J., Depablos L., Colina Y. y Vargas D. 2015. Evaluación de concentrados comerciales sobre el crecimiento de becerros doble propósito en la zona central de Venezuela. Zootecnia Tropical. 33 (1): 89-96.

SAS Institute. 2010. User's Guide, version 9.4. Satistical Analysis System Institute. North Caroline, USA.

DIGESTIBILIDAD APARENTE DEL FÓSFORO DE NANOPARTÍCULAS DE FOSFATO DICÁLCICO EN POLLOS DE ENGORDA

Diana Angélica Gutiérrez-Arenas[1]
Juan Manuel Cuca-García[2]
Arturo Pro-Martínez[2]
Fidel Ávila-Ramos[1]
Servando Reyes-Castro[2]

RESUMEN

El fosfato dicálcico (FD) es comúnmente utilizado como fuente de fósforo en dietas para aves. Sin embargo, la composición química de un alimento indica su contenido de nutrimentos, mas no su disponibilidad para el animal por lo que se considera que el consumo de FD en nanopartículas puede contribuir a aumentar la eficiencia de absorción del fósforo y disminuir su excreción en heces lo cual genera un impacto negativo al ambiente como la eutrofización de aguas residuales. Por lo que, el objetivo del presente estudio fue evaluar la digestibilidad aparente del fósforo de nanopartículas de fosfato dicálcico en pollos de engorda en iniciación. Se utilizaron 100 pollitos machos de la línea Ross de un día de edad y se evaluaron tres fuentes de P: fosfato de calcio comercial, fosfato dicálcico grado analítico (anhidro) y fosfato dicálcico en nanopartículas (anhidro). Cada fosfato se proporcionó a las concentraciones de: 0.24, 0.35 y 0.46% de la dieta, por lo que se tuvieron nueve tratamientos y una dieta testigo con 0.13% de fósforo disponible. Se midió fósforo total ingerido (FTI), fósforo total excretado (FTE), fósforo total absorbido (FTA) y digestibilidad aparente del fósforo (Dap). Los resultados obtenidos indican que no hubo mejora en la PTI, PTE, PTA y Dap en las aves que consumieron partículas nanométricas con respecto a las que consumieron la fuente de grado analítico o comercial con partículas de tamaño normal, por lo que es conveniente realizar más investigación que permita el uso de esta tecnología en ciclos completos de engorda.

PALABRAS CLAVE

Avicultura, nanotecnología, disponibilidad.

INTRODUCCIÓN

El sector pecuario en México presenta grandes retos ante la dependencia de insumos alimenticios del extranjero, aunada a la crisis económica por la que atraviesa nuestro país. Así también, hay gran interés por implementar tecnologías de bajo costo que vayan acorde con la filosofía “limpio, verde y ético” para producir insumos alimenticios para consumo humano que permitan cubrir la demanda de éstos y bajo condiciones amigables con el ambiente. Es necesario implementar tecnologías de vanguardia tales como la nanotecnología que permitan incrementar la biodisponibilidad de los nutrientes, con la consecuente disminución en los niveles de inclusión de ingredientes en la dieta, sin descuidar el nivel de producción, la calidad, valor nutricional e inocuidad de los alimentos. El FD es comúnmente utilizado como fuente de P en dietas para animales (Fernandes *et al.,* 1999) y según De Blas *et al.* (2010), la disponibilidad del P del FD para aves es del 85%, pero esta disponibilidad puede variar, por lo que una alternativa para mejorar la biodisponibilidad de este suplemento, puede ser la implementación de nuevas formas de administración del P, que cubran el requerimiento de los animales.

Una opción es la utilización del FD en nanopartículas (NPs), ya que reduciendo el tamaño de partícula se incrementa la zona de superficie expuesta a la interacción química dentro del tracto gastrointestinal y se puede obtener una mayor eficiencia de absorción.

Según Wang *et al.* (2004), las partículas de hasta 100 nm se absorben en el tubo gastrointestinal de 15 a 250 veces más que las de un mayor tamaño, por lo que se puede reducir la cantidad de FD en la dieta de las aves si ésta se adiciona en forma de NPs y de ésta manera reducir costos por concepto de alimentación y disminuir la excreción de este mineral en heces que puede provocar la acumulación en el suelo y su lixiviación, con consecuencias negativas sobre las aguas superficiales, tales como la eutrofización (Sharpley, 1999; Keshavarz y Austic, 2004; Rodehutscord, 2011), ya que Waldroup *et al.* (2000) estiman que al menos el 50% del P de las excretas proviene de fosfatos minerales no digeridos, principalmente de pollos. En el presente estudio se plantea la elaboración de NPs de FD anhidro (NPFD) con el objetivo de evaluar la digestibilidad aparente del fósforo de nanopartículas de fosfato dicálcico en pollos de engorda en iniciación.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la granja experimental del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Estado de México; ubicada a 19° 27’ 39.3’’ Latitud Norte y a 98° 54’ 30.1’’ Longitud Oeste, Altitud 2250 msnm. Se utilizaron 100 pollitos machos Ross de un día de edad, éstos se pesaron y se distribuyeron aleatoriamente en 10 tratamientos, con cinco repeticiones de dos pollitos cada una. Los pollitos fueron alojados por pares en criadoras eléctricas en batería con control de temperatura, bien ventiladas y con luz artificial. El experimento duró 21 días; el agua y el alimento se suministraron *ad libitum.*

Se evaluaron tres fuentes de P: fosfato de calcio comercial (mezcla de varios ortofosfatos) fabricado por la empresa “Tecamac Ultra Plus S.A de C.V.” y adquirido en la empresa Productores Agropecuarios Tepexpan, S.A. de C.V.; fosfato dicálcico grado analítico (anhidro) y marca J. T. Baker; fosfato dicálcico en nanopartículas (anhidro), producido en el Colegio de Postgraduados (Cuadro 1). Cada fosfato se proporcionó a las concentraciones de: 0.24, 0.35 y 0.46% de la dieta, por lo que se tuvieron nueve tratamientos y una dieta testigo con 0.13% de fósforo disponible.

Cuadro 1. Tratamientos y proporción de la fuente mineral utilizada con su respectiva concentración de Ca y Pd.

Tratamiento	Fuente Mineral	Fosfato de calcio	% de inclusión	% Pd	% Ca
1	-	-	-	0.13	1.00
2	Comercial	Fosfato de Ca*	0.52	0.24	1.00
3	Comercial	Fosfato de Ca*	1.05	0.35	1.00
4	Comercial	Fosfato de Ca*	1.57	0.46	1.00
5	Nanopartículas	FDanhidro**	0.61	0.24	1.00
6	Nanopartículas	FDanhidro**	1.22	0.35	1.00
7	Nanopartículas	FDanhidro**	1.87	0.46	1.00
8	Analítico	FDanhidro**	0.50	0.24	1.00
9	Analítico	FDanhidro**	1.00	0.35	1.00
10	Analítico	FDanhidro**	1.50	0.46	1.00

* Fosfato de calcio: La fuente comercial presenta una mezcla de varios ortofosfatos de calcio. ** FDanhidro: Tanto las NPs como la fuente de grado analítico presentan una composición de fosfato dicálcico anhidro.

Se realizó el análisis en laboratorio del carbonato de calcio utilizado, en las tres fuentes minerales de fosfato dicálcico, sorgo y pasta de soya. Los resultados fueron: carbonato de calcio con 36% de Ca, el ortofosfato de calcio comercial con 21% de P y 21% de Ca, el fosfato dicálcico en nanopartículas (NPs) con 18% de P y 24% de Ca y el fosfato dicálcico grado analítico marca J.T. Baker con 22% de P y 30% de Ca. Los análisis de Ca y P para el sorgo indican un contenido de 0.28% de P total (30% disponibilidad) y 0.25% de Ca; para la pasta de soya 0.64% de P total (40% disponibilidad) y 0.49% de Ca (ingredientes analizados por Evonik, México; los porcentajes de disponibilidad fueron calculados a partir del fósforo fítico analizado en los dos ingredientes).

El alimento se mezcló en una mezcladora industrial tipo pastelera y posteriormente se determinó la cantidad de Ca y P total, algunos resultados fueron diferentes de la concentración de Ca y P disponible (Pd) calculada en la formulación; por lo que la discusión de los resultados se hace con base a las concentraciones de Ca y Pd del alimento determinadas en el laboratorio. Las dietas fueron isoprotéinicas e isoenergéticas (Cuadro 2) y cubrieron los requerimientos sugeridos por el NRC (1994) y Cuca *et al.* (2009) para pollitos en iniciación, excepto en P.

Cuadro 2. Composición y análisis nutrimental de las dietas experimentales para pollos de engorda.

Ingrediente	TRATAMIENTOS									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
	%									
Sorgo	58.64	58.21	57.74	57.31	58.22	57.81	57.38	58.48	58.30	58.14
Pasta de soya	31.90	31.99	32.09	32.18	31.99	32.07	32.16	31.93	31.97	32.00
Aceite de soya	5.35	5.48	5.62	5.75	5.48	5.60	5.73	5.40	5.45	5.50
$CaCO_3$ *	2.52	2.21	1.91	1.60	2.11	1.70	1.30	2.10	1.69	1.27
Com-Ortofosfato de Ca **	0.00	0.52	1.05	1.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nano-$CaHPO_4$ ***	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	1.22	1.84	0.00	0.00	0.00
Ana-$CaHPO_4$ ****	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	1.50
L-Lisina	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
DL-Metionina	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
L-Treonina	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
L-Triptofáno	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Prem. vit. y min.	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Sal	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35

TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Aporte nutrimental calculado										
EM (Mcal kg^{-1})	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Proteína cruda, %	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
Lisina, %	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Met + Cis, %	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
Treonina, %	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
Triptofáno, %	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Ca, %	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Pd, %	0.13	0.24	0.35	0.46	0.24	0.35	0.46	0.24	0.35	0.46
PT, %	0.37	0.48	0.59	0.70	0.48	0.59	0.70	0.48	0.59	0.70
PT analizado, %	0.36	0.50	0.60	0.72	0.48	0.59	0.68	0.50	0.59	0.71

***** Carbonato de calcio (36% Ca); ** Ortofosfato de calcio de uso comercial (21% P, 21% Ca); *** Fosfato dicálcico en nanopartículas (18% P, 24% Ca); **** Fosfato dicálcico grado analítico (22% P, 30% Ca).
Pd= Fósforo disponible; PT= Fósforo total

Se colectaron las heces de los pollos de cada tratamiento y repetición acumuladas a los 10 días (mitad del experimento) y a los 11 días siguientes (final del experimento), las cuales se analizaron en el laboratorio para determinar la cantidad de fósforo excretado; así mismo, se midió el consumo de P para calcular la Dap por medio de la siguiente fórmula:

$$\%Dap = \frac{\text{P ingerido (g)} - \text{P excretado (g)}}{\text{P ingerido (g)}} \; x\; 100$$

Donde:

%Dap	=	Porcentaje de Digestibilidad aparente del P
P ingerido	=	(Concentración de P en la dieta) (g de alimento consumido)
P excretado	=	(Concentración de P en las heces) (g de heces)

Se utilizó un modelo estadístico con mediciones repetidas en el tiempo y para cada característica se realizó un análisis de varianza con el procedimiento MIXED (SAS, Windows 9.4, 2012), así como pruebas de comparación de medias empleando la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la Dap, se observan en el Cuadro 3. Se observaron diferencias significativas (P≤0.05) por efecto del fósforo total ingerido (FTI), fósforo total excretado (FTE) y fósforo total absorbido (FTA), pero no por la Dap ni en la interacción fuente mineral*Dap (P>0.05). En el día 10, sólo el PTI de las aves del tratamiento 1 fue diferente con respecto a las demás (P≤0.05). En la respuesta de PTE y Dap no se observaron diferencias por efecto del tratamiento y el PTA fue similar entre niveles dentro de la misma fuente mineral (P>0.05).

En el día 21, los resultados obtenidos indican que no hubo mejora en la PTI, PTE, PTA y Dap en las aves que consumieron partículas nanométricas con respecto a las que consumieron la fuente de grado analítico con partículas de tamaño normal, aun cuando se menciona que al incrementar el área de superficie puede aumentar la absorción; Cabrera *et al.* (2002) mencionan que las partículas finas no son retenidas lo suficiente para ser solubilizadas y Powell *et al.* (2010)

mencionan que una vez que las NPs se encuentran en el lumen intestinal, estas pueden aglomerarse o permanecer dispersas, por lo que las nanopartículas de fosfato dicálcico (NPFD) consumidas por las aves de los tratamientos 5, 6 y 7, pudieron aglomerarse debido a la degradación del polímero utilizado (PVP, disgregante) en la síntesis de las NPs, por el bajo pH de la molleja (2.5; Denbow, 2000) la cual se encuentra antes del sitio de absorción en el intestino y de ésta manera, las NPFD se absorbieron como las partículas de tamaño normal, por lo que sería importante probar otros polímeros o métodos de encapsulación que cumplan con las características adecuadas para que se lleve a cabo la liberación del nutriente en el lugar adecuado para su absorción.

Cuadro 3. Fósforo total ingerido (FTI), excretado (FTE), absorbido (PTA) y digestibilidad aparente del fósforo (Dap) en pollos de engorda (%) en respuesta a diferentes concentraciones y fuentes de fósforo disponible (Pd).

Tratamiento	Fuente mineral	PT Analizado en dieta	Día 10				Día 21			
			PTI	PTE	PTA	Dap	PTI	PTE	PTA	Dap
1	-	0.36	0.68^{b}	0.31	0.35^{b}	58.43	0.57^{d}	0.19^{b}	0.38^{c}	64.06
2	Comercial	0.50	1.17^{a}	0.41	0.79^{ab}	65.46	2.90^{c}	0.87^{b}	2.04^{b}	70.17
3	Comercial	0.60	1.70^{a}	0.70	0.99^{ab}	59.79	4.82^{ab}	1.44^{ab}	3.39^{a}	70.32
4	Comercial	0.72	2.12^{a}	0.77	1.37^{a}	64.01	5.66^{a}	2.36^{a}	3.30^{a}	58.72
5	Nanopartículas	0.48	1.21^{a}	0.49	0.75^{ab}	61.39	2.97^{c}	0.91^{b}	2.06^{b}	69.25
6	Nanopartículas	0.59	1.68^{a}	0.54	0.99^{ab}	66.93	4.56^{b}	1.75^{ab}	2.81^{ab}	61.52
7	Nanopartículas	0.68	1.94^{a}	0.73	1.16^{ab}	62.31	5.25^{ab}	1.90^{ab}	3.34^{a}	63.86
8	Analítico	0.50	1.29^{a}	0.55	0.72^{ab}	55.65	2.75^{c}	0.81^{b}	1.94^{b}	70.67
9	Analítico	0.59	1.67^{a}	0.64	0.84^{ab}	57.35	4.69^{b}	1.78^{ab}	2.91^{ab}	62.29
10	Analítico	0.71	1.92^{a}	1.00	1.27^{ab}	53.68	4.68^{b}	1.39^{ab}	3.29^{a}	71.32

Fuente de variación	**P**
PTI	**<0.0001**
PTE	**<0.0001**
PTA	**<0.0001**
Dap	**0.6018**
P.mineral* Dap	**0.5060**

^{a,b,c,d} Indica diferencia entre la misma columna (P≤0.05).

Para el cálculo de la Dap se consideró el PTI, proveniente de cada fuente y relacionado con el consumo de alimento, y el PTE, calculado a partir del porcentaje de P total en las heces y la cantidad de heces, según materiales y métodos.

CONCLUSIONES

El uso de NPFD en pollos de engorda en iniciación no mejoraron la respuesta productiva y fisiológica con respecto a las demás fuentes de fósforo inorgánico utilizadas, por lo que requieren estudiarse más a fondo, tomando en cuenta el aspecto fisiológico en cuanto a su paso por la membrana intestinal, para así crear las condiciones adecuadas en su diseño y que estas puedan cubrir las expectativas de su utilización en la nutrición de aves.

LITERATURA CITADA

Cabrera, M. C., Del Puerto M., Ramos A., Saadoun A. y Marchesoni A. 2002. Evaluación de la biodisponibilidad del fósforo orgánico e inorgánico a través de la solubilidad *in vitro* y utilización *in vivo.* Agrociencia. 6(1):69-78.

Cuca, G. M., Ávila G. E. y Pro M. A. 2009. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. 276 pp.

Denbow, D. M. 2002. In Gastrointestinal Anatomy and Physiology. In Sturkie's Avian Phisiology. Fifth Edition.

De Blass, C., Mateos G. G. y García-Rebollar P. 2010. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal. 3a. edición. Madrid. 502 pp.

Fernandes, J. I. M., Lima F. R., Mendonça C. X. Jr., Mabe I., Albuquerqu R. and Leal P. M. 1999. Relative bioavailability of phosphorus in feed and agricultural phosphates for poultry. Poultry Science. 78:1729-1736.

Keshavarz, K. and Austic R. E. 2004. The use of low-protein, low-phosphorous, aminoacid- and phytase- supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorous excretion. Poultry Science. 83:75-83.

NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. Ninth revised edition. National Research Council. National Academy Press, Washington, D. C. USA. 155 p.

Powell, J. J., Faria N., Thomas-McKay E. and Pele L. C. 2010. Origin and fate of dietary nanoparticles and microparticles in the gastrointestinal tract. Journal of Autoimmunity. 34:226-233.

Rodehutscord, M. 2011. Avances en la valoración del fósforo en aves. XVII Curso de especialización FEDNA. 237-246. XXVII Curso de especialización FEDNA. Madrid. 237-246.

SAS. 2012. Statistical Analysis System. The SAS system for Windows 9.4. U.S.A.

Sharpley, A. 1999. Symposium: Reducing the environmental impact of poultry production: Focus on phosphorus. Poultry Science. 78:660-673.

Waldroup, P. W., Kersey J. H., Saleh E. A., Fritts C. A., Yan F., Stilborn H. L., Crum Jr. R. C. and Raboy V. 2000. Nonphytate phosphorus requirement and phosphorus excretion of broiler chicks fed diets composed of normal or high available phosphate corn with and without microbial phytase. Poultry Science. 79:1451-1459.

Wang, X., Dai J., Chen Z., Zhang T., Xia G., Nagai T. and Zhang Q. 2004. Bioavailability and pharmacokinetics of cyclosporine A-loaded pH-sensitive nanoparticles for oral administration. Journal of Controled Release. 97:421-429.

SUSTENTABILIDAD DE BOVINOS-CARNE EN ZONAS ÁRIDAS Y SEMIARIDAS DE SONORA.

Francisco Gabriel Denogean Ballesteros[102]
Félix Ayala Alvarez[1]
Ana Bertha Martínez Durán[1]
Luis Ernesto Gerlach Barrera[1]

RESUMEN

La FAO en su informe La Larga Sombra del Ganado, publicado en 2009, señaló que a nivel mundial, contamina mas el ganado que el autotransporte, generando controversias el dato de que el ganado aporta el 18% de los Gases de Efecto Invernadero (GEI). Sonora, con casi 18.5 millones de hectáreas, en donde más del 86% es árido o semiárido, la principal utilización del terreno es mediante ganadería bovina extensiva con el sistema vaca-becerro; manteniendo una población aproximada a 1.4 millones de cabezas bovinas en el terreno. Estudios previos en Sonora han demostrado que el agostadero está sobrecargado, la productividad del ganado es baja, el terreno se está erosionando y los problemas socioeconómicos de los pequeños ganaderos se están agravando. La producción de Gases de Efecto Invernadero GEI, en los bovinos no está a discusión, conociendo que son emisores de metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O) principalmente y que el incremento de sus concentraciones en la atmosfera provoca aumento de la temperatura atmosférica de la Tierra produciendo "calentamiento global". Para los climatólogos, el CH_4, el N_2O y el CO_2 son GEI liberados a la atmosfera, pero para los ganaderos, estas emisiones son pérdidas de energía, nutrientes y materia orgánica del suelo, y sus emisiones reflejan falta de eficacia en el uso de insumos. Estas pérdidas bajan la productividad del ganado, siendo los bovinos los más afectados por ser los mayores generadores. Es posible disminuir estas pérdidas mediante el manejo del forraje y la nutrición de bovinos, ya que al mejorar la calidad se incrementa la productividad y se reduce la emisión de metano. Se recomienda ajustar la carga animal a la capacidad del terreno y utilizando un tipo de ganado de menor tamaño, que pueda llenar sus requerimientos nutricionales en agostaderos de baja producción forrajera.

Palabras clave: Ganado bovino, Agostaderos, Tecnologías sustentables

INTRODUCCION

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente Humano, celebrada en Suecia en 1972, se sembró la semilla de lo que más tarde se reconocería como Sustentabilidad (Calvente, 2007); durante la conferencia se habló de algo más amplio: la búsqueda de relaciones comunes entre aspectos ambientales y temas económicos relacionados con el capital, el crecimiento y el empleo.

El concepto de Desarrollo Sustentable se ubica en 1983 que la Organización de las Naciones Unidas (ONU) creó la Comisión sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (equipo conocido como Comisión Brundtland); EL equipo trabajó durante tres años finalizando con el informe llamado Nuestro Futuro Común.. El documento señala claramente que la sociedad debe modificar su estilo y hábitos de vida, si no se quiere que la crisis social y la degradación de la naturaleza se extiendan de manera irreversible. Sustentable se ha convertido en una palabra de moda, es referente obligado al que se le han sumado la mayoría de las naciones y sus gobiernos. Así, ha

[102] Universidad de Sonora. Unidad Regional Norte. División de Ciencias Administrativas, Sociales y Agropecuarias. Departamento de Ciencia Administrativa y Agropecuaria. Unidad Regional Norte *Campus* Santa Ana, Sonora. fdenogean@correom.uson.mx

pasado a ser una expresión que no debe faltar en los discursos políticos ó académicos (Ramírez *et al*., 2003).

Hay múltiples definiciones de sustentabilidad que aíslan elementos del concepto del cual son parte integral. Bifani (1999), describe cuatro diferentes enfoques: 1). Enfoque ecologista, que reduce el concepto a la sustentabilidad ecológica, enfatizando los límites ecológicos y la imposibilidad de crecimiento continuo en un planeta finito, donde el Desarrollo Sustentable requiere que la magnitud del sistema económico se mantenga dentro de los márgenes de la capacidad de carga de la naturaleza. 2). Enfoqu Iintergeneracional, centrado en la responsabilidad de la actual generación respecto de las futuras; éste enfoque es controversial por el énfasis en la solidaridad con el futuro, ignorando el presente. 3). Enfoque económico, enfatizando en que el desarrollo sustentable debe combinarse con el crecimiento económico, fortaleciendo la competitividad, con una mejor gestión de la naturaleza y la biodiversidad, así como el descenso de emisiones peligrosas para el medio ambiente, la idea básica es que el crecimiento económico es una condición necesaria para aumentar la protección y la renovación del medio ambiente. 4). Enfoque sectorial, refiriéndose a que un sector productivo específico, será sustentable cuando el proceso productivo no impacte al medio ambiente y además sea redituable en lo económico.

En 2006, la FAO publicó un documento elaborado por la Iniciativa para la Ganadería, Medio Ambiente y Desarrollo (*Livestock, Environment and Development*. *LEAD),* titulado "La larga sombra del ganado, problemas ambientales y opciones" (*Livestock's Long Shadow).* LEAD es un proyecto cuya finalidad es concebir y fomentar estrategias y prácticas ecológicamente sostenibles de producción ganadera y, al mismo tiempo, ocuparse de la reducción de la pobreza, (Steinffeld *et al.,* 2006). Este documento señala que contamina más la ganadería que la industria del autotransporte y contribuye con el 18% de los GEI antropogénicos. La contaminación y el calentamiento global, tienen gran repercusión social. Especialmente en los últimos años, los científicos abordan la emisión de Gases de Efecto Invernadero GEI, desde distintos ángulos y en muchas ocasiones poniendo en la mira a la ganadería en general y a la bovina en especial, como la principal especie ganadera productora de metano de origen entérico que es un importante GEI. (Bonilla *et al*., 2012). El calentamiento global, el efecto invernadero y el cambio climático son conceptos muy usados en la actualidad por los medios de comunicación, grupos ambientalistas y público en general (Caballero *et al*., 2007; Valencia, 2009). El Efecto Invernadero es un mecanismo por el cual la atmosfera de la tierra se calienta, y es un mecanismo muy importante para que el planeta sea un lugar adecuado para que exista vida en él. El Calentamiento Global se refiere a la tendencia de la temperatura a incrementarse como ha sucedido en los últimos 150 años y que se atribuye al efecto de la contaminación; el cambio climático engloba los conceptos anteriores incluyendo a todas las variables climáticas que han ocurrido en la historia de la tierra; éstas están asociadas a factores como los cambios en la actividad solar, circulación de los océanos, actividad volcánica, composición de la atmósfera, entre otros. Por otra parte, la misma FAO y otros organismos internacionales como el Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Mundial (BM), han expresado su especial preocupación respecto al tema alimentario mundial, en particular por sus efectos sobre la población en condiciones de pobreza (FAO-SAGARPA, 2012). La importancia social de la ganadería radica en que el número de pobres dedicados a actividades pecuarias se calcula en mil millones de habitantes que es el 15% de la población mundial (Zalapa, 2012); asimismo, aporta a la dieta humana 58 millones de toneladas anuales de proteínas de alto valor biológico. Estas contribuciones se dan en un medio donde 864 millones de habitantes padecen de desnutrición y los productos de origen animal pueden ser una solución.

Un grave problema que ha causado deterioro de los agostaderos es el sobrepastoreo. Este problema combinado con las sequías, causan que actualmente los agostaderos han reducido su

capacidad de carga, Por lo que una práctica básica que debe realizarse es el ajuste de cargas para disminuir la presión del pastoreo (Melgoza, 2003). El éxito en la administración de un rancho requiere de entender su operación de manera completa; debe practicarse un diagnóstico del funcionamiento, la planeación, programa, proyecto o detalle de las actividades que deben realizarse, así como las medidas adoptadas o estrategias para organizar y desarrollar cualquier tarea; planear estratégicamente para obtener utilidad. (Perez, 2008). El tamaño del hato estará en función de la carga animal que será determinante por el índice de agostadero de los potreros, para saber el número de unidades totales que soporta el terreno en determinada época. En México, la única guía para establecer la carga animal adecuada en los diferentes ecosistemas son los estudios de la Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero COTECOCA) desde hace mas de 40 años para cada estado de la república, con base en muestreos estadísticos para variables que en esencia son dinámicas (Díaz *et al.,* 2003). Es importante mencionar que COTECOCA se creó con la finalidad de determinar la máxima extensión inafectable de la superficie de terreno considerada como pequeña propiedad, que sustituyo a las concesiones de inafectabilidad ganadera que determinaba el Departamento de Asuntos Agrarios y Colonización para dar certidumbre jurídica a la tenencia de la tierra agropecuaria (SAGARPA, 2013). En Sonora se aprovechan 14,523,784 hectáreas de agostadero además de 1,048,790 hectáreas de praderas inducidas totalizando 15,572,574 hectáreas para la producción bovina la cual en el año 2015 produjo 71,727 ton de carne con un valor de $6,812,523,000. Se exportaron 224,500 becerros castrados y 41,750 becerras, cuyas exportaciones se valoraron en 266,650,000 de US/Dls. Esta actividad la desarrollan 33,969 productores (SAGARHPA, 2017).

Según el censo ganadero, en el año 2015 el Estado de Sonora contaba con 2,279,250 cabezas de bovinos carne las cuales equivalen 1,804,018 Unidades Animal (UA); porcentualmente se conformaba de 58.6% de vientres, 13% de vaquillas, 6% de toros, 6% de becerras, 3% de becerros y 0.3% de novillos. El coeficiente de agostadero reportado por COTACOCA para Sonora en 2014 consideraba un promedio de 25.45 ha/UA, por lo que el agostadero sonorense con dichos datos solo podía sostener 611,888 UA y en 2015 mantenía 1,804,018 UA, por lo que la sobrecarga es muy alta.

La sobre utilización del agostadero con un uso no sustentable del recurso como fuente de alimento para el ganado en los potreros, muestra que en las regiones que reciben menor precipitación pluvial la sobre utilización es en mayor grado (Denogean *et al.,* 2010), situación que causa degradación por sobrepastoreo, seguida por la erosión del suelo y finalmente la desertificación. En Sonora se ha documentado, con base en la superficie del agostadero (15,368,994 ha) y el número de cabezas de ganado (1,490,497) equivalentes a 949,854 UA, se está utilizando un Coeficiente de Agostadero (CA) de 16.2 ha por Unidad Animal (UA), cuando el CA medio para el estado es de 26 ha/UA**,** por lo que se tiene una sobrecarga superior al 30%, (Fundación PRODUCE-Sonora, 2009; COTECOCA, 2002)

Para el ganadero sonorense, las condiciones climático-ecológicas que impiden diversificar las actividades ganaderas lo obligan a la cría de becerros (Denogean *et al.,* 2010). El principal problema es la alimentación del ganado, los agostaderos han sufrido por años el sobrepastoreo y cada vez son suelos más erosionados los que logran sostener a la hembra durante la gestación, sin embargo no son suficientes para mantener además, a la cría en el período de lactancia. Así, el criador está en el eslabón más débil porque cubre la etapa más larga, de mayor costo y con los mayores riesgos en la cadena.

En Sonora se pueden apreciar pastizales con alta dominancia de gramíneas de excelente valor forrajero, áreas con abundancia de arbustos de escaso o nulo valor forrajero, zonas de alta

precipitación y áreas del desierto donde las lluvias rara vez se presentan (Velázquez, 1997), la sobre explotación y el manejo inadecuado de buena parte de las tierras de pastoreo en Sonora, las prolongadas y recurrentes sequías de los últimos años, han causado transformaciones drásticas en la vegetación de los agostaderos, propiciando una disminución de su potencial forrajero, así como la desertificación y degradación de los terrenos (Ibarra *et al.,* 2003).

Con los antecedentes descritos se planteó el presente estudio, con el objetivo de implementar tecnologías disponibles en ganadería bovina que han mostrado ser sustentables, económicas y productivas. Generar información práctica para el manejo de pastizales abiertos y arbosufrutescentes, mediante prácticas de manejo para mejorar la vegetación herbácea de alto valor para bovinos, así como mantener la riqueza de especies más deseables dentro de la comunidad vegetal, contribuir a la conservación del hábitat de las especies y poblaciones silvestres nativas. El objetivo específico es estimar la Capacidad de Carga (CC) y la Carga Animal (CA) que puede sostener sustentablemente el Rancho de la Universidad, ubicado en el norte de Sonora.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio es producto de un proyecto denominado “Establecimiento de un sistema de monitoreo de las comunidades vegetativas en el Rancho Experimental de la Universidad de Sonora en Cananea, Sonora” el rancho está, localizado en el Municipio de Cananea..Sonora; Geográficamente está ubicado entre los 110° 06’ y 110° 10’ de Longitud Este, y los 30° 58’ y 31° 01’ de Latitud Norte. El clima de la región es templado y semiseco, (BS_1kw), con régimen pluvial preferentemente de verano. La precipitación y la temperatura media anual son de 420 mm y 16.3 °C,respectivamente. La vegetación está enmarcada en una zona de transición entre el Pastizal Mediano Abierto y el Pastizal Mediano Arbosufrutescente, donde la vegetación es una asociación de zacates, árboles y arbustos. La topografía es irregular con pequeños valles, lomerío bajo, lomerío alto y lomerío suave. Basados en los estudios de COTECOCA en la región de Cananea realizados desde 1970; las 707-10-21 ha del rancho tienen capacidad para sostener 66 Unidades Animal.

Se establecieron cinco Líneas Interceptas (transectos) de 50 m de longitud en cada uno de los cinco potreros actuales para muestrear vegetación herbácea. Se establecieron cinco cuadrantes fijos de 2 x 2 m (4 m^2) para monitorear tendencia a través del tiempo, donde se mide porcentaje de cubierta total, cobertura de zacates nativos, hierbas, mantillo, y suelo desnudo.

En cada área de exclusión (4 m^2), se cortó con tijera a un centímetro sobre la superficie del suelo, se colectó totalmente en bolsas de papel y se envió al Laboratorio para análisis de contenido nutricional. Se hace notar que todos los sitios habían sido pastoreados y la época del muestreo fue en la más crítica del año (28 de mayo de 2016). En el Laboratorio se corrieron análisis de contenido proteico y minerales a la biomasa colectada. Se tomaron muestras de suelo a 30 cm de profundidad en cada uno de los cinco potreros, se enviaron al Laboratorio para análisis de contenido mineral.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en los datos de campo, la existencia de forraje disponible se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Forraje disponible al inicio del presente estudio.

gr/m^2 F. V.	% Humedad	gr/m^2 M. S.	Kg MS total/ha
46.55	3.3 %	45.01	450.186

Los resultados del análisis de la disposición de forraje (Cuadro 1), muestran la dieta alimenticia para el ganado en condiciones extensivas en las zonas áridas y semiáridas de Sonora; escaso, seco y poco digerible. No se analizó el contenido energético del forraje. El contenido de Proteina Bruta es bajo ya que aporta 3.7% y McLoughlin (2009), señala que bovinos de 450 kg requieren solo para mantenimiento un consumo de 0.507 kg diarios de proteína; la capacidad de consumo de éstos animales es de 13.5 kg de MS diarios (3% del Peso vivo), por lo que el consumo de estos forrajes solo le suministra 499 gramos, suponiendo una buena digestibilidad. Armienta (1995), reporta que durante la época seca, el consumo inadecuado de forraje por el ganado en agostadero ocurre como resultado de un bajo contenido de proteína, y un aumento en la lignificación y el contenido de fibra. Magaña *et al.,*(2006), señalan que el forraje de baja calidad deprime el consumo voluntario al bajar su gustocidad, debido a altos niveles de fibra y bajos contenidos de proteína. Allison (1985), citado por Mejía (2010), señala que una alta intensidad de pastoreo la calidad de las dietas disminuye, atribuyéndolo a la reducción en la selectividad, forzando a consumir porciones más maduras y fibrosas de las plantas, resultando una menor digestibilidad y contenido nutricional de la dieta.

Los resultados de laboratorio muestran que el contenido de minerales del forraje es muy variable, como se muestra en el Cuadro 2; a partir de la cual se comparó con los requerimientos recomendados por investigadores de nutrición bovina (McDowell *et al.* 1984; Jiménez *et al.,*2014, Armienta 1995), que se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 2. . Contenido de Proteina y minerales del forraje disponible obtenidos en el Laboratorio.

% Prot. Proteína	% Na Sodio	% K Potasio	% Ca Calcio	% Mg Magnesio	ppm Fe Hierro	ppm Cu Cobre	ppm Zn Zinc	ppm Mn Manganeso
3.7	0.15	0.055	0.18	0.027	109.9	3.75	16.12	19.22

Cuadro 3. Diferencias entre el contenido de minerales del forraje del estudio y los requerimientos diarios de los bovinos de cría..

	% Na Sodio	% K Potasio	% Ca Calcio	% Mg Magnesio	ppm Fe Hierro	ppm Cu Cobre	ppm Zn Zinc	ppm Mn Manganeso
Muestras	0.15	0.055	0.18	0.027	109.9	3.75	16.12	19.22
Requerim.	0.06	0.600	0.18	0.05	50.0	8.0	30.0	40.0
Diferencia	-0.09	-0.545	0	-0.023	+59.91	+4.25	-13.88	-20.78

La producción bovina en agostaderos depende del potencial de los forrajes para satisfacer las necesidades nutricionales de los bovinos. La satisfacción de éstas necesidades dependerá de que el animal consuma la cantidad suficiente de forraje y que éste tenga los nutrientes en cantidades y proporciones adecuadas (Huerta, 2010). El conocimiento de los niveles de macrominerales Ca, P, K, Na. Cl, Mg y S; y microminerales Co, Cu, I, Fe, Mn, Mo, Se y Zn, existentes en suelos, forrajes y tejidos del ganado permite elaborar estrategias de suplementación para mejorar la eficiencia productiva del ganado en condiciones de agostadero (Espinoza *et al.,* 1991). En el presente estudio se encontró que los Macrominerales Sodio, Potasio y Magnesio; asi como los microminerales Hierro y Cobre presentan fuertes deficiencias en los forrajes al compararlas con las necesidades (requerimientos) del ganado como se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 4. Contenido de minerales en las muestras de suelo del estudio.

	ppm(mg/kg suelo)					
Mineral	$N\text{-}NO_3$	P	Ca	Mg	Na	K
Promedio	16.6	8	716.7	144.8	93.3	200.7
muestras	30	30	2000	350	<250	850
Niveles Adecuados	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Adecuado	Deficiente
Resultado						

Los resultados del Cuadro 4 respecto al contenido de minerales del suelo, muestran deficiencias en N, P, Ca, Mg y K. Los niveles de Na están en los límites adecuados. Las deficiencias nutricionales son los principales factores que más inciden en la producción ganadera especialmente en los pastos en donde las deficiencias y desequilibrios minerales en el suelo y el forraje han sido considerados los principales causantes de los problemas de baja producción del ganado (Laredo *et al*., 1987). Es necesaria la caracterización de los elementos minerales en el sistema suelo- planta- animal, mediante muestreos sistemáticos de los agostaderos con la finalidad de diseñar suplementos minerales de acuerdo los requerimientos del ganado.

CONCLUSIONES

Si la ganadería bovina es fuerte productora de metano; si el metano es un GEI muy importante en el calentamiento global, si el calentamiento global está afectando al clima; es posible realizar prácticas en el manejo de bovinos en agostaderos sonorenses que mitiguen el problema. Los nutriólogos bovinos han encontrado que a mejor calidad en la dieta de bovinos, la emisión de metano disminuye. Por lo tanto, una buena nutrición con mejor alimentación mitigará la producción de metano en bovinos. Los resultados del presente estudio y la información técnica revisada permiten obtener las siguientes conclusiones que son tecnologías conocidas pero necesarias de implementar para mitigar el problema del calentamiento global causado por bovinos.

Ajustar la Carga Animal a la capacidad del Terreno. No es posible tener una buena producción y por ende, buena rentabilidad si los escasos recursos del agostaderos se reparten entre mas animales, ya que estos compiten por los escasos insumos, produciendo desnutrición y baja eficiencia reproductiva. Independientemente del ajuste con base en los Coeficientes de Agostaderos, y dado que en las zonas áridas y semiáridas la precipitación pluvial es errática, es

necesario hacer ajustes anuales en el terreno en función de la producción anual de forraje. Las prácticas productivas en la ganadería sonorense siempre han contravenido el principio de equilibrio forraje:carga animal que evidencian los índices de sobrecarga animal.

Implementar programas de suplementación nutricional. En agostaderos es necesario suplir las necesidades de nutrientes de los animales durante los periodos críticos como es la época de sequía. Es necesario conocer tanto los requerimientos nutricionales, como los aportes de las plantas que consumen los animales. Las variaciones en las condiciones ambientales que se presentan en Sonora (Velazquez, 1997), obligan a elaborar programas de suplementación para las distintas épocas del año para eficientar la unidad productiva, evitando pérdidas de peso y mortalidades en el hato.

Selección del tipo de ganado adaptable a zonas áridas y semiáridas. Para éstas regiones se requiere un tipo de vaca *("Frame"*) de tamaño mediano, que demanda bajos insumos y puede producir adecuadamente para mantener rentable la actividad (Denogean *et al.,* 20149. Los bovinos consumen el equivalente al 3% de su peso vivo en materia seca. Una vaca de 600 kg consumirá anualmente 6,570 kg de materia seca, mientras que una de tamaño mediano (450 kg) consumirá 4,927 kg . Esta decisión puede ayudar a ahorrar el 25 % del forraje producido en el agostadero, en donde su marcada estacionalidad de las lluvias trae aparejada una escasez o falta total de alimento en determinadas épocas.
Aprender a convivir con la sequía. La sequía pertenece al esquema climático normal de las regiones áridas y semiáridas por lo que está relacionada con la alta variabilidad de las precipitaciones, lo cual tiene efectos muy variados en la producción de forraje de los diferentes tipos de vegetación. Por lo que la sequía es normal en Sonora. Para que la ganadería de zonas áridas mejore sus condiciones de rentabilidad el ganadero debe considerar la sequía como un riesgo habitual a enfrentar, incorporando provisoriamente a su sistema de producción prácticas rutinarias que le permitan eliminar o amortiguar los efectos de los años secos en su negocio.

LITERATURA CITADA

Bifani P. 1999. Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. 4ª ed. Editorial IEPALA. Madrid, España. 699 pp.

Bonilla A., L. Barbosa, A. García. 2012. Emisión de metano en la producción Bovina. Cali, Colombia. 3 pp. En: Colombiametanovacuno@gmail.com accesado agosto 24 de 2016
Caballero M., S. Lozano y B. Ortega. 2007. Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. Rev. Digital Universitaria. Vol. 8, No. 10, p 2 –12

Calvante A. M. 2007. El concepto moderno de sustentabilidad. Universidad Abierta Interamericana. Centro de altos estudios. En: www/sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf Consultado en sept. 9 de 2016.

COTECOCA. 2002. Diagnostico de los agostaderos del estado de Sonora. SAGARPA. Coordinación general de ganadería. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México 22 pp.

Denogean B. F., S. Moreno M., F. Ibarra F., M. Martin R., y A. Cabral M. 2010. Análisis del efecto de las sequias sobre la ganadería bovina en Sonora, México. Mem XXIII Congr. Internacional en Admón. de Empresas Agropecuarias. 27 – 29 mayo de 2010. San Luis Potosí, S. L. P., México.

Díaz, S. H.; Kothmann, M. M.; Hamilton, W. T.; Grant, W. E. 2003. A simple ecological sustainability simulator (SESS) for stocking rate management on semi-arid grazing lands. Agricultural Systems 76: 655–680.

Distel R. A. 2013. Manejo de pastoreo en pastizales de zonas áridas y semiáridas. Revista Argentina de Producción Animal Vol 33(1):53-64.

FAO-SAGARPA. 2012. Mexico: El sector agroalimentario ante el desafío del cambio climático.. Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural Pesca y Alimenticio. 479 pp. En: http://sagarpa.gob.mx/programas2/evaluaciones Externas consultado agosto de 2016

Ibarra F. F., M. Martin R., A. Encinas B. Y S. Pérez P. 2003. Mejoramiento forrajero de los agostaderos de Sonora. Patrocipes. Rev. Rancho Hermosillo, Sonora.

Laredo M., F. González. H. Huertas, y L. McDowell. 1987. Los minales y la producción de ganado de carne en pie de monte llanero. Zoot. Trop. 5(1-2):11-26.

Melgoza C. 2003. Determinación de ajustes de carga animal en pastizales de zonas áridas y semiáridas. Ficha Tecnológica Sistema Producto. INIFAP -SAGARPA. México. 2p.

Perez P. S. 2008. Manejo integral de los recursos del rancho ganadero. s.n.t. México.

Ramirez T. A., J. M. Sánchez N. y A. García C. 2003. El desarrollo sustentable: interpretación y análisis. Rev. Centro de Inv. (Mex). Vol 6, Num. 21, Jul-dic. 2003. P55 – 59.

SAGARHPA. 2017. Subsector Pecuario Sonora 2015-16. Hermosillo, Sonora.

SAGARPA. 2013. Determinación de los Coeficientes de Agostadero. Evaluación de Consistencia y Resultados 2011-2012. México.

Steinffeld H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales & C. Haan. 2006. *Livestock's Long Shadow.* ONU-FAO-LEAD.. Roma, Italia.

Valencia A. M. A. 2009. Temas científicos. Ed. Garabatos. México. 148 pp.

Velázquez, J. 1997. Importancia y valor nutricional de las especies forrajeras de Sonora. Editorial UniSon. Hermosillo, México.

Zalapa R. A. 2012. La Ganadería y el Desarrollo Sustentable. Sitio Argentino de Producción Animal en: www.produccion-animal.com.ar accesado en Agosto de 2016. 6 pp.

COMPORTAMIENTO DE VARIABLES RUMINALES, BALANCE DE NITRÓGENO Y DIGESTIBILIDAD *IN VIVO* DE DIETAS CON PULPA CAFÉ ENSILADA EN OVINOS

Graciela Munguía Ameca[103]
María Esther Ortega Cerrilla[1]
Pedro Zetina Córdoba[2]
José Herrera-Haro[1]
Raquel Guinzberg Perrusquía[3]
Ricardo Bárcena Gama[1]

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el comportamiento del pH, producción de ácidos grasos volátiles y la digestibilidad *in vivo* en ovinos Pelibuey alimentados con diferentes niveles de pulpa de café ensilada en dietas integrales. A treinta y seis ovinos machos de la raza Pelibuey con peso promedio de 20.4 ± 2.59 kg, se les asignaron en forma aleatoria tres tratamientos (n=12); T0: tratamiento testigo 0.0% de pulpa de café ensilada (PCE); T1: 10% de PCE y T2: 20% de PCE, en un diseño completamente al azar. Al principio y final de una prueba de comportamiento productivo de 60 días, se tomaron muestras de líquido ruminal para evaluar pH y ácidos grasos volátiles (AGV´s). Al finalizar la prueba de comportamiento, se escogieron al azar cinco animales por tratamiento para determinar digestibilidad *in vivo*. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza, los datos de variables ruminales con Proc Mixed y prueba de medias por Tukey. Los tratamientos no afectaron el pH, concentración de ácido acético, propiónico y butírico, pero se observó una diferencia en el ácido acético en la interacción tratamiento*tiempo. La digestibilidad *in vivo* tampoco no fue afectada. Se concluye que la inclusión de hasta el 20% de PCE en dietas para ovinos Pelibuey en engorda, no afecta el pH ruminal, la concentración de AGV´s y digestibilidad *in vivo*.

PALABRAS CLAVE

Palabras clave: pulpa de café, comportamiento productivo, digestibilidad.

INTRODUCCIÓN

La pulpa de café es un subproducto que causa graves problemas de contaminación (Ulloa *et al*., 2004), no obstante posee un valor nutricional favorable para ser utilizada en la alimentación de rumiantes, además de tener una capacidad antioxidante considerable, ya que se han detectado varios compuestos fenólicos como el ácido clorogénico, ácido cafeico y ácido ferúlico (Torres-Mancera *et al.,* 2011). Entre sus características más importantes está el inhibir la peroxidación de los ácidos grasos (Faulds *et al*., 1997), ser hepato protectores, hipoglucémicos, antivirales, así como antibacteriales (Almeida *et al.,* 2006) lo que puede favorecer las características de la canal al evitar su oxidación o disminuirla. Los taninos forman parte de los compuestos fenólicos, aunque se han considerado compuestos antinutricionales al igual que la cafeina porque reducen la aceptabilidad y palatibilidad (Nurfeta, 2010), actualmente su presencia es deseable en las dietas y alimentos ya que poseen propiedades antioxidantes. Patra *et al.* (2013) mencionan que el uso moderado de taninos reduce la degradación de proteína en el rumen, mejora el peso corporal, el crecimiento de lana, la producción de leche y el rendimiento reproductivo. La pulpa de café se ha

[1]Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Estado de México, México, [2]Universidad Politécnica de Huatusco, Avenida 1, Oriente 728, Huatusco, Veracruz, México, [3]Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México. Autor responsable: Pedro Zetina Córdoba.

incluido en las dietas de rumiantes (De Souza *et al*., 2005; Salinas-Rios *et al.,* 2015) y no rumiantes (Bautista *et al.,* 2005; Ulloa y Verreth 2002;), no obstante su inclusión en las dietas o suplementos es limitada por la presencia de cafeína, un compuesto antinutricional (Nurfeta, 2010). El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de variables ruminales, balance de nitrógeno y la digestibilidad *in vivo* de ovinos Pelibuey.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El estudio se realizó en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco de Mora, México (19º 29' latitud oeste y 98º 53' latitud norte) con una altitud de 2 250 m.

Animales y dietas

Se utilizaron 36 ovinos machos de la raza Pelibuey con peso vivo promedio de 20.4±2.59 kg, alojados en corraletas individuales, con acceso a la dieta y agua *ad libitum.* Los animales fueron distribuidos al azar a tres tratamientos (n=12); T0: Control, T1: 10% inclusión de pulpa de café y T2: 20% de inclusióx|n de pulpa de café en la dieta, con un periodo de adaptación de 20 días y posteriormente, 60 días de engorda. La composición de las dietas fue isoproteínica e isoenergética y se formuló de acuerdo a los requerimientos establecidos por el NRC (1985) (Cuadro1). La pulpa que se utilizó para las dietas fue ensilada por 140 días y posteriormente deshidratada al sol por 8 días inmediatamente después de la apertura del silo. La pulpa de café ensilada y deshidratada contenía 13.24 de PC, 10.82% de cenizas, 1.72 de EE, 31.25 de lignina, 55,10% de FDN, 52.14 de FDA, 1.189 mg g^{-1} MS de taninos y tres antioxidantes en cantidades elevadas: el ácido ferúlico (4.256 mg g^{-1} MS) ácido cafeíco (4.913 mg g^{-1} MS) y ácido clorogénico (4.875 mg g^{-1} MS).

Variables ruminales (pH, nitrógeno amoniacal y ácidos grasos volátiles)

Se tomaron muestras de líquido ruminal a ocho ovinos de cada tratamiento a los 0 y 60 días de la fase experimental mediante sonda esofágica para observar el efecto de la pulpa de café en las dietas. Tres horas después de proporcionar la dieta se extrajeron 20 ml de líquido ruminal de cada animal, para medir pH mediante un potenciómetro calibrado a pH 4.0 y 7.0. Posteriormente 4ml de líquido ruminal se mezcló con 1ml de ácido metafosfórico al 25% para determinar N-NH_3 (McCullough, 1967) mediante un espectofotómetro (Varian Caril I) y AGV (Erwin *et al.,* 1961) por cromatografó de gases (Hewlett Packard HP 6890).

Digestibilidad *in vivo*

Al concluir los 60 días de la prueba de comportamiento productivo se determinó la digestibilidad *in vivo* de la materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácido, en cinco borregos de cada tratamiento escogidos al azar. Se colocaron bolsas recolectoras de heces durante 12 días, 4 días fueron de adaptación ajustando el consumo de alimento al 90% del consumido *ad libitum* y los 8 restantes para la recolección de heces, las cuales se recogieron durante la mañana, éstas se pesaron y se tomó una muestra de 100 g diarios para almacenar a 4 º C. Al finalizar la prueba de digestibilidad, las muestras diarias de cada animal se mezclaron para obtener una sola muestra de cada animal para análisis. La MS, MO, PC en las heces se determinaron por la técnica de AOAC (1990); FDN y FDA de acuerdo a Van Soest *et al.* (1991), la digestibilidad se calculó mediante la fórmula de Harris (1970): DA = Nutriente consumido-nutriente en heces/nutriente consumido x100.

Balance de nitrógeno

Se colectó la orina total diariamente durante los 8 días que duró la recolección de heces. En la parte inferior de cada jaula se colocó una cubeta con 100 ml de HCl al 50% para evitar la pérdida

de nitrógeno. La orina se depositó en recipientes de plástico y se tomó una alícuota de 100 ml que fue congelada a -4°C, para su posterior análisis. El balance de nitrógeno se calculó de acuerdo a la fórmula propuesta por Harris (1970). Nitrógeno retenido = nitrógeno consumido - nitrógeno en heces - nitrógeno en orina.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de digestibilidad *in vivo* y balance de nitrógeno fueron sometidos a un análisis de varianza (SAS, 2002). Las variables ruminales (pH, AGV, N-NH3) fueron analizadas con medidas repetidas en el tiempo (PROC MIXED). Las medias se compararon con la prueba de Tukey ($p<0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables ruminales (pH, nitrógeno amoniacal y ácidos grasos volátiles)

No se observaron diferencias ($P>0.05$) en los valores de pH en el líquido ruminal entre tratamientos, a 0 y 60 días; de manera similar con el NH_3, sin embargo, se observó un efecto en la interacción tiempo x tratamiento. En los valores de ácidos grasos volátiles, ácido propiónico y butírico en los tiempos y tratamientos tampoco se presentaron diferencias, mientras que en el ácido ácetico se encontró una diferencia en el tiempo y en la interacción tiempo x tratamiento, aunque en los tratamientos no fueron afectados (Cuadro 1). El porcentaje de pulpa de café que se proporcionó en las dietas no afectó el pH, nitrógeno amoniacal y la concentración de los ácidos acético, propionico y butírico. Monteiro *et al.* (2007) encontraron que la cáscara de café no afecta el pH del rumen al agregar niveles de 0, 7, 14 y 21% de la ingesta total de materia seca. Soares *et al.* (2007) al alimentar vacas Holstein con 40% de concentrado (25 % de cáscara de café en el concentrado) encontraron que el pH ruminal y el nitrógeno amoniacal no se vieron afectados por la inclusión de la cáscara de café y Krueger *et al.* (2010) al adicionar en la dieta de novillos extractos de taninos comerciales encontraron que no hubo efecto en el pH del rumen, concentración de amoníaco y proporciones molares de acetato, propionato y butirato, mientras que Portela (2012) menciona que la cascarilla de café afecta la concentración de ácidos grasos. La PCE empleada hasta un 20% en la dieta no afecto las variables ruminales, la cantidad de cafeína y taninos presentes en las dietas no tuvo un efecto negativo en el ambiente ruminal de los ovinos a pesar de que se ha reportado que señalan que altas concentraciones de taninos inhiben a las bacterias del rumen Smith *et al.* (2005), sin embargo, mencionan que solo una cantidad mayor al 5 % de la MS de la dieta afecta a los animales Beauchemin *et al.* (2007), los taninos presentes en las dietas empleadas en esta investigación están dentro de un rango que no se considera perjudicial para los animales y respecto a los niveles de cafeína probablemente fueron tolerados por los ovinos.

Cuadro 1. Variables ruminales de ovinos Pelibuey alimentados con pulpa de café ensilada.

	PERIODO 1 (0 días)				PERIODO 2 (60 días)						
	T0	T1	T2	EEM	T0	T1	T2	EEM	TRAT	PER	TRAT*PER
pH	6.37	6.30	6.37	0.03	6.40	6.428	6.28	0.03	0.6870	0.5754	0.1754
Acetato (mmol L^{-1})	40.63	42.80	39.20	1.65	22.26	26.26	36.56	1.65	0.0892	<.0001	0.0153
Propionato (mmol L^{-1})	13.36	12.16	10.20	0.55	12.19	12.07	12.28	0.55	0.3196	0.7112	0.2069
Butirato (mmol L^{-1})	7.16	7.50	6.73	0.36	6.30	6.92	6.19	0.36	0.5586	0.1717	0.9533
N-NH_3	16.48	13.61	16.57	0.99	17.17	16.23	9.5886	0.99	0.1586	0.3340	0.0095

T0: testigo, T1: dieta con 10% de pulpa de café ensilada, T2: dieta con 20% de pulpa de café ensilada.

Digestibilidad *in vivo* y balance de nitrógeno

La inclusión de PCE no afectó (P>0.05) la DMS, DMO, DFDN y DFNA, sin embargo, la mayor (P<0.05) digestibilidad de PC se observó con la inclusión de 10% de PCE, mientras que con 20% de PCE fue igual al testigo (Cuadro 2). No se presentaron diferencias (P>0.05) en el balance de nitrógeno entre tratamientos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Digestibilidad *in vivo* y retención de nitrógeno de ovinos Pelibuey alimentados con pulpa de café ensilada en diferentes proporciones.

	Tratamientos				
	T0	T1	T2	EEM	P<F
Digestibilidad (%)					
Materia seca	69.99	72.95	70.68	2.33	0.6378
Proteína cruda	67.13b	74.99a	60.40b	2.36	0.0042
Fibra detergente neutra	62.41	64.57	63.45	2.07	0.7612
Fibra detergente ácida	58.75	47.51	51.28	3.13	0.0754
Materia orgánica	76.33	77.20	72.43	2.12	0.2874
Balance de nitrógeno					
Nitrógeno retenido (%)	1.498	9.362	7.987	3.37	0.1955

T0: testigo, T1: dieta con 10% de pulpa de café ensilada y deshidratada, T2: dieta con 20% de pulpa de café ensilada.

La inclusión de pulpa de café ensilada y deshidratada en las dietas no afectó la digestibilidad total aparente de la MS, MO, FDN y FDA, solo se observaron diferencias entre tratamientos (P<0.05) en la digestibilidad de PC, los valores más altos de digestibilidad de PC se observaron en la dieta con 10% de PCE. Lima de Souza *et al.* (2004) encontraron que hasta un 10% de cáscara de café, se puede incluir en la dieta sin disminuir la digestibilidad de la MS, MO, PC, FDN, carbohidratos totales, carbohidratos no fibrosos y nutrientes totales. Maldonado (1986) al emplear pulpa de café en la dieta de ovinos tampoco encontró diferencias en la digestibilidad, Blandón (2009) también señala que al incluir pulpa de café en las dietas no tiene efecto en la digestibilidad aparente. Salinas *et al.* (2015) al usar 8% y 16% pulpa de café en las dietas tuvieron respuestas similares en la digestibilidad de MO, PC y FDN de esta investigación. La inclusión de pulpa de café ensilada y deshidrtada entre un 10 y 20% no afecta la digestibilidad total aparente de ovinos Pelibuey y puede ser empleada en las dietas.

No se encontraron diferencias en la retención de nitrógeno en las dietas con 10% y 20% con pulpa de café y la dieta testigo. Vargas (1977) al suministrar pulpa de café a novillos (0, 20, 40, 60 %) en la dieta tampoco encontró entre el tratamiento testigo y con 20% de pulpa de café en el nitrógeno total retenido, pero la retención y absorción de nitrógeno disminuyó al incrementar el porcentaje de pulpa de café en la dieta. El consumo de agua influye mucho en la retención de N a menor consumo de agua mayor retención de nitrógeno ya que se incrementan las pérdidas de nitrógeno urinario y por este motivo se disminuye la retención de nitrógeno (Bressani y Braham, 1964), debido a que el consumo de agua en la dieta testigo y en las dietas con PCE no fue significativo, esto pudo influir para que tampoco se encontraran diferencias en el balance de nitrógeno.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló éste estudio se concluye que la inclusión de hasta el 20% de pulpa de café ensilada en dietas para ovinos en engorda no afecta el pH, concentración de nitrógeno amoniacal y digestibilidad *in vivo*.

LITERATURA CITADA

Almeida A.A.P., A. Farah, D.A.M. Silva, E. A. Nunan, and M.B.A. Glória. 2006. Antibacterial activity of coffee extracts and selected coffee chemical compounds against enterobacteria. J. Agric. Food Chem. 54:8738–8743.

AOAC - Association of Official Analytical Chemist. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. AOAC, Washington, D.C.

Bautista E. O., J. Pernia, D. Barrueta y M. Useche. 2005. Pulpa ecológica de café ensilada en la alimentación de alevines del híbrido Cachamay (Colossoma Macropomum X Piaractus Brachypomus). Revista Científica LUZ. 15:33-40.

Beauchemin K.A., S.M. McGinn, T.F. Martinez and T.A. McAllister. 2007. Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle. J. Anim. Sci. 85:1990–1996.

Blandón N. S. 2009 Utilización de la pulpa de café ensilada como alimento de ovinos. Revista de Ciencia y Tecnología del UNI- Norte. El HIGO en http://luisdi.files.wordpress.com/2008/08/higo-2.pdf

Bressani R. and Braham, J.E. 1964 Effect of water intake on nit rug en metabolism of dogs. J. Nutrition. 82: 469-474.

De Souza A.L, R. Garcia, SDCV Valadares F., F. Cipriano R., J.M De Souza C., L. Da Silva C., e K.F. Gobbi. 2005. Casca de Café em Dietas de Vacas em Lactação: Consumo, Digestibilidade e Produção de Leite. Rev. Bras. Zoot. 34: 2496-2504.

Erwin E. S., G. J. Marco and M. E. Emery. 1961. Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. J. Dairy Sci. 44:1768-1771.
Faulds C.B., B. Bartolomé and G.Williamson. (1997) Novel biotransformations of agro-indrustrial cereal waste by ferulic acid esterases. Ind. Crop. Prod. 6:367–374.
Harris L.E., 1970. Nutrition Research Techniques for Domestic Animalsand Wild Animals, vol. 1. Utah State University, Logan, UT, USA.
Krueger W.K., H. Gutierrez-Bañuelos, G.E. Carstens, B.R.Min, W.E. Pinchak, R.R.Gomez., R.C. Anderson , N.A.Krueger and T.D.A. Forbes. 2010. Effects of dietary tannin source on performance, feed efficiency, ruminal fermentation, and carcass and non-carcass traits in steers fed a high-grain diet. Anim. Feed Sci. Technol. 159: 1–9
Lima de Souza A., R. García, B.F.Salgado, F. Cipriano R., F.S. Valadares, P.O Gomes and P.A.Vierira. 2004. Coffee hulls in the diet of sheep: intake and apparent digestibility. Rev. Bras. Zoot. 33: 2170–2176.
Maldonado G. y M.A. Benezra. 1986. Uso fresco y ensilado de la cereza del café en pruebas de consumo y digestibilidad con ovinos. Centro Nacional de Investigaciones de Café, (CENICAFE). Jornadas Técnicas.
McCullough, H., 1967. The determination of ammonia in whole blood by direct colorimetric method. Clin. Chim. Acta. 17: 297–304.
Monteiro A.T.R., C. J. M. Souza, F.S.C. Valadares, D.V.R. Ferreira, O.A. Soares and P.D. Santos. 2007. Compound balance and microbial protein pro-duction in dairy heifers fed with coffee husk in substitution of cornsilage. Rev. Bras. Zoot. 36: 1691–1698.
NRC (National Research Council), 1985. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Sheep, 6th revised ed. National Academy of Sciences. Washington, DC, USA.
Nurfeta A. 2010. Feed intake, digestibility, nitrogen utilization, and body weight change of sheep consuming wheat straw supplemented with local agricultural and agro-industrial by-products, Trop. Anim. Health Prod. 42: 815–824.
Patra A.K. and Z. Yu. 2013. Effective reduction of enteric methane production by a combination of nitrate and saponin without adverse effect on feed degradability fermentation, or bacterial and archaeal communities of the rumen. Bioresource Technol. 148: 352–360.
Portela D., D.F. 2012. Evaluación *in vitro* de subproductos agrícolas y plantas con capacidad desfaunante sobre la producción de metano. Tesis de Maestría. Posgrado en Ganadería. Colegio de Postgraduados 111 p.
Salinas-Rios T., M.E. Ortega-Cerrilla, M.T. Sánchez-Torres-Esqueda, J. Hernández-Bautista, A. Díaz-Cruz, J.L. Figueroa-Velasco, R. Guinzberg-Perrusquía and J.L. Cordero-Mora. 2015. Productive performance and oxidative status of sheep fed diets supplemented with coffee pulp. Small Rum. Res. 123:17–21
SAS (Statistical Analysis System). 2002. SAS Proceeding Guide, Versión 9.SAS Institute, Cary, NC, USA.
Smith A.H., E. Zoetendal and R.I. Mackie. 2005. Bacterial Mechanisms to Overcome Inhibitory Effects of Dietary Tannins Microbial Ecology. 50: 197–205.
Soares O.A., C.J. Souza, F.S. Valadares, A.A. Jorge, T.R.Araújo, R.L. Navajas, P.D. Do santos and O.G. Soares. 2007. Replacing corn with coffeehulls or soyhulls in diets of dairy cows: chewing activity, ruminal metabolism, nitrogen utilization and microbial protein synthesis. Rev. Bras. Zoot. 36: 205–215.
Torres-Mancera M.T., J. Córdova-López, G. Rodríguez-Serrano, S. Roussos, A. Ramírez-Coronel, E. Favela-Torres and G. Saucedo-Castañeda. (2011). Enzymatic Extraction of HAs from Coffee Pulp. Food Technol. Biotechnol. 49 (3): 369–373.
Ulloa R.J.B. and J.A.S. Verreth. 2002. Growth, feed utilization and nutrient digestibility in tilapia fingerlings (Oreochromis aureus Steindachner) fed diets containing bacteria-treated coffee pulp. Aquaculture Res. 33: 189–195.

Ulloa R.J.B., J.A.J.Verrethb, J.H.van Weerd and E.A.Huismanb. 2004. Tropical agricultural residues and their potential uses in fish feeds: the Costa Rican situation. Waste Manage. 24:87–97.

Van Soest P.J., J.B.Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral fiber and no starch polysaccharides in relation to nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

Vargas E., M. Cabeza y R. Bressani. 1977. Pulpa de café en la alimentación de rumiantes. Absorción y retención de nitrógeno en novillos alimentados con concentrados elaborados con pulpa de café deshidratada. Agron. Costarricence.1(2): 101-106.

IMPACTO AMBIENTAL

DETERIORO AMBIENTAL EN SAN PABLITO, PAHUATLÁN, PUEBLA

Maria Janet Fuentes-Castillo[104]
Mercedes Aurelia Jiménez-Velázquez[105]
Ezequiel Arvízu-Barrón[106]
José Luís García-Cué[107]

RESUMEN

La principal causa del deterioro continuo del medio ambiente global es el insostenible modelo de producción y consumo, particularmente en países industrializados. Mientras tanto los países en desarrollo la pobreza y la degradación ambiental están estrechamente interrelacionados. En la actualidad ha aumentado la frecuencia y gravedad de incidentes, ocasionados por el deterioro de los recursos naturales a nivel mundial. Los efectos más graves, ocurren cuando se incorporan sustancias naturales y sintéticas al ambiente, rebasando la capacidad del ecosistema para ser asimiladas o degradadas. Un ejemplo, se refleja en el actual proceso de producción del papel amate. La investigación tiene por objetivo analizar el deterioro ambiental que ha ocasionado la contaminación y degradación de recursos naturales, utilizados en la elaboración artesanal de amate en una comunidad de la Sierra Norte de Puebla, México. Es una actividad realizada por artesanos del grupo étnico otomí. Metodología utilizada con enfoque mixto: cuantitativa y cualitativa. Resultados muestran que el aumento en la demanda de papel amate ha llevado a cambios en el proceso de producción, obligando a utilizar sustancias químicas (sosa cáustica, cloro, anilinas), provocan contaminación del recurso hídrico, degradación del suelo y escasez de materia prima. La contaminación y degradación de los recursos naturales tienen un alto impacto negativo en la producción de amate, haciendo que sea una actividad dependiente de insumos externos, principalmente la materia prima y una disminución de sus recursos naturales indispensables para conservar esta actividad.

Palabras clave: Amate, Sustentabilidad, Medio Ambiente, Comunidad Indigena.

INTRODUCCIÓN

Diversas actividades humanas, en especial aquellas de producción y prestación de bienes y servicios, suministro de materias primas y desarrollo de infraestructura, interactúan de alguna manera con el entorno donde se emplazan, tanto en su construcción como en su operación. Por ejemplo, consumen recursos naturales, remueven vegetación, utilizan suelos productivos, modifican el paisaje, desplazan personas, producen residuos o emisiones, etc.; es decir, generan cambios en las condiciones ambientales que pueden ser variables en cuanto a su significancia, magnitud, duración, extensión, etc.

El resultado de esta relación proyecto-ambiente a lo largo del tiempo ha conducido a un proceso de deterioro o pérdida de la calidad ambiental que se ha acentuado en las últimas décadas, llegando a extremos preocupantes, en algunas ocasiones insostenibles o desembocando en situaciones de tipo global, que están poniendo en riesgo la salud, el bienestar y la supervivencia del ser humano (INEyCC,2016)

[104] Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo
[105] Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo
[106] Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz
[107] Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo

Los ecosistemas proporcionan servicios que son esenciales para la sobrevivencia y bienestar, brindan alimentos, maderas, fibras y principios activos para elaborar medicinas. Éstos recursos captan el agua de lluvia que se infiltra en el suelo, abasteciendo cuerpos de agua naturales (manantiales, ríos, lagos y humedales) y artificiales; son responsables de renovar el suelo y mantener su fertilidad; capturan el bióxido de carbono de la atmósfera y disminuyen el potencial del calentamiento global. De igual manera, albergan a los polinizadores que son imprescindibles para la fertilización de las plantas. Por último, los ecosistemas ofrecen beneficios recreativos (turismo), culturales y espirituales (Sarukhán et al. 2009).

El severo deterioro de los ecosistemas y sus servicios ambientales son consecuencia del impacto del crecimiento demográfico y económico, la irracionalidad en el uso y sobreexplotación de los recursos naturales que han propiciado la disminución y pérdida de la biodiversidad mundial, situación que pone en riesgo el funcionamiento de los ecosistemas y la provisión de bienes y servicios (CONABIO, 2016).

En este ámbito, la segunda mitad del siglo XX quedará registrada en la historia como la época en que la sociedad generó la mayor cantidad de alteraciones en el planeta. Sin duda, la de mayor impacto es la pérdida de los ecosistemas naturales y sus servicios ambientales, se trata de modificaciones en las bases estructurales propias del planeta: cambio de temperatura, disminución de agua dulce, oxígeno, degradación y desertificación del suelo; así como la extinción de especies biológicas (Landa *et al*., 1997; Didier 2002).

En este contexto, se aborda el artículo ejemplificado con el análisis del impacto ambiental que ha provocado la contaminación y degradación de recursos naturales en la producción del papel amate. Por la situación ambiental generada por la extracción irracional de corteza del árbol conocido como jonote (género *ficus*). El incremento de la demanda artesanal ha llevado a acelerar su elaboración, usando sustancias químicas: cloro y sosa caustica. Estos problemas ambientales, están condicionando al sistema de producción, derivado del proceso de elaboración artesanal ancestral en la comunidad de San Pablito, Pahuatlán, ubicado al norte del estado de Puebla, zona centro de la República Mexicana.

La manufactura del papel amate, permite observar la forma en que el proceso de producción se va transformando con el propósito de satisfacer una mayor demanda del mercado. Por otra parte, está el origen y variedad de recursos naturales y utensilios requeridos para su producción, algunos materiales son utilizados desde tiempos precolombinos, otros han sido adoptados durante las últimas décadas del siglo XX, actualmente la materia prima (corteza de árbol) no se obtiene en la localidad porque se ha sobreexplotado. Ahora se obtiene a través de intermediarios locales y externos en lugares fuera de San Pablito, único pueblo en México donde producen las hojas de amate.

El artesano realiza sus actividades en su taller de producción, ubicado en el patio de la vivienda familiar, puede estar abierto o parcialmente techado; un espacio sobre el piso se destina para instalar un fogón (fogata), colocando entre cuatro piedras los leños y encima el perol con abundante agua, incorporando la corteza del árbol de jonote (*Ficus*) con el propósito de ablandar la fibra: proceso que originalmente necesita de 8 a 10 horas. Con la incorporación de químicos se reduce a 3 horas. Después, el tratamiento de la corteza es su lavado, reposa la fibra (24 horas) y se inicia la elaboración de hojas, el proceso culmina al quedar seca la fibra de papel terminado. Para llevar a cabo esas actividades, requieren un área de trabajo al exterior de la vivienda y una mesa de madera.

Las herramientas básicas utilizadas son: machacadores (piedra volcánica) 15x7 cm, requeridos para aplanar la fibra que genera un rítmico sonido al pegar sobre la mesa, provienen de artesanos canteros del estado de Tlaxcala; campesinos de otros pueblos con producción forestal, abastecen las tablas de madera rústica y son pulidas por carpinteros de San Pablito. También, utilizan

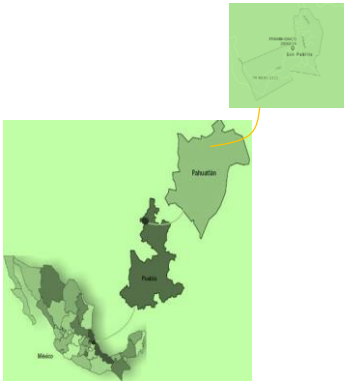
productos químicos como cloro y sosa cáustica. En el diseño y decoración de papel (representan dibujos sobre la cosmovisión: indígena mágico religiosa y simbolizan la naturaleza del lugar) (Jiménez *et al*, 2017) Además, dejan hojas sin esbozos que son utilizadas en la decoración moderna (pantallas de lámparas, hojas para puertas, marcos, otros); aplican anilinas (colorantes), utilizan pintura y pinceles que se consiguen a través de intermediarios.

En este contexto, la investigación tiene por objetivo analizar la contaminación y degradación de los recursos naturales utilizados en la producción artesanal de papel amate en una comunidad de la Sierra Norte de Puebla, México. Se platea la hipótesis: la contaminación y degradación de los recursos naturales son los principales problemas que enfrenta el sistema de producción de amate para lograr ser una actividad sustentable.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio forma parte de la diversidad y complejidad de vida de grupos étnicos de Puebla, sus pobladores se desplazan en busca de trabajo hacia diversas ciudades de México y a Estados Unidos. Estas formas de vida urbana generan nuevas formas de jerarquización y deterioro de los recursos naturales.

Figura: Área de estudio



Fuente: Tomado de google maps, 2016.

San Pablito es una comunidad otomí del municipio de Pahuatlán, Sierra Norte del estado de Puebla. La topografía del lugar es accidentada entre, 1,180 y 1,380 msnm, la población asentada en un espacio semidisperso reporta a 2,851 habitantes, distribuidos en 815 familias: 44% son hombres y mujeres representan 56%, se observa que esta población ha aumentado por la constante migración de varones jóvenes hacia Estado Unidos (INEGI; 2010). Los habitantes son bilingües, pertenecen al grupo otomí (Hñahñu), hablan su lengua materna y español.

El área de estudio se conforma con 815 familias artesanas; la muestra se obtiene de forma aleatoria y probabilística (Infante, 2005) designa a 76 familias. En la obtención de información se aplica un cuestionario (73 preguntas) dividido en cinco secciones: sociodemográfica; producción de papel amate; recursos humanos en la producción, trabajo familiar en la producción del amate; mercado y formas de comercializar el papel; datos importantes para caracterizar los efectos que tiene la producción artesanal en los recursos naturales. También se utilizaron técnicas cualitativas de investigación social: observación, observación participante (Hernández, 2010).

En el análisis del sistema amate, se aplica el: Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad, conocido por MESMIS (Masera, 1999, 2000). Entre ellos están diverso estudios sobre análisis de agricultura tradicional (Arnés, 2013; Astier, 2000; Aguilar, 2011; Sánchez, 2012; Ocampo, 2009); así como indicadores utilizados en la producción de vid (Abraham, 2014). En la investigación, se adapta este método para analizar la contaminación y degradación de los recursos naturales en el sistema de producción artesanal de papel amate. Los datos se procesan con estadísticos descriptivos a través el programa SPSS versión 19.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de sustentabilidad se basa en: Volumen de producción, relación beneficio/costo, consumo de agua, prácticas de conservación de los recursos naturales, ética en el manejo de los recursos naturales, uso y transmisión de prácticas tradicionales, disponibilidad de recursos naturales y humanos, disposición al cambio, principal actividad generadora de ingresos, Intermediarios, dependencia de insumos externos, organización comunitaria), para medir y cuantificar los criterios de diagnóstico (Astier, *et al*; 2012). La información obtenida a través de las familias encuestadas son utilizas para medir cada indicador propuesto en la evaluación. A continuación se explica cada uno de ellos agrupados por atributo.

Productividad: criterio de eficiencia, estima áreas de evaluación económica y ambiental; que se integran con tres indicadores estratégicos:

Volumen de producción: medido en metros cuadrados a través de la producción semanal de cada familia artesana, medida. El análisis reporta que se conserva la media del indicador 67.86 m^2/semana, con una producción mínima de 18 m^2/semana y máxima 180 m^2/ semana.
Relación beneficio/costo: valor y costo de producción para determinar la rentabilidad. Costo generado en procesar 100 kilos de corteza de jonote (materia prima utilizada por semana), el proceso produce 150 hojas de 40x60 cm. Esta cantidad de fibra, requiere varios insumos: dos kilos de cal y siete de sosa caustica, dos cargas de leña (40 kilos: 20 cada una), 20 litros de cloro y utilizan otros enseres: una tabla de madera para el secado del papel, machacador de piedra volcánica para aplanar y pinturas artificiales (anilinas). El salario de la mano de obra familiar genera el mayor costo (producción familiar, no remunerada; el análisis incluye su costo); sigue la compra de materia prima y adquisición de insumos (varía dependiendo el requerimiento), el costo total es de $ 2,680.00 pesos. El beneficio de venta por papel son $1,500.00 pesos; relación beneficio/costo 0.56, cada peso invertido el artesano recupera 56 centavos, se considera rentable la actividad.
Consumo de agua: es el recurso natural más importante en la producción de papel después de la materia prima. Al contabilizar, cantidad de agua utilizada por semana en la producción del papel para ablandar y lavar fibras; resultados obtenidos reportan un consumo mínimo de 240 y máximo 4,500 litros. El artesano, cuando tiene una venta extra, el uso de agua aumenta porque requiere procesar más fibras; para obtener el volumen de agua utilizada, el análisis considera el promedio 1191.4 litros por semana, comparado con el valor de consumo por persona se reportan 240 litros diarios (CNA, 2013), representa 71% del uso de agua.

Estabilidad, Resiliencia y Adaptabilidad: Cuando se producen cambios ambientales, la redundancia construida por varias especies, permiten al ecosistema continuar funcionando y proporcionando servicios ecosistémicos. Así, la biodiversidad proporciona un “seguro” o sirve como “amortiguador” frente a fluctuaciones ambientales por la diversidad de cultivos, árboles y animales que responden de manera diferente a dichos factores, alcanza una comunidad más

predecible y fomenta propiedades del ecosistema. Porque estos sistemas son el producto de un proceso co-evolutivo entre grupos étnicos, interactuando con la naturaleza; existe una clara relación entre ellos, la comunidad depende de sus recursos ambientales para sobrevivir (Altieri, 2013). Este atributo, considera tres indicadores:

Prácticas de conservación de recursos naturales: principales problemas del sistema de producción son deforestación y contaminación del río San Marcos; el primero, causado por la extracción de fibra del árbol de jonote, se agrava cuando el ritmo de producción incrementa al aumentar su demanda. Al obtener mayor producción, los habitantes han extraído la corteza sin restricciones, proceden de árboles pequeños que al ser retirada su corteza mueren, esta especie de árboles ha ido desapareciendo en la comunidad. El segundo, lo genera la sosa cáustica utilizada para reducir el tiempo de cocción de las fibras, ya usado el líquido, directamente se deposita en el afluente del rio. Los artesanos entrevistados (82.8%), no realizan labores de conservación que sería de gran importancia para evitar la degradación de recursos naturales, su práctica bajaría costos de producción al tener acceso a su principal materia prima. El reemplazo de sosa caustica por uso de ceniza y utilizar otros productos orgánicos (pulpa de café o cascara de piña), los llevaría a gastar menos en esos insumos.
Ética en el manejo de recursos naturales: requiere que la ética de la sustentabilidad debe llevar a revertir el pensamiento único globalizador y a cuestionar sus preceptos (Leef, 2013). El sistema de producción de papel amate involucra diferentes recursos naturales, esencialmente el maderable (forestal) e hídrico. Por estas razones, se pregunta a los artesanos por el daño ambiental que provoca el uso y extracción de recursos utilizados para elaborar su artesanía. Del análisis de datos se obtiene la media de cada aspecto evaluado.

Tabla 3: Daño ambiental

Ítems	Media	Desv. Típ.	Evaluación
Extracción de corteza	3.49	.847	Mucho
Sosa Caustica	3.95	.951	Mucho
Cloro	3.67	.831	Mucho
Cenizas	1.90	1.111	Muy poco
Otro disolventes	1.66	.887	Muy poco
Otros productos químicos	1.89	.920	Muy poco

Fuente: investigación directa, verano 2016.

Las preguntas se evalúan de acuerdo a la siguiente clasificación: 0.00 – 0.99 Nada; 1.00 – 1.99 Muy Poco; 2.00 – 2.99 Poco; 3.00 – 3.99 Mucho; 4.00 – 4.99 Demasiado.

La media del promedio obtenida, se formula en porcentaje para tener un valor:

(I)Sensibilidad ecológica=3.49+3.95+3.67+1.90+1.66+1.89=16.56 16.56/6=2.76

Sensibilidad ecológica en %=((2.76*100)/5)=55.2%

Con relación a la sensibilidad ecológica reporta que los artesanos (55.2%), presentan cierta preocupación por daños causados al medio ambiente (constante uso químico). Durante el trabajo en campo, se constata que los artesanos no realizan actividades para reducir los problemas de contaminación y daño ambiental.
Uso y transmisión de prácticas tradicionales: los productores entrevistados en la elaboración de papel amate valoran su enseñanza y transmisión empírica del conocimiento técnico a nuevas generaciones de jóvenes artesanos. El estudio divide este saber en herencia o enseñanza a familiares (padres a hijos, nietos, sobrinos) y transferencia de conocimientos a otras personas

(amigos y empleados), respuestas obtenidas de los encuestados expresan que heredan la experiencia del saber tradicional a la familia (86.13%).

Atributo adaptabilidad: capacidad del sistema para encontrar nuevos niveles de equilibrio, brindan más beneficios en el ambiente ante cambios de largo plazo (nuevas condiciones económicas o biofísicas). El análisis incluye la búsqueda de nuevas estrategias de producción no solo referido a procesos tecnológicos; así mismo, alude a procesos de organización social, formación de recursos humanos y aprendizaje.

Disponibilidad de recursos naturales y humanos: su disminución es una de las variables que afecta al proceso productivo del papel amate porque incrementa costos de producción. En su valoración, se toma la opinión de los artesanos sobre su disponibilidad en la localidad.

Tabla 4: Disponibilidad de Recursos en la comunidad

Recursos	Media		Desv. Típ.	Evaluación
	Estadístico	Error típico	Estadístico	
Jonote	2.07	.091	.846	Muy poco
Agua	4.23	.069	.642	Mucho
Leña	3.25	.077	.719	Poco
Mano de obra familiar	3.86	.072	.668	Poco
Mano de obra externa	1.69	.094	.880	Nada
Pigmentos de plantas	1.70	.087	.809	Nada
Pigmentos de flores	1.60	.089	.828	Nada

Fuente: investigación directa, Verano 2016.

En seguimiento a criterios de evaluación, al considerar los artesanos la disponibilidad de recursos naturales en la comunidad: de 2.62 obtenido con la formula I, se encuentran en el rango de muy poco. Al reflejar el porcentaje (52.57) precisa que la disponibilidad de recursos humanos y naturales es bajo, situación que debilita al sistema frente a la sostenibilidad.

Disposición al cambio: indicador social de adaptabilidad al proceso de cambio. Por eso se pregunta, sobre la adopción de alguna innovación tecnológica para aumentar la producción de papel: 66.7% reportan resistencia a tecnificar o cambiar la forma de producir, opinión expresada en defensa de su tradición técnica de producción. Además, la herencia y práctica común de transmitir saberes como lo han venido haciendo desde hace décadas; 33.3% afirman interés en utilizar maquinaria para incrementar la producción y reducir horas de trabajo.

Equidad: Capacidad del sistema para distribuir de manera justa, intra e intergeneracional los beneficios y costos relacionados con el manejo de recursos naturales (Masera, 2000).

Creadora de ingresos: principal actividad en la unidad domestica familiar, respecto a la venta de amate (89%), justifica la importancia de conservar y transmitir la tradición técnica de elaborar amate. En el estudio, se encontraron otras acciones realizadas para la obtención de recursos familiares: las actividades agrícolas (8%) y las remesas (3%) recursos económicos enviados por familiares residentes en EE.UU.
Intermediarios: en la venta de papel los reportan: afirman los intermediarios que abundan en la localidad (66.7 %), situación que propician el bajo precio que es ofrecido al artesano, que cuenta con su producción familiar y carece de recursos necesarios para salir al mercado fuera de la comunidad a ofrecer su propia mercancía. Los artesanos aceptan un bajo precio por la necesidad de obtener liquidez.

Autogestión: es la participación de todos los integrantes de una organización en una comunidad tanto en la propiedad como el control de la misma, a través del esfuerzo de un grupo de personas para alcanzar metas propuestas (Alonso, 2006). De tal manera, la autogestión es una transformación radical, democrática por parte de la comunidad donde los involucrados toman el desarrollo en sus propias manos. Este atributo, toma en consideración dos indicadores:

Dependencia de insumos externos: alto grado de materiales que vienen de exterior son uno de los factores que más debilitan la sostenibilidad del manejo de recursos naturales. En recorridos de campo se percibe, el impacto que tienen los insumos externos para el referido sistema. Análisis de resultados, resaltan que estos materiales (63.2 %) son una característica que debilita al sistema de producción.
Organización de la comunidad: reportan los datos, que la organización comunitaria es poca en la producción y venta de papel amate (75.86%), situación que afecta al sistema.

Indicadores de Sustentabilidad.

En el análisis de indicadores (12) para evaluar la sustentabilidad (económica, ambiental y social), se ordenan los resultados sobre la contaminación y degradación de los recursos naturales con el propósito de emitir un juicio de valor del sistema de producción. Se llevó a cabo el examen de datos con el método mixto (cualitativo y cuantitativo); y así disponer de una presentación grafica que incluya la información numérica (Masera, 1999, 2000).

Tabla 5: Contaminación y degradación de recursos naturales

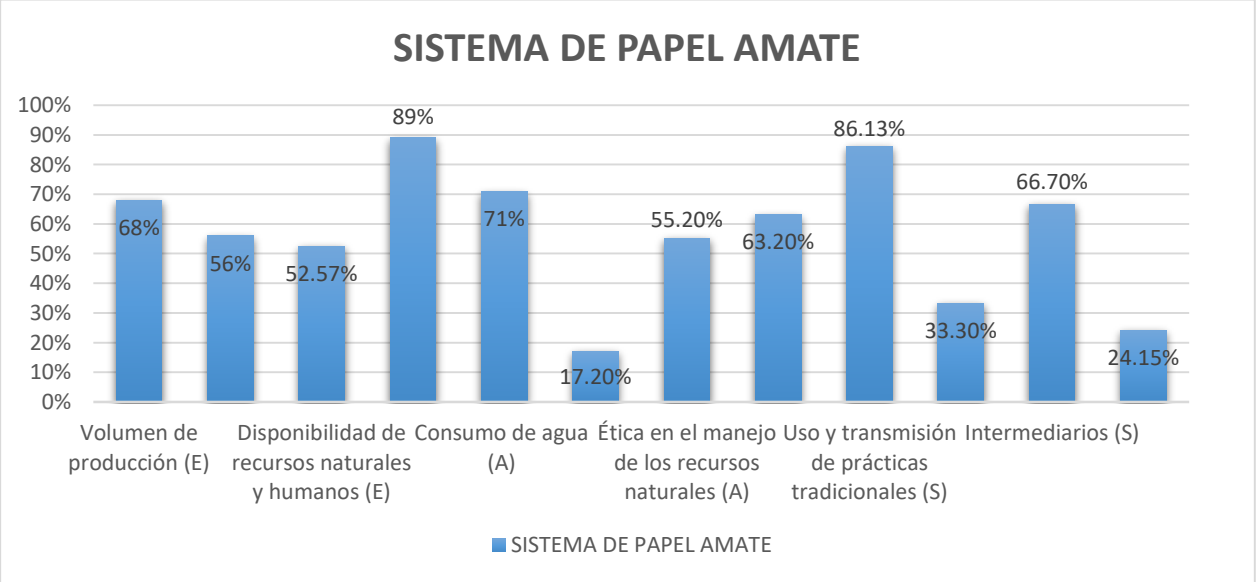
Atributos	Indicadores	Sistema de producción papel amate	Dimensión o ámbito
Productividad	Volumen de producción.	68%	E
	Relación beneficio/costo	1 : 0.56= 56%	E
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Consumo de agua	71 %	A
	Prácticas de conservación de recursos naturales.	17.2%	A
	Ética en el manejo de recursos naturales.	55.2 %	A
	Uso y transmisión de prácticas tradicionales.	86.13 %	S
Adaptabilidad	Disponibilidad de recursos naturales y humanos.	52.57 %	E
	Disposición al cambio.	33.3 %	S
Equidad	Principal actividad generadora de ingresos.	89.0 %	E
	Intermediarios	66.7 %	S
Autogestión	Dependencia de insumos externos	63.2 %	A
	Organización comunitaria	24.15 %	S

Fuente: investigación directa, Verano, 2016.

Los resultados presentados en la tabla, se observan los indicadores más sobresalientes que fortalecen al sistema de producción, el trabajo artesanal representa la principal actividad que genera ingresos (89.0%), le sigue el uso y transmisión de prácticas tradicionales (86.13%). Así mismo, la conservación de recursos naturales, destacan el alto consumo de agua y poca organización comunitaria son indicadores que debilitan al sistema de producción frente a la sustentabilidad y protección de recursos naturales.

El estudio de la producción artesanal sobre la contaminación y degradación de recursos naturales, las dimensiones de sustentabilidad (económica, ambiental y social), muestran la revisión de indicadores con el objetivo de determinar la situación en que se encuentran. Los resultados destacan, la dimensión ambiental afecta al sistema artesanal por escasez de ética en la conservación de recursos naturales. Así mismo, se observa que existe un alto uso de agua, y la dependencia de materiales que se adquieren del exterior para la producción. Al comparar la dimensión económica, su tendencia lleva a fortalecer al sistema porque obtiene un alto volumen de producción. Respecto a la relación beneficio-costo, destaca la rentabilidad porque es la principal actividad que genera ingresos para las familias de productores.

Gráfica 1: Contaminación y degradación de recursos naturales.



Fuente: investigación directa, Verano, 2016.

Al determinar el análisis de los indicadores sociales, destaca un nivel de sostenibilidad medio, resultado de la alta transmisión de saberes técnicos tradicionales de la familia. Los artesanos muestran resistencia al cambio porque desean conservar su práctica artesanal. Sin embargo, destaca la poca organización comunitaria que disminuye la distribución de beneficios para la comunidad. Esta característica se observa en campo, agravada por la alta presencia de

intermediarios que son quienes acaparan la producción, afectan a los actores involucrados y procesos sociales; por su puesto a la conservación de los recursos naturales del área de estudio.

CONCLUSIONES

Contaminación y degradación de los recursos naturales tienen un alto impacto negativo en la producción de amate, hacen que sea una actividad dependiente de insumos externos, principalmente la materia prima y una disminución de sus recursos naturales, indispensables para conservar su actividad.

Uso inadecuado de sustancias químicas como la sosa caustica y el cloro son los principales factores de contaminación del recurso hídrico y degradación de suelos, situación que afecta en mayor dimensión al sistema de producción para llegar a ser una actividad sustentable.

Criterio de eficiencia, señala que el sistema de producción de papel es altamente productivo y rentable. No obstante, el alto consumo de agua hace endeble a la actividad, al recurso hídrico y forestal.

Existe una contradicción en el pensar y actuar de los artesanos productores, muestran preocupación por el daño ambiental, ocasionado por la incorporación de sustancias químicas al proceso productivo, pero no realizan ninguna práctica de conservación. Para ellos, su interés primordial es producir para obtener ingresos.

Actividad rentable representa el principal empleo que genera ingresos en la comunidad, pero está condicionada a un comercio injusto por el alto nivel de intermediarismo que se tiene. Es la única opción que tienen los pequeños productores de escasos recursos para vender su artesanía y tener liquidez económica.

Disminución de materia prima en la comunidad provoca un alza en los costos de producción, porque los artesanos se ven en la necesidad de comprarla. Situación que ocasiona el no tener un control de la calidad de fibras que compran. Además, poca organización de la comunidad para producir y vender su artesanía.

Requieren impulsar proyectos para fomentar prácticas de conservación ambiental, tener acceso a su materia prima en su localidad, promover sustitutos orgánicos para evitar el uso de sosa caustica y cloro. Crear canales de organización y comercialización, beneficiando a todos los artesanos; promover el establecimiento de viveros para sembrar árboles de jonote (especie género ficus); y programas ambientales de manejo de desechos y residuos.

BIBLIOGRAFÍA

Abraham, L.; Alturria, L.; Fonzar, A.; Ceresa, A.; Arnés, E. (2014). Propuesta de indicadores de sustentabilidad para la producción de vid en Mendoza, Argentina. Revista Facultad de Ciencias Agrarias. 46 (1): 161-180.

Aguilar, J.C; Tolón, B.A.; Lastra, B.X. (2011). Evaluación integrada de la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo de maíz en Chiapas, México Revista Facultad de Ciencias Agrarias. 43 (1): 155-174.

Alonso, E.G., Osegueda, V., Castro, M.E. (2006). Teoría de las organizaciones. Editorial Umbral. México. 179: p. 8-21.

Altieri, M., Nicholls, C. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. En: Agroecología y cambio climático (8). Lima, Perú. p. 7-20.

Arnés, P. E., Marín, G. O., Zazo, M. A., Hernández,Díaz- Ambrona, C. G. (2013). Evaluación de la sostenibilidad de la agricultura de subsistencia en San José de Cusmapa, Nicaragua. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, Madrid, España, no. 236. p. 171-197.

Arnés, P.E.; Antonio, J.; Del Val, E.; Astier, M. (2013). Sustainability and climate variability in low-input peasant maize systems in the central Mexican highlands. Agricultural, Ecosystems and Environment. 181: 195-205.

Astier, M., Pérez Agis, E., Mota García, F., Masera, O Y Alatorre Frenk, C. (2000). El diseño de sistemas sustentables de maíz en la región Purépecha. En: Masera, O., López.Ridaura, S (Ed) Sustentabilidad y sistemas campesino: Cinco experiencias de evaluación en el México rural. Mundiprensa. México: p. 271-320.

Astier, M., García-Barrios, L., Galván-Miyoshi, Y., González-Esquivel, C.E., Masera, O.R. (2012). Assessing the Sustainability of Small Farmer Natural Resource Management Systems. A Critical Analysis of the MESMIS Program (1995-2010). Ecology and Society, 17 (3): p.25.

Comisión Nacional del Agua. (2013). Agua para las américas en el siglo XXI. El Colegio de México. México: Offser Rebosán S. A. de C. V. p. 398: 25-57.

Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO). (2016). Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016 – 2030. Recuperado de: http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/ENBIOMEX_baja.pdf

Didier, F. 2002. Causas de deterioro en la Montaña de Guerrero. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias UNAM, México

Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. Quinta edición. México: McGraw-Hill Interamericana. p. 613: 34-40.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2016). Conservación de los Ecosistemas y el Desarrollo Rural Sustentable en América Latina: Condiciones, Limitantes Y Retos. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. Recuperado de: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/363/cap11.html

Instituto Nacional De Estadística Y Geografía (INEGI). Censo de Población y Vivienda (2010). Recuperado de: http://www3.inegi.org.mx/sistemas/consultainteractiva/Default2.aspx?c=17352&cl=

Infante, Said; Zarate, G. (2005). Métodos Estadísticos (8ª, reimpresión). México. Editorial Trillas. P. 11-16.

Jiménez, M. A., Fuentes, M. J., Martínez, T. (2017). Amate Paper Culture in San Pablito, Pahuatlán, Puebla, Mexico. Practicing Anthropology. Vol. 39, No. 1. Estados Unidos.

Landa, R., J. Meave y J. Carabias 1997. “Environmental Deterioration in rural Mexico: an examination of the concept.” Ecological Applications, 7(1): 316-329.

Leef, E. (2013) Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder. (4ª,reimpresión). México, PNUMA, Siglo XXI, p 414.

Masera, O., Astier, M., Lopez-Ridaura, S. (1999). Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El marco de Evaluación MESMIS. Mundiprensa-GIRA-UNAM, México., p. 321.

Masera, O., López-Ridaura S. (2000). Sustentabilidad y Sistemas Campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural. México: Mundi Prensa-GIRA, UNAM. p. 496.

Ocampo, I., González De Milina, M. (2009). Aplicación del MESMIS como herramienta metodológica para la evaluación de la sustentabilidad de agrosistemas con riego en pequeño. Un

análisis agroecológico del Canal San Félix, Atlixco, Puebla. In: Experiencias y aportaciones en la investigación científica y tecnológica para el desarrollo rural. Tomo II. Agroecología e innovaciones tecnológicas. p. 28.

Sarukhán, J., G. Halffter, P. Koleff *et al*. (2009). Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. CONABIO. México.

LA TRACCIÓN ANIMAL COMO FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.

Roberto Reimundo Coutiño-Ruiz[108]
Rocío Guadalupe Rincón-Utrilla[1]
Ramiro Eleazar Ruiz-Nájera[1]
Juan Alonso Morales-Cabrera[1]
Berlán Martínez Córdova[1]

RESUMEN

La investigación se realizó en el municipio de Suchiapa, Chiapas, con el propósito de conocer el uso y estado actual de la tracción animal, como fuente de energía en los sistemas de producción. La investigación se dividió en dos fases: la primera se entrevistaron a 10 productores seleccionados al azar, para obtener información sobre esta fuente de energía, la segunda fase se aplicó un cuestionario de 63 reactivos distribuidos en los bloques: tipología del productor, aspectos técnicos y aspectos socioeconómicos. El universo de estudio fue de 1,165 productores donde se obtuvo una muestra representativa de 53 individuos. Los resultados señalan que la mayoría de productores son ejidatarios, 35.8 % son mayores de 60 años, más del 50.0 % no sabe leer y 77.3 % tienen de tres a siete hijos. La cruza de la raza cebú-suizo con (41.5%) es la preferida para la tracción animal. El 93.0 % de productores maneja los animales en la parcela, los cuidados son mínimos, pues solo, 41.5 % de estos animales son desparasitados y 37.7 % vitaminados. La enfermedad más frecuente es anaplasmosis, Todos los animales son castrados para que ganen peso y sean más dóciles**.** 60.4 % trabajan diariamente de tres a cinco horas realizando tareas de siembra, labores de cultivo y transporte de insumos agrícolas, el 54.7 % de los animales alcanzan un período de vida útil de siete a ocho años. 94.3 % de productores adquieren las yuntas con recursos propios, con esta fiente de energía el 45.4 % incrementan sus ingresos. En las últimas dos décadas se presentó un fuerte desarraigo de la tracción animal, ya que el 45.3 % de productores decidieron abandonar el uso de esta fuente de energía, por dos razones: utilización de la maquinaria agrícola y la edad avanzada de los productores.

Palabras clave: fuerza, sustentable, económica.

INTRODUCCÓN

La tracción animal o tracción de sangre, ha sido utilizada desde tiempos inmemorables para realizar distintas actividades como: transporte, preparación de suelos, siembra y cosecha. De esta manera y de muchas otras, la energía animal ha contribuido al desarrollo cultural y económico del hombre desde antes de la invención de la rueda. Actualmente, en muchas regiones del mundo occidental y oriental, a pesar del acelerado desarrollo de la mecanización agrícola durante el último siglo, los animales continúan suministrando una gran proporción de la energía utilizada en la agricultura (Pearson, 1994).

La utilización de animales de trabajo en la agricultura es tan antigua como la civilización misma o la revolución urbana. La fuerza de los animales permitió a los productores realizar prácticas agrícolas que superan su capacidad y la velocidad. De este modo, la potencia motriz de los animales incremento la superficie cultivada y la fuerza disponible (Cruz y Martínez, 2005).

[108] Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V. Crr2303@hotmail.com

La tracción animal es una fuente renovable de energía y que, como consecuencia de su uso durante siglos, se ha adaptado a las necesidades de los usuarios. Es posible afirmar que en el desarrollo de toda civilización y en cada región del mundo se encuentran ejemplos de los beneficios que se han obtenido del uso de los animales (Cordero, 1998).
El municipio de Suchiapa, Chiapas; la gran mayoría de los campesinos agricultores con categoría de ejidatarios poseen en promedio una a tres hectáreas, estas tierras suelen ubicarse en terrenos accidentados que son difíciles de laborar con maquinaria moderna, esta situación aunado a la falta de información actualizada sobre la tracción animal como fuente de energía en los procesos de producción agrícola, motivó realizar el presente estudio con la finalidad de determinar el uso y estado actual de esta fuente de energía, así como conocer los factores que han permitido el abandono de la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

La presente investigación se realizó en el municipio de Suchiapa, Chiapas, ubicada en la región económica "I Centro". Limita al norte con Tuxtla Gutiérrez, al este con Chiapa de Corzo, al sur con Villaflores y al oeste con Ocozocoautla de Espinosa. Las coordenadas geográficas de la cabecera municipal son: 16° 37' 46" de latitud norte y 93° 05' 30" de longitud oeste y se ubica a una altitud de 530 m.s.n.m. (INEGI[109], 2010).

Metodología

La metodología fue en dos etapas, recomendado por (Byerlee y Collinson, 1993) la primera etapa consistió en la realización de una entrevista a 10 productores seleccionados completamente al azar para obtener información rápida acerca de la tracción animal, esta información se utilizó para diseñar el cuestionario de 63 preguntas estructurada en tres bloques de preguntas: tipología del productor, aspectos técnicos sobre la tracción animal y aspectos socioeconómicos del productor. El universo de estudio fue de 1,165 productores de donde se obtuvo una muestra representativa de 53 individuos calculado través del modelo matemático sugerido Sheaffer *et al*. (2004).

Donde:

$$n = \frac{Npq}{(N-1)(B^2/4) + pq}$$

n= tamaño de la muestra
N= tamaño de la población
p= probabilidad de éxito (0.5)
q= (1-p)= probabilidad de fallo (1- 0.5= 0.5)
B= límite para el error de estimación (0.10)

Las encuestas se aplicaron realizando visitas a las parcelas y en el domicilio de los productores. Los resultados se sometieron a un análisis de frecuencias empleando el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences) Versión 19.

[109] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tipología del productor

Los resultados señalan que la mayoría de productores (62.3 %) tienen un rango de edad entre 31 y 60 años, la condición física de estos productores les permite realizar labores extenuantes y manejar con mayor agilidad la tracción animal. INEGI (2002) menciona que la edad del productor es determinante para las prácticas agronómicas y esto representa un impacto en el rendimiento del cultivo. Otro grupo representativo de productores (35.8 %) cuentan con más de 60 años de edad, (Cuadro 1), este factor representa algunas limitantes, sobre todo cuando se trata de realizar trabajos pesados. Sin embargo, el aporte de estos productores es su experiencia para manejar el sistema de producción y la fuente de energía que utilizan para los procesos productivos. Existen estudios que revelan que los trabajadores de edad avanzada tienen una mayor dedicación al trabajo, menos absentismo por enfermedad y mayor tiempo en el empleo. Por lo general, las aptitudes, la experiencia y la madurez de estos trabajadores compensan los potenciales problemas como la salud relacionada con la edad (Pérez-Bilbao, 2001), por su parte Gutiérrez (2009) indica que productores con edad avanzada presentan dificultades para mover objetos grandes, levantar o cargar algo pesado, estirar brazos y piernas.

En cuanto a escolaridad 49.1 % tienen diferentes grados de educación básica (Cuadro 1), es decir saben leer y escribir, elementos indispensables para lograr una mejor comunicación y entendimiento entre las personas, por otro lado las estadísticas de analfabetismo son preocupantes ya que a pesar de que el municipio cuenta con una infraestructura escolar considerable se encontró que el 50.0 % no saben leer lo que dificulta la comunicación en forma escrita. Al respecto Miller y Shaal (2005) mencionan que un agricultor con buena preparación se le facilita la toma de decisiones y además le permite tener más tecnificado el cultivo y a su vez una visión más amplia en el sistema de producción, por su parte Reynoso (2001) señala que el 25% de la población del campo en México es analfabeta, y sólo uno de cada diez campesinos ha recibido algún tipo de capacitación para el trabajo

Cuadro 1. Edad y nivel de escolaridad de los productores

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Edad (años)		
31-45	16	30.2
46-60	17	32.1
>60	19	35.8
Escolaridad (años)		
Analfabeta	27	50.9
1-3	14	26.5
4-6	12	22.6

Con relación al número de hijos por familia, 50.9 % de los productores tienen entre tres y cinco hijos. Sin embargo, se encontró otro grupo importante con 26.4 %, tienen de seis hasta ocho hijos, estas familias de acuerdo al censo de población son consideradas como muy numerosas (Cuadro 2) en ambos casos manifestaron tener problema para brindarles durante su crecimiento y desarrollo buena alimentación, ropa, calzado y lo más importante una buena educación ya que la mayoría dependen de la actividad primaria (agricultura) y los ingresos son bajos, al mismo tiempo hacen el señalamiento que cuando sus hijos varones llegan a la etapa de la juventud, contribuyen a las labores del campo reduciendo los costos del proceso de producción al reducir la contratación de jornaleros agrícolas. Allub y Guzmán (2000) señalan que la fuerza de trabajo

disponible depende de la composición del grupo familiar que a su vez constituye un recurso fijo y de la utilización predominante de la mano de obra familiar. El resto de los productores equivalente al 22.6 % han manifestado interés el programa de planificación familiar, es importante destacar que este grupos de personas poseen edad entre 31 a 45 años.

Cuadro 2. Características de la familia de los productores

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Número de hijos		
1-2	12	22.6
3-5	27	50.9
6-8	14	26.4
Religión		
Católico	46	86.8
Testigo de Jehová	7	13.2

Referente a la religión que practican los productores, se encontró que 86.8 % son católicos. La religión juega un papel muy importante dentro de estas familias debido a que según los productores se inculcan valores para fomentar el bienestar familiar. El resto de los productores practica la religión denominada Testigos de Jehová.

Aspectos generales de la tracción animal

Uso actual y características de la tracción animal

Los resultados señalan que el 54.7 % de los productores utilizan esta fuente de energía principalmente para el transporte de los insumos agrícolas, en menor proporción son utilizadas las yuntas (par de animales) en labores de siembra y aporque del cultivo, estos productores llevan utilizando esta fuente de energía por más de nueve años. Los motivos por el cual el resto de los productores han dejado de utilizar esta fuente de energía, el 70.8 % señaló como primer causa la edad avanzada ya que los trabajos que demanda la agricultura son pesados, el resto ha preferido el uso de maquinaria agrícola. El costo medio ambiental de este cambio es generalmente negativo, con respecto a los requerimientos de energía, ya que los tractores requieren combustibles fósiles para su producción, funcionamiento y mantenimiento, mientras que los animales de trabajo se producen y funcionan con base en fuentes de energía orgánica (FAO, 1989).

Tres son las razas de animales que prefieren los productores, predominando con el 41.5% la raza cebú, esta preferencia se debe a que son animales adaptados a las condiciones climáticas de la zona, de buena corpulencia lo que permite al productor vender con facilidad cuando estos alcanzan su período de vida útil de trabajo (siete a ocho años) otro grupo equivalente al 30.2 % de productores prefieren ganado criollo ya que estos exigen menor cuidado en su manutención, el resto utilizan la cruza de Cebú-Suizo. Cruz y Martínez (2005) señalan que en México únicamente se emplean dos especies de bovinos como animales de tiro, *Bos taurus* que se identifica como el ganado criollo y las recientes introducciones de razas modernas como Suizo, y el *Bos Indicus* que se le conoce como Cebú. Para la adquisición de los animales para el trabajo el 41.5% de productores consideran como parámetros importantes para la selección de los animales dos aspectos (raza-edad), sin embargo un grupo con este mismo porcentaje señala como único factor la edad, un grupo poco significativo considera a los factores raza-color.

Cuadro 3. Uso actual y características de la tracción animal

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Utiliza tracción animal		
Si	29	54.7
No	23	45.3
Raza		
Cebú	22	41.5
Criollo	16	30.2
Cebú-suizo	12	22.6
Indicadores de selección		
Raza-edad	22	41.5
Edad	22	41.5
Raza-color	09	17.0

Existe diversidad de opiniones en cuanto a la edad apropiada para el trabajo de los animales, en este sentido la mayoría (45.3%) de productores señaló que es recomendable que sean a los cuatro años, sin embargo otros prefieren animales con una edad menor o mayor a los cuatro años.

Jornada de trabajo.

De acuerdo a los datos obtenidos, 60.4 % de los productores comentaron que la yunta trabaja de tres a cinco horas diarias dedicadas exclusivamente a las tareas de campo otro grupo equivalente al 39.6 % de seis a nueve horas, ya que estos animales aparte de realizar jornadas para el proceso productivo de los cultivos, realizan otras actividades como la de acarreo de materiales para la construcción principalmente. En cuanto al tiempo en horas que se tardan para realizar las actividades de campo, existen diferencias marcadas, esto se debe a diversos factores como: la habilidad del operario, la corpulencia de los animales, el clima y relieve de los terrenos entre otros, de acuerdo a los resultados la mayoría de productores señalan que utilizan más de 10 horas por hectárea para realizar actividades de aradura, siembra y labores de cultivo, lo que significa que en promedio utilizan tres días de desgaste físico tanto animal como operario. Pimentel *et al.* (2007) señalan que cuando los animales de la yunta tienen la misma masa, la fuerza del conjunto es la suma de la fuerza de los dos.

Cuidado y manejo de los animales

El 83 % de los productores respondió cuidar en forma directa los animales lo que les permite una mejor relación con el animal para el mejor desempeño de las actividades, el resto de productores responsabilizan a los hijos o contratan operario para el manejo de la yunta. Este mismo porcentaje de productores prefieren que los animales permanecen en la parcela agrícola, lo que les permite cierta ventaja para la manutención ya que en tiempo de lluvias realizan el pastoreo directo, es importante señalar que en estas parcelas se cuenta con fuentes de agua como arroyos y estanques, la desventaja que observan es que corren el riego del robo de los animales y el tiempo para trasladarse de la casa habitación a la parcela. El resto de productores mencionan que prefieren tener los animales en el patio de su domicilio lo que les brinda más seguridad, es más fácil alimentarlos y cuidarlos, además evitan el recorrido de distancias cuando requiera utilizar la yunta. Ponce et al. (2001) señalan que los agricultores no siempre están relacionados con sus animales, por lo que se les dificulta llevar un control sobre el cuidado y manejo.
La alimentación de los animales es una actividad diaria que es realizada muy temprano por todos los productores, ya que la experiencia les hace pensar que los animales obtienen más energía

para las jornadas de trabajo. En cuanto a los insumos que utilizan para la alimentación, el 37.7 % de los productores, por usos y costumbres, proporciona como alimento para sus animales solo molcate (mazorca de maíz pequeña), otro grupo importante de productores (30.2 %) mencionó que, para economizar la alimentación de sus animales, les proporcionan pasto seco molido, aunque es un alimento de baja calidad y aporta poca proteína, es uno de los alimentos más baratos (Figura 1). Otra fuente de alimento ofrecida a los animales es el pasto verde que contiene más proteína que el pasto seco, los productores argumentaron que este alimento no les genera gastos ni esfuerzo alguno para ofrecerlo ya que se encuentra libremente en los potreros y los animales pueden consumirlo. Únicamente dos productores mencionaron que compran suplemento alimenticio para sus animales, generándole mayor gasto, la ventaja de los suplementos alimenticios es el aporte de proteína para satisfacer las necesidades de los animales.

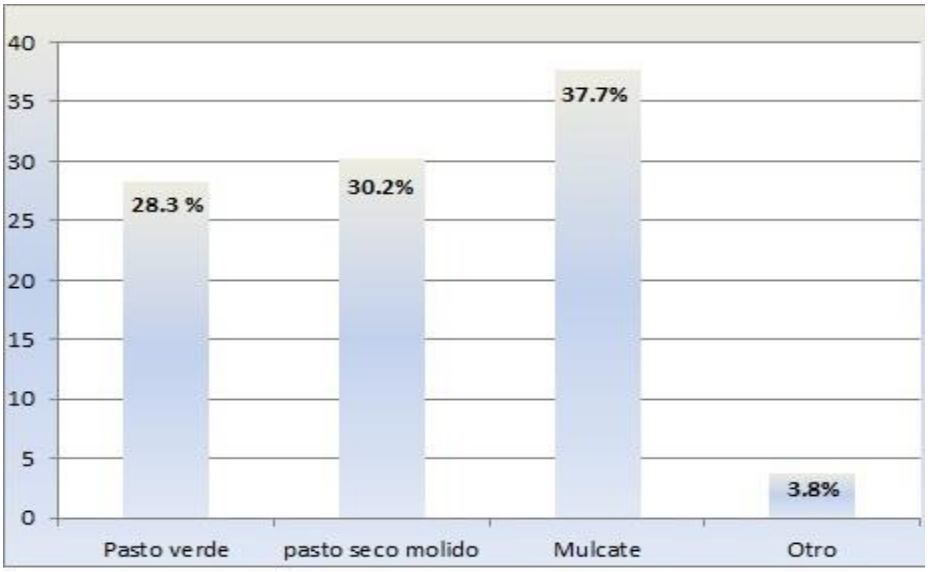


Figura 1. Insumos utilizados en la alimentación

Sanidad animal

Con relación a la sanidad animal, hay un desconocimiento de los beneficios que tiene desparasitar a los animales ya que únicamente 45.3% de productores realiza cada año esta actividad. Los parásitos, son seres vivos que viven a costa de otro ser vivo superior (llamado huésped), habitando dentro o sobre ellos y alimentándose de partes de su organismo o de sustancias alimenticias ingeridas por éstos. A los parásitos que viven sobre un huésped reciben el nombre de ectoparásitos; los que viven dentro del huésped, son endoparásitos (Rimbaud y Acevedo, 1998).

El 39.6% de productores manifestó que la enfermedad más frecuente que padecen estos animales es la anaplasmosis, producida por el vector conocido como garrapata. Bayer (2009) menciona a la garrapata como uno de los ectoparásitos de mayor importancia económica a escala mundial, por las mermas que ocasiona en la producción de ganado bovino, caprino, lanar y caballar. La consecuencia directa de la parasitación por garrapatas son la menor cantidad de alimentos ingeridos por el ganado, las pérdidas de peso por toxinas e irritación, las anemias producidas por pérdidas de sangre y transmisión de hemoparásitos. En este orden de importancia se presenta otra enfermedad denominada mal de cacho (26.4 %) la que ocasiona daños en la base de los cuernos producto de heridas causadas por la coyunta, (liana de cuero que sirve para

asegurar el yugo a los cuernos del animal) y con el 13.2 % la enfermedad conocida como derriengue.

Castración

Todos los productores señalaron realizar este tipo de práctica en sus animales, sin embargo las opiniones del porque hacerlos varían, en este sentido, el 54.7 % de productores señalaron como ventaja de la castración la docilidad del animal lo que permite al operario manejarlos con mayor facilidad, 32.1 % manifiestan que los animales castrados son menos nerviosos y 13.2 % realizan esta práctica para que los animales obtengan un mejor desarrollo físico, lo que facilita la venta de los mismos cuando estos animales cumplen con su período de vida útil.

En cuanto a los métodos utilizados para realizar esta operación, la mayoría (98.1 %) de los productores utilizan el cuchillo, solo uno de los productores encuestados afirma usar un mazo para castrar. El 49.1 % de los productores utiliza como indicadores para realizar la castración las fases lunares, por ejemplo cuando la luna esta en cuarto menguante afirman tener beneficios, algunos productores comentan que igual que en el cuerpo humano, las heridas cicatrizan antes y sangran menos, otro grupo de productores (43.9 %) opinan que la mejor época es en tiempo de seca (ausencia de lluvias), para evitar que el animal contraiga infecciones debido a la humedad (Cuadro 4). La castración de machos bovinos es una práctica común en nuestro medio bien sea para facilitar las labores de manejo de los machos, para evitar problemas reproductivos y preñeces indeseadas o bien porque culturalmente se cree que los machos castrados ganan más peso y su carne es de mejor calidad que la proveniente de machos enteros (March y Velarde, 2010).

Cuadro 4. Motivos y época de castración

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Motivo		
Menos nerviosos	17	32.1
Desarrollo corporal	7	13.2
Docilidad	29	54.7
Época de realizarlo		
Temporada de seca	27	50.9
Cuarto menguante	26	49.1

Por su parte Ecured, 2015 menciona que en diversos países latinoamericanos, los bueyes siguen siendo utilizados como animales de tiro, especialmente en aquellas faenas en que, por dificultades del terreno, es difícil utilizar vehículos motorizados, de igual forma indica que para que un macho bovino se transforme en buey se requiere de su castración después de la pubertad. La castración previa a la pubertad genera novillos.

Factores socioeconómicos

Los resultados señalan que la mayoría de productores pertenecen a la categoría de ejidatarios, que se dedican principalmente al cultivo de maíz en superficies de 1 a 3 hectáreas, donde el 69.8 % de productores aplican una mejor tecnología al proceso productivo (fertilizantes, semillas mejoradas, pesticidas) con una inversión promedio de cuatro a cinco mil pesos por hectárea, el grupo restante utilizan menos tecnología por lo que la inversión asciende entres los dos mil y tres mil pesos por hectárea. Es importante destacar que la mayoría de estos productores (96.2%) autofinancian el sistema de producción, el resto realizan préstamos. Ante esta situación y conociendo de antemano que la tracción animal es para campesinos tradicionales con escasa

superficie, se recomienda poner mucha atención en las múltiples ventajas que tiene la tracción animal como fuente de energía para el proceso agrícola. La tracción animal es sostenible y no perjudica el medio ambiente. "Es una fuente de energía renovable que se puede mantener con pocos insumos externos", la utilización de tracción animal en los sistemas agrícolas mixtos alienta la integración entre agricultura y ganadería, y las prácticas agrícolas sostenibles. Las bestias de tiro no sólo producen abono, sino que transportan a las tierras el estiércol del ganado, lo que beneficia la fertilidad y la estructura de los suelos (FAO, 2000).

Adquisición de los animales

El actual gobierno del Estado ha impulsado diferentes programas de apoyo para la adquisición de maquinaria agrícola en beneficio de los productores, sin embargo en lo que respecta a la tracción animal no se ha lanzado un programa apropiado para tal fin, lo que refleja los resultados de esta investigación donde la mayoría del productores (94.3 %) adquieren sus animales con recursos propios, lo hacen de esta forma aprovechando los recursos económicos que generan al vender los animales que por su edad concluyen su período de vida útil, predomina esta forma de adquisición ya que el costo de una mancuerna de bueyes en promedio es de $20,000.00, lo que resulta más barato comparado con la compra de un tractor con sus implementos que es de $300,000.00 aproximadamente. El resto de los productores solicitan préstamos a particulares para poder comprar los animales. Ruiz (1998) señala que cuando se ofrecen medios tan atractivos como un tractor agrícola para sustituir a otra fuente de energía como la animal, la tradición de siglos se pierde fácil.

Impacto de la tracción animal en el medio rural

El beneficio que otorga a las familias rurales la tracción animal comparada con la maquinaria agrícola es de alto impacto ya que desde el punto de vista económico los gastos que se generan para el uso, manejo y mantenimiento de ambos recursos de potencias presentan grandes diferencias. Es importante destacar que esta fuente de energía en el área de estudio coadyuva la situación económica de muchas familias rurales, ya que el 41.5 % de los productores menciona que usan a la tracción animal para otras actividades no relacionadas con la agricultura como el acarreo de materiales para la construcción: arena, grava, tierra, piedra. Existe otro grupo de productores equivalente al 20.8% que generan ingresos ofreciendo maquila o bien arrendando los animales con otros productores que carecen de esta fuente de energía.

Otro impacto de la tracción animal además de disminuir los costos del paquete tecnológico del sistema de producción agrícola, es una fuente de energía renovable, sostenible que no perjudica el medo ambiente y mejora la calidad de vida de la comunidad, es una fuente de energía que provoca identidad con los productores.

Conclusiones

La tracción animal utilizada por los productores en el municipio de Suchiapa, Chiapas; en su mayoría es la cruza cebú-suizo, esta preferencia se basa por la rusticidad y corpulencia que presentan, trabajan de tres a cinco horas, diarias, realizando actividades como la aradura, siembra, labores de cultivo y transporte de insumos agropecuarios, su período de vida útil es de siete a ocho años en promedio. Los animales normalmente se manejan en la parcela del productor, se mantienen a base de residuos de cosecha (rastrojos y molcate), los cuidados sanitarios son mínimos, la totalidad de animales son castrados.

Esta fuente de energía comparada con la maquinaria agrícola presenta las siguientes ventajas: fácil de manejarlos, su manutención es fácil y barata, se utiliza en condiciones adversas (exceso de humedad, pendientes pronunciadas) se adapta bien en superficies pequeñas, menor costo en su adquisición, además cuando existe la necesidad de ser utilizada para la solución de algún problema de tipo económico es más fácil venderlos, por lo que los productores consideran a la yunta como un "cheque al portador".

LITERATURA CITADA

Allub L. y Guzmán L. 2000 Estrategia de supervivencia de los pequeños productores rurales de Jachal, San Juan, Argentina. Estudios Sociológicos, Enero-Abril, Vol. XVIII. Número 001, proviene de http://redalyc.uaemex.mx/pdf/598/59805205.pdf

Bayer. 2009. Bayer Health Care: Science for a better life animal health México. Proviene de: www.bayersanidadanimal.com.mx/es/animales-productos/bovinos/manuales-bayer/manual-bayer-de-la-garrapata.php

Byerlee D., y M. Collinson 1993. Planeación de tecnologías apropiadas para los agricultores; conceptos y procedimientos. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (CIMMYT) México pp. 35-47

Cordero, 1998. Utilización de Sulk en extracción de madera con bueyes. Serie informática.Tecnologia18. Centro de información tecnológica, instituto tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica, 69 p.

Cruz L. A y Martínez S. T, 2005, Los animales de trabajo en México en el siglo XX, Revista de Geografía Agrícola, No. 034, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México. Pp. 37-53

Ecured. 2015. Importancia de la tracción animal y uso del buey en cuba. Conocimiento con todos y para todos. Proviene de www.ecured.cu/index.php/buey

Gutiérrez, C. 2009. Análisis de mercado para jocote. Programa de desarrollo productivo. Cadena del valor frutícola. http://www.euroresidentes. Com/ alimento /definiciones /jocote.Htm (consultado .03 de mayo de 2012). (www.conabio. Gob.mx /conocimiento / info especies / arboles /doctos /4- anaca6.pdf.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2002. Anuario Estadístico. Edit. INEGI. p 5.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2010. Marco Geoestadístico Municipal. Versión 3.1.

March, N. y Velarde A. 2010. Efecto de la castración en terneros, rendimientos productivos y calidad de la canal y la carne. Grupo de nutrición, manejo y bienestar animal. España. P 42.

Miller, A. y B. Schaal. 2005. Domestication of a Mesoamerican cultivated fruit tree, *Spondias purpurea*. P.N.A.S. 102: 12801-12806.

Morales, M. 2006. Tendencias sociales, Revista Electrónica de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura. Proviene de: http://www.tendencias21.net/index.phpPHPSESSID=4653e6ba78aaee4f6d32fad1a5ac9d16

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Ministerio de la Agricultura, Pesca y Alimentación. 1989. La agricultura mundial hacia el año 2000. Madrid. España. P 35.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2000. Los animales de tiro ganan terreno. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. Proviene de: www.fao.org/ag/esp/revista/0009sp.1.htm

Pearson, R. 1994. Draf Animal Power.Encyclopedia of Agricultural Science.P 223.

Pérez-Bilbao, J. 2001. Actitudes frente al cambio en trabajadores de edad avanzada. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. P 17.

Pimentel R. I, Ventó T. R, Ponce C. F, 2007, Aprovechamiento de los animales para el tiro de aperos de labranza, Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 16, No. 002, La Habana, Cuba, pp. 85-90.

Ponce, C. F., Pérez, S. A., Álvarez, R. H., Martínez, C. G., Hernández, A.J., 2001, Diagnostico rural participativo sobre el uso de la tracción animal en las provincias de la Habana y Matanzas, Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, año/vol.10. Número 004, Universidad Agraria de la Habana, la Habana, Cuba, pp 35 – 39.

Reynoso, L.R. (2001, Junio 01). Situación del campo en México. Publicación 01. Proviene de http://www.coparmex.org.mx/contenidos/publicaciones/Entorno/2001/junio01/campo.htm

Rimbaud, G. E. y Acevedo, C. 1998. Programas de desarrollo y asistencia técnica de la Facultad de Veterinaria, edit. IICA, Montevideo, Uruguay. P 119.

Ruiz, P. 1998, La mecanización en el Ministerio de la Agricultura, Conferencia en el evento internacional agro ingeniería - Cuca ´98, La Habana, Cuba.

Scheaffer R., W. Mendenhall.y L. Ott 2004. Elementos de muestreo, Grupo Editorial Iberoamérica, México.

CONOCIMIENTOS Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE ESTUDIANTES DE SECUNDARIA EN TEXC0C0, ESTADO DE MÉXICO

110

M. C. Ameyali Hernández-Hernández
Dra. María Joaquina Sánchez-Carrasco [111]

RESUMEN

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son parte de una problemática social y ambiental, que se ha agudizado en las últimas décadas, debido a que se han incrementado en volumen y en toxicidad, y a que son limitados o inadecuados los sitios de disposición final. El presente texto incluye resultados de una investigación realizada, a través de una encuesta, a estudiantes de 1°, 2° y 3° año de secundaria (ESTIC 122), ubicada en Texcoco, Estado de México. Como parte de los objetivos, se identificó el destino de los RSU generados en los domicilios de alumnos/as, el tipo de conocimiento que tienen en cuánto a su composición y los efectos que generan en el ambiente. En ese tenor, los estudiantes indicaron que depositan en mayor medida los RSU en el camión de basura municipal, entre un 20 y un 30% tienen dificultades para diferenciar los residuos orgánicos e inorgánicos. En un alto porcentaje acostumbran a separar, en casa, los desechos por tipo de material. En general, tienen limitados conocimientos sobre los efectos, a nivel social y natural, de los RSU.

A partir de los resultados se puede inferir la necesidad de fortalecer este tipo de conocimientos, a nivel del currículo formal y de programas de educación ambiental de corte informal, con la finalidad de limitar la producción de RSU, y con ello minimizar el impacto ambiental que en la actualidad conllevan.

Palabras clave: estudiantes, residuos sólidos urbanos, clasificación, disposición.

INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos urbanos son parte de un problema social y ambiental, relacionado con el aumento de la población y de los residuos en general. Ello genera dificultades para su adecuada confinación y disposición, así como diversos impactos sobre los recursos naturales, por la sobreexplotación o contaminación a que son sometidos. Aunado a ello, la población tiene carencias, no solo para conocer los efectos de la basura en el medio ambiente, sino también para realizar una clasificación adecuada de los mismos.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) define a los residuos como “Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley” (LGPGIR, 2015). Particularmente en esta investigación interesa abordar los Residuos Sólidos Urbanos, que la misma Ley define como: “Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o

[110] Universidad Autónoma Chapingo (UACh). Correo electrónico: ameyalihdez@yahoo.com.mx
[111] Universidad Autónoma Chapingo (UACh). Correo electrónico: joaquimar08@yahoo.com.mx

en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos" (LGPGIR, 2015).

Desde el ámbito de la investigación, Cárdenas, Robles, Colomer y Guzmán (2016) se han interesado por indagar sobre la evaluación de riesgos provocados por el manejo inadecuado de los residuos sólidos, tanto en el ambiente como en la salud humana. Se interesan particularmente por los efectos que pueden producir, por un lado, los lixiviados, es decir, los líquidos que resultan de la percolación del agua a través de los residuos, que se cargan a su paso de contaminantes como microorganismos y sustancias químicas minerales y orgánicas disueltas, y en suspensión; y por el otro, el biogás, generado por la degradación de los residuos, y formado principalmente por metano (CH_4) y Dióxido de carbono (CO_2) (Cárdenas, *et al.*, 2016).

Cruz y Ojeda (2013) se interesan en la Gestión sostenible de los RSU, para ello proponen el consumo sustentable, así como estrategias de reuso, reducción y reciclado, con el fin que los residuos se transformen en recursos o materias primas que permitan la conservación de los recursos naturales y la minimización de impactos ambientales. Lo anterior demanda la concientización de los ciudadanos y servicios proporcionados por instituciones gubernamentales acordes con los requerimientos de manejo de RSU. Sugieren, además la caracterización de los residuos sólidos, y conocer las dimensiones de producción, manejo y disposición final, incluyendo a gobiernos, ciudadanos, sector privado e informal, relacionados con el manejo de los desechos.

Russo (Citado en Fazenda y Russo, 2016) considera que la gestión de residuos está asociada al control, producción, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento, tratamiento y destino final de los residuos sólidos, de acuerdo con los mejores principios de preservación de salud pública, economía, ingeniería, conservación de los recursos, estética y otros principios ambientales. Fazenda y Russo (2016) presenta resultados de una investigación realizada en Sumbe, Angola, como resultado encuentran serias deficiencias en todo el proceso de gestión de residuos sólidos, lo cual influye en la baja recuperación de materiales y en el impacto ambiental de los desechos.

Destacan investigaciones regionales como la de Hernández *et al.* (2012), quienes realizaron una comparación de la gestión de RSU en varias ciudades de América Latina (Asunción, Paraguay; Ensenada, San Quintín, Vicente Guerrero, Morelia y Zinacantepec, México; Mataucana y Trujillo, Perú; Cartagena, Colombia y Quito, Ecuador). Para el caso de México encontraron que el 72% de RSU se confina en rellenos sanitarios mientras que el 23% en sitios a cielo abierto; la cobertura urbana alcanza 90% y la rural el 13%.

Autores como Otero (1992) clasifican los RSU en residuos domiciliarios, voluminosos, comerciales, de construcciones y demolición e industriales. También indica que la cantidad de RSU depende del nivel de vida de la población, la época del año, los hábitos de consumo de la población, los nuevos métodos de envase y embalaje (sin retorno y desechables), el movimiento de la población durante días festivos y periodos vacacionales.

En relación con la educación, es importante recurrir al Análisis Político de Discurso (Buenfil, 2009), que considera que los procesos educativos, además de realizarse en el ámbito formal, como en el caso de nivel secundaria, también tienen lugar en diversas agencias como la familia, agrupaciones religiosas, organizaciones civiles y deportivas, sindicatos y partidos políticos, movimientos sociales e instituciones laborales, entre otras. En ese mismo sentido, los contenidos pueden ser diversos: religiosos, académicos, laborales, sociales, políticos, de la cultura cotidiana y comunitaria, de sobrevivencia, artísticos, emocionales y comunicacionales, por destacar algunos.

La educación vinculada al manejo y disposición de residuos sólidos puede realizarse a nivel formal, cuando está prescrito en el currículum. En este caso el plan de estudios de secundaria 2011, que ha sido parte de la formación de los estudiantes encuestados, alude a la promoción de un consumo sustentable, pero no hace alusión directa a las causas y efectos de la producción de residuos sólidos, ni en Ciencias I (con énfasis en Biología) que se imparte en el primer grado de nivel medio, ni en Formación Cívico y Ética que se cursa en 2° y 3° del mismo nivel. A pesar de las carencias en el currículum formal, la mayor parte de los estudiantes identifican la diferencia entre residuos orgánicos e inorgánicos, debido a que en el seno familiar se realiza la separación.

La investigación es de corte cuantitativo, se realizó con estudiantes de secundaria de los tres grados escolares. La encuesta se aplicó entre enero y febrero de 2017, a un total de 136 estudiantes, 73 mujeres y 63 hombres. Las finalidades básicas fueron identificar los sitios de disposición de basura en sus hogares, formas de separación y destino de los RSU, conocimientos sobre el tipo de residuos y su impacto ambiental.

MÉTODO

El municipio de Texcoco pertenece a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, es uno de los 125 municipios del Estado de México. Cuenta con 249,808 habitantes y tiene una extensión de 418.69 km. Texcoco se encuentra conformado por 52 comunidades, entre las que se encuentra la de Tequexquináhuac. En esta comunidad habitan un total de 5,279 personas, (INEGI, 2010).

Tequexquináhuac se ubica al suroeste del municipio de Texcoco, por el número de habitantes, la infraestructura y los servicios públicos con los que cuenta, se puede considerar, una comunidad crecientemente urbana.

La localidad cuenta con una escuela primaria, una telesecundaria y una secundaria pública. Actualmente, la Secundaria ESTIC 122 (Niños Héroes) tiene un solo turno, cuenta con seis grupos, dos de cada año escolar, es decir de primero, segundo y tercer grado. En total se atiende a 174 estudiantes, 87 hombres y 87 mujeres.

Como parte de la indagatoria se formularon las siguientes preguntas de investigación:
¿Qué conocimientos tienen los estudiantes en relación a la disposición final de los residuos sólidos y a sus efectos en el ambiente?
¿Qué conocimientos tienen en relación a la diferenciación de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos) y qué prácticas de separación realizan actualmente en sus hogares?
¿Qué estrategias de educación ambiental se pueden implementar para que los jóvenes de la secundaria tengan conocimientos y conciencia en relación a las causas e impactos relacionados con la producción de residuos sólidos? De aquí se desprende el siguiente objetivo:

Objetivo

Identificar, a partir de una encuesta, los conocimientos que tienen los estudiantes en relación a las características, manejo, disposición y efectos ambientales de los residuos sólidos, para desplegar estrategias que contribuyan a mitigar la problemática al respecto.
La perspectiva metodológica es de carácter cuantitativa, puesto que se aplicó una encuesta conformada por 10 preguntas, tres de tipo sociodemográfico y el resto, asociadas a las preguntas y objetivos de la investigación. La encuesta se aplicó a 73 mujeres (54%) y 63 hombres (46%). Se trata de una muestra aleatoria, dado que la encuesta se aplicó a los alumnos/as que asistieron

los días que se imparte la asignatura de Tutoría. El 31 de enero se aplicó a 3° B y 2° A, el 1° de febrero a 1°A y 1°B y el 2 de febrero, a 2°B y 3°A. Se pretendía realizar una muestra universal, sin embargo, debido a problemas de ausentismo solo se aplicó al 78% de los estudiantes. Una vez aplicada la encuesta se realizó la codificación; posteriormente, la información se procesó a través de Excel y SPSS.

En términos metodológicos se busca la articulación y ajuste permanente entre:

la dimensión teórica que apunta a la integración entre los principios ontológicos (concepción del ser humano), y epistemológicos (concepción de ciencia), el cuerpo conceptual y las lógicas de intelección); en este caso, se recurre al Análisis Político de Discurso como perspectiva teórica.
el referente empírico (documentado a partir de la encuesta);
y las preguntas de investigación (vinculadas al campo problemático y lo que se ha investigado al respecto) (Buenfil, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encuestó al 78% de la población de estudiantes. De éstos 54% son mujeres (73) y 46% son hombres (63). En cuando a edad, el 33% tiene 12 años, el 27% 13, el 31% 14, el 7% 15, el 2% 16 y solo el 1% 17 años. La edad mínima es de 12 años y la máxima de 17, la media es de 13.1 años.

De los encuestados el 35% (48) está cursando el primer año de secundaria, el 28% (38) el segundo año y el 37% (50) el tercer año de secundaria.

Cuando se les inquirió sobre el lugar en que se depositan los residuos de su domicilio, informaron: 77% con el carro municipal de la basura, 31% la quema, 29% con el carro de basura particular, 10% en la barranca, 4% con el triciclo, 2% en un lote baldío y 3% eligió otra opción. En general, la población de Texcoco tiende a depositar la basura con el carro del municipio debido a que no es obligatorio pagar alguna cuota, la desventaja de este vehículo es que no realiza separación de basura, a diferencia del carro particular, que cobra una cuota por llevar la basura, pero si efectúa separación de cartón y papel, vidrio, plástico y meta, entre otros desechosl. Destaca que el 31% opta por quemar los residuos sólidos, lo cual conlleva un impacto ambiental por los gases tóxicos generados hacia la atmósfera. Otro dato relevante tiene que ver con que el 10% deposita la basura en una barranca cercana a la comunidad y un 2% en lote baldío, ello indica que el 12% de las familias de los encuestados están depositando los desechos en tiraderos a cielo abierto.

Al preguntar sobre si conocen algún lugar, dentro o fuera de su comunidad, donde compren papel, cartón, pet, vidrio y metales como el aluminio o el fierro, señalaron lo siguiente: 49% si, y 51% no. Lo anterior es relevante, porque las personas que tienen interés en vender algunos de los residuos recuperados, cuentan con centros de acopio, dentro y fuera de la comunidad, donde pueden comercializarlos.

Para identificar su nivel de conocimiento en relación al tipo de residuo, se les pidió que indicaran de una lista de productos, cuáles son orgánicos y cuáles son inorgánicos (ver cuadro 1).

Los primeros seis residuos son de tipo inorgánico, sin embargo, se observa que entre un 20 y un 36% tienen problemas para diferenciarlos. El porcentaje más alto lo tiene el envase de leche (36%), lo cual indica que les causa dificultad, debido a que el contenido (leche) es de tipo

orgánico. En los últimos cuatro productos, que son de tipo orgánico, se encuentra que entre un 21 un 75% tiene problemas para la identificación. Destaca particularmente el cilantro, que tal vez, por no ser un alimento de consumo generalizado, desconocen el tipo de composición de dicha hierba.

Cuadro 1: Conocimiento sobre tipo de residuo (%)

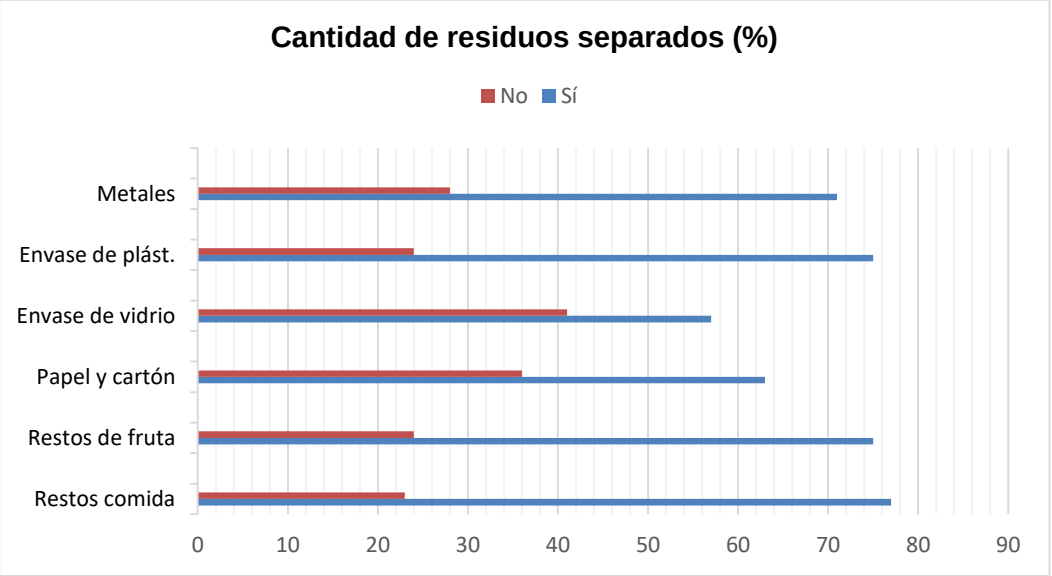
	Orgánico	Inorgánico	N/C
Envase de leche	36	63	1
Envase de vidrio	20	80	2
Pañal desechable	21	77	2
Bolsa de plástico	33	65	2
Bolsa de sabritas	26	73	1
Botella de cloro	29	69	2
Hojas de árbol	79	18	3
Tortilla	76	21	3
Cilantro	23	75	4
Cáscara de naranja	73	25	2
Sobras de comida	70	28	2

Fuente elaboración propia[112]

En la gráfica 1 se percibe que hay más de cuatro artículos que se separan en más de un 70% (restos de fruta, 77%, restos de comida, 75%, envases de plástico, 75%, metales 71%). En el caso de cartón se separa en un 63% y el vidrio en un 57%. De algún modo, los estudiantes provienen de familias, que tienden a realizar la separación de este tipo de residuos. Al respecto, Reyes (2013) señala que las empresas, buscando reducir costos y amparadas en la falta de legislación, vienen sustituyendo los envases de vidrio por envases no retornables, lo cual puede influir en que el vidrio se recupere en menor cantidad.

[112] Las gráficas y cuadros que se presentan a continuación, han sido elaboradas con los resultados de la encuesta.

Gráfica 1



En el cuadro 2 se observa el destino de los residuos que se separan, en el caso de los que se tiran, destacan el envase de vidrio y el papel y el cartón. Entre los residuos que se entregan a personas, para que a su vez lo comercialicen, destaca el envase de vidrio. Los residuos que más se venden son los metales (49%) y los plásticos (44%). Los residuos que más se reusan son los plásticos (11%). Un 7% de los encuestados informa que opta por quemar el cartón; algunos otros deciden guardar algunos de estos residuos.

Cuadro 2: Destino de residuos inorgánicos separados

	Papel y cartón	Envase de vidrio	Envase de plástico	Metales
Se tira	36	43	27	33
Se entrega	5	10	7	7
Se vende	36	32	44	49
Se reusa	7	6	11	3
Se quema	7	0	5	0
Se guarda	4	4	2	4
No contestó	5	5	4	4

En el cuadro 3 se identifica el destino de residuos orgánicos que son separados. Particularmente, destaca que los restos de comida y de fruta se destinan en 71% y un 75% a animales domésticos (perros y gatos) y de granja (pollos, cerdos, entre otros). Y solo un 9% destina estos residuos a la composta. La separación de productos orgánicos es relevante, ya que impide la contaminación de residuos inorgánicos, lo cual conlleva que sean valorizados para su comercialización y reciclaje.

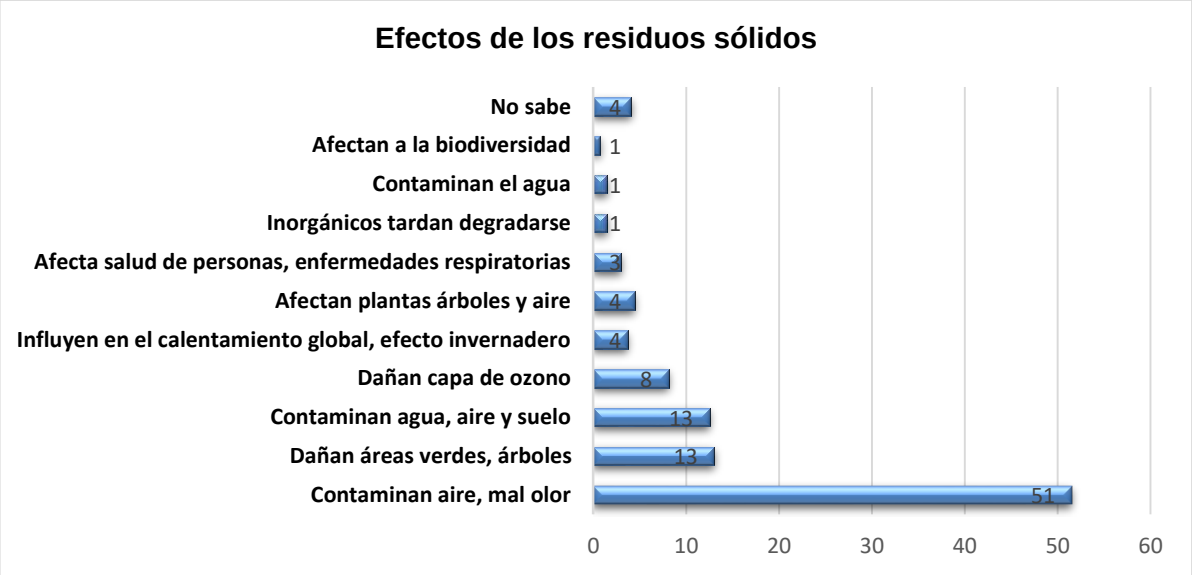
Cuadro 3: Destino de residuos orgánicos separados

	Restos comida	Restos de fruta
Animales	71	75
Plantas	7	2
Se tira	17	7
Se vende	2	1
Se entrega	1	0
No contestó	2	15

En la gráfica 2 se encuentran los efectos de los RSU que son identificados por los estudiantes encuestados. Un 51% refiere problemas con la contaminación de la atmósfera y 8% indica que dañan la capa de ozono, lo cual se relaciona con la producción de biogás que genera el confinamiento de RSU, y que no es manejado de forma adecuada. Un 13% alude a daño en áreas verdes y árboles, lo cual tiene relación con los residuos depositados a cielo abierto que genera la contaminación del suelo. Un 13% tienen una visión integral de los impactos de los RS, pues aluden a la afectación al suelo, aire y agua.

Algunos consideran que pueden influir a nivel de la atmósfera en el calentamiento global; o que impactan en suelo y aire (4%), que pueden afectar la salud de las personas (3%); también pueden impactar en la biodiversidad, contaminar el agua, además de que los inorgánicos tardan en biodegradarse (1%). En este sentido, es importante formar a los estudiantes, a nivel formal e informal, para que conozcan los efectos que generan los RSU a nivel del suelo, el agua y la atmósfera.

Gráfica 2



CONCLUSIONES

La problemática de los residuos sólidos va en aumento, por el incremento continuo de la población a nivel mundial, y el predominio de una cultura consumista y desechable. Si en 2012 se produjeron 130 millones de toneladas en todo el planeta, para el 2025 se prevé que la producción ascienda a 220 millones de toneladas. Lo cual conlleva presión sobre los recursos naturales, y dificultades para la disposición final de los desechos.

La gestión integral de los RSU demanda de la participación de diversos actores, a nivel público, privado y social. Particularmente, es fundamental, que la ciudadanía tome conciencia de los efectos que generan los RSU a nivel de lo natural y lo social, y la importancia de separarlos desde la fuente de emisión.

Los resultados que arrojó la encuesta aplicada a estudiantes de secundaria de Tequexquináhuac, en Texcoco, permiten afirmar que la mayoría tiene nociones de las diferencias entre un residuo orgánico e inorgánico, sin embargo, es necesario fortalecer estrategias de educación ambiental formal e informal, a fin de que los futuros ciudadanos aprendan a clasificar los residuos, y a aplicar algunas Rs vinculadas con la emisión de basura, tal como la reducción, reutilización, y el reciclaje.

Aunque no se indagó entre los estudiantes, sobre el lugar dónde obtuvieron los conocimientos relacionados con los RSU, se induce que es un conocimiento de tipo informal y familiar, por el alto porcentaje que opta por separar y en, algunos casos, comercializar algunos residuos.

Es importante señalar que la educación ambiental no es una línea transversal ni en programas y planes de gobierno, sin embargo, se debe pugnar porque sea parte de estrategias, que conduzcan hacia un consumo sustentable, que incida en la reducción y una mejor gestión de los residuos sólidos.

LITERATURA CITADA

Buenfil Burgos, Rosa Nidia.2009. Presentación, En: Soriano Peña, Reinalda y María Dolores Ávalos Lozano. *Análisis político de discurso. Dispositivos intelectuales en la investigación social*. México: Juan Pablos Editor. pp. 11-25.

Buenfil Burgos, Rosa Nidia,.2010. *Apuntes sobre los usos de la teoría en la investigación social.* Editorial Académica Española.

Cárdenas Moreno, Paulina Rebeca, Fabián Robles Martínez, Francisco José, Colomer Mendoza, Ana Belem, Piña Guzmán. 2016. Herramientas para la evaluación de riesgos sobre el ambiente y salud por la disposición final de residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, Núm. 32 (Especial Residuos Sólidos). pp. 47-62.

Cruz Sotelo, Samantha Eugenia, Ojeda Benitez, Sara. 2013. Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos. Editorial. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. Núm. 29 (Especial Residuos Sólidos). pp. 7-8.

Fazenda, Augusto José y Tavares Russo, Mario Augusto, 2016, Caracterización de residuos en Sumbe: herramienta para la gestión de residuos, *Ciencias Holguín*, Vol. 22, núm. 4, oct.-dic., p 1-15.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_220515.pdf

Hernández Berriel, María del Consuelo, Quetzalli Aguilar Virgen, Paul Taboada González, Roberto Lima Morra, Mónica Eljalek Urzola, Liliana Márquez Benavides y Otoniel Buenrostro Delgado. 2016. Generación y composición de los residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. Núm. 32 (Especial Residuos Sólidos). pp.11-22.

Reyes Flores, Sergio A. 2013. Modelo logístico para la recolección y la segregación del polietileno tereftalato (PET) en centros escolares pertenecientes a la zona urbana de la ciudad de Guadalajara. *Tesis de maestría en Administración*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente.

Otero Peral, Luis Ramón. 1992. Unidades temáticas ambientales de la Secretaría de Estado para las políticas de agua y medio ambiente. *Ministerio Obras Públicas* y Transportes. Madrid.

EVALUACION DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE *Manilkara zapota* (L.) P. Royen

Edelia Claudina Villarreal Ibarra[1],
Alma Olivia Javier Madrigal[1],
Catalina Rivas Morales[2],
María Azucena Oranday Cárdenas[2],
Benigno Rivera Hernández*[1],
Roberto Gutiérrez Buron[1]

RESUMEN

El principal desafío de la salud y el desarrollo son los padecimientos crónicos degenerativos, la Diabetes Mellitus (DM) particularmente representa un impacto significativo en la calidad y esperanza de vida; como medida de control la dieta y una alimentación saludable recobra importancia en la prevención de esta enfermedad. Una alternativa es la atención primaria de la salud, orientada al aprovechamiento de los alimentos funcionales por sus beneficios y surge el interés por los antioxidantes como los polifenoles aislados de frutas y verduras, los cuales al disminuir el estrés oxidativo neutralizan los radicales libres presentes. Con base en las características etnofarmacológicas, los reportes previos de actividad antioxidante, los diversos usos en la medicina tradicional y la disponibilidad en Tabasco, se seleccionó como objeto del presente estudio la especie *Manilkara zapota* (L.) P. Royen (chicozapote), Sapotaceae. Se realizó la colecta del fruto en tres localidades del estado, del análisis fitoquímico preliminar en el extracto etanólico seco y fresco de la fruta, se aprecia la presencia de cumarinas, quinonas, hidroxilos, taninos, flavonoides y carbohidratos; el potencial antiradical con DPPH resultante en un rango de inhibición de 79 a 92%. Se concluye que el fruto de chicozapote en seco del municipio de Huimanguillo, presenta la mayor inhibición con un 93.8% y nula toxicidad, por lo tanto se confirma la seguridad en el consumo.

Palabra clave: Antioxidantes, Diabetes Mellitus, DPPH, Manilkara zapota.

INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales representan una renovada alternativa promisoria en el tratamiento de diversos padecimientos, la medicina tradicional ha sido altamente difundida por diversas culturas con uso estimado alrededor del 80% por la población mundial; la que en gran medida podría ser valorada para la atención primaria de la salud (WHO 2005, 2016). Se conocen alrededor de 11 000 especies vegetales por su uso medicinal, de las cuales alrededor de 5000, se han estudiado exhaustivamente (Tavares, 2013). La biodiversidad y la interdependencia entre la salud humana y la ambiental permite destacar la riqueza biológica y cultural concentrada en los llamados países en desarrollo, ubicados en los trópicos principalmente; Tabasco no está exento en el uso e importancia de especies medicinales y ha iniciado un proceso de recuperación de germoplasma medicinal y de sistematización del conocimiento tradicional (Puente-Pardo *et al.*, 2010; Gómez-Álvarez, 2012; Villarreal-Ibarra *et al*., 2014); reportes de la población maya-chontal de Nacajuca refiere 232 especies vegetales para el tratamiento empírico de 182 padecimientos de las cuales el 74.6% son especies nativas; sin embargo, es escasa la información en otras regiones del estado, con respecto a la conservación y transmisión del conocimiento tradicional y las partes de las plantas más utilizadas (Magaña-Alejandro *et al.,* 2010; Chapin *et al*., 2000; Koyoc-Ramírez, 2015).

[1]Universidad Popular de la Chontalpa. Carretera Cárdenas-Huimanguillo, km 2.0, R/a Pazo y Playa, Cárdenas, Tabasco. [2]Laboratorio de Química Analítica. Facultad de Ciencias Biológicas,

Universidad Autónoma de Nuevo León. Pedro de Alba, San Nicolás de los Garza, Nuevo León.
*Autor para correspondencia: brivera@colpos.mx/villarreal.ibarra@colpos.mx

Estudios recientes describen mediante criterios cuantitativos la validación social-histórica en la relación que existe entre la planta y un determinado problema de salud, donde se indica una mayor probabilidad de su eficacia y la presencia de actividad farmacológica (Azza *et al*., 2013); de acuerdo a su importancia relativa las especies vegetales destacan ante la incidencia de enfermedades asociadas a la excesiva formación de radicales libres, por ende surge la necesidad de generar compuestos antioxidantes empleados para el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, cáncer, Alzheimer o Diabetes Mellitus (DM) (Dzib *et. al*, 2016). En el 2014 se alcanzó una cifra de 422 millones de personas que padecieron DM; el deceso se multiplicó hasta 1.5 millones de muertes en la población adulta, del cual el 43% correspondió a personas menores de 70 años y el resto por efecto de sufrir diversas enfermedades (Hernández-Galicia *et al*., 2002; Khan, 2012). Si bien no es posible prevenir en la actualidad la Diabetes de tipo 1 (DM1); en cambio, sí hay maneras eficaces de prevenir la Diabetes de tipo 2 (DM2), así como las complicaciones y la muerte prematura que pueden ser consecuencia de cualquier tipo de diabetes, se establece entre otros objetivos prevenir el desarrollo de DM2 en la población mexicana, considerada la tercera causante de muerte en nuestro país. Por tanto es de suma importancia asegurar el acceso a los servicios de salud e instrumentar acciones para la prevención y control del sobrepeso, obesidad y diabetes, como una posibilidad para revertir las tendencias epidemiológicas observadas en la actualidad contribuyendo a abatir el índice Finrisk (Manaharan, 2012). De acuerdo a la OMS la DM2 se pueden prevenir mediante sencillas intervenciones y acciones económicamente eficientes orientadas hacia una alimentación sana y una actividad física saludable (Lindstrom, 2003); además de los tratamientos convencionales con fármacos.

La incidencia de enfermedades degenerativas se considera es menor en personas que han incrementado el consumo de frutas y vegetales, debido al alto contenido de compuestos antioxidantes presentes en éstos alimentos, ya que neutralizan la acción de los radicales libres, desempeñando una función fundamental en su prevención (Hazini-Ramli, 2014). Las frutas son muy apreciadas por sus colores atractivos, por su aroma agradable, su sabor ácido y dulce, textura suave y crujiente, y por los nutrientes que contribuyen en la alimentación diaria; tienden a ser jugosas debido a su alto contenido de agua, la cual puede variar entre 75 y 90%.

El estrés oxidativo (EO) es la consecuencia de un desequilibrio entre la producción de especies oxidantes y pueden ser radicales libres o no radicales y su neutralización por los antioxidantes (Verdalet, 2009); son especies químicas (orgánicas e inorgánicas) formadas durante el metabolismo celular y son extremadamente inestables, poseen un electrón desapareado en su última capa y, por tanto, con gran poder reactivo que les permite reaccionar con un gran número de moléculas de todo tipo, primero oxidándolas y luego atacando sus estructuras (Halliwell, 2012; Gücin, 2012). Sin embargo, el papel de los radicales libres no ha de ser abordado sólo desde una perspectiva negativa o patológica, estos compuestos cumplen también una función fisiológica al participar, en condiciones normales, en la defensa frente a las infecciones en el metabolismo normal. Los métodos empleados para determinar la actividad antioxidante se basan en su capacidad para captar radicales libres, por mencionar el uso del 2,2-difenil-1-picrilhidrailo (DPPH), ácido 2,2´, amino-bis (3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico (ABTS), la reacción con el óxido nitroso (test NO), diclorihidrato de N,N-Dimetil-p-fenilendiamina (DMPD), generación de radicales peroxilo, superóxido e hidroxilo, y otros.

En la medicina tradicional mexicana para la atención primaria a la salud desde tiempos prehispánicos (Rodríguez *et al*., 2008) han sugerido diversas especies vegetales como una rica fuente de fármacos antioxidantes potencialmente útiles, que por la importancia de su uso significativo TRAMIL (UST) se emplean en la comunidad y enfatizan la necesidad de iniciar estudios

farmacológicos sobre la actividad antioxidante. Con ello la importancia de promover los componentes de los alimentos que le aportan un beneficio añadido a la salud (Hazini-Ramli Magalesh, 2014). Dado que, al igual que las células del organismo humano, también pueden generar radicales libres; pueden contener sustancias antioxidantes y ejercer una actividad antioxidante, al igual que las plantas medicinales. Ante la incidencia de esta enfermedad y el uso de plantas en el tratamiento empírico de la diabetes de importancia para las comunidades del estado, con base en las características etnofarmacológicas, reportes previos de la actividad antioxidante y diversos usos en la medicina tradicional, así como la disponibilidad en la zona se seleccionó la especie *Manilkara zapota* (L.) P. Royen (chicozapote) (Nesrin *et al*., 2012; Monks 2012), como objeto del presente estudio y se estableció determinar el potencial anti radical y su toxicidad aguda para asegurar la seguridad en el consumo, dado que las Sapotaceas cultivadas en Tabasco son consideradas fuente potencial de antioxidantes y su empleo como promotor de la salud en determinados trastornos y patologías de acuerdo a su composición y nutrientes; estudios etnobotánicos han puesto de manifiesto su posible acción antidiabética debido a la naturaleza terpenoide que podrían reducir los niveles de glucosa en sangre. La especie es un árbol empleado principalmente como maderable, medicinal y por el consumo fresco de su fruta en la medicina popular, se emplea en determinados trastornos para curar malestares intestinales, enfermedades respiratorias, hemorragias, anemia, inflamaciones, dolores de espalda y caída del cabello y patologías de acuerdo a su composición en nutrientes (CONAFOR, 2016); es una de las especies frutícolas que actualmente tiene un gran potencial económico, sin embargo es un fruto que se deteriora rápidamente después de la cosecha produciéndose diversas reacciones bioquímicas que llevan al ablandamiento, oscurecimiento, y otros aspectos no deseables (oxidación), teniendo así la pérdida de la calidad de la fruta, disminuyendo su aceptabilidad y reducción de vida útil.

MATERIALES Y METODO

Área de estudio y procesamiento del material vegetal

Se realizó una investigación experimental con *Manilkara zapota* (L.) P. Royen, especie proveniente de la Región de la Chontalpa, en Tabasco, México, reconocida por su amplia actividad agrícola. La recolección de ejemplares se realizó durante las estaciones de primavera y verano, el período de estudio comprendió de octubre 2014 a agosto 2016. Las muestras se seleccionaron de manera sistemática y aleatoria, en completo estado de madurez fisiológica, sanos y sin daño aparente, provenientes de las comunidades: R/a Pico de Oro, 1ra sección km 86 de Huimanguillo, municipio ubicado entre los paralelos 17°18´y 18°13´de latitud norte; los meridianos 93°17´y 94°08´de longitud oeste, altitud entre 0 y 100m. Ocupa el 15.04% de la superficie del estado. Cuenta con 48 localidades y una población total de 179 285 habitantes. La ranchería Sur 1ra sección en Comalcalco, ubicado entre los paralelos 18°09´y 18°26´de latitud norte; los meridianos 93°05´y 93°32´de longitud oeste, altitud entre 0 y 100m. Ocupa el 3.10% de la superficie del estado. Cuenta con 17 localidades y una población total de 192 802 habitantes; y Las flores II en Paraíso, municipio ubicado entre los paralelos 18°16´y 18°27´de latitud norte; los meridianos 92°59´y 93°32´de longitud oeste, altitud entre 0 y 100m. Ocupa el 1.65% de la superficie del estado. Cuenta con 48 localidades y una población total de 86 620 habitantes INEGI (2010).La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Química-Biológica de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Popular de la Chontalpa.

Preservación y Transporte. La fruta tropical se recolectó y colocó cuidadosamente en una cesta plástica, finalmente se trasladó al Laboratorio para su procesamiento y análisis; los frutos se dividieron de acuerdo al lugar de la colecta, cada lote fue despulpado para obtener, las muestras de ensayo, según se establece en la NMX-F-122-1968. Las frutas recolectadas se lavaron cuidadosamente para remover esporas, polvo o residuos en su superficie, evitando dañar la cubierta

protectora de los frutos, y luego se secaron de forma suave con un papel absorbente. Posteriormente, fueron separados y pesados en cada una de sus constituyentes: pericarpio (concha), mesocarpio (pulpa) y semillas. La pulpa pardeada, petrificada o con algún otro daño fue descartada. La pulpa seleccionada se empacó en bolsas plásticas cerradas herméticamente al vacío y almacenadas a -10 ºC hasta el momento de su análisis.

Secado y extracción**.** El material vegetal se cortó en trozos y sometió a sequedad en un horno a 40°. Una vez deshidratadas cada una de las muestras, se procedió a triturar en un molino Oskar (Wiley, México) con malla de 2 micras, hasta reducir el tamaño de la partícula. El material seco y molido (50 g) se extrajo por maceración con etanol (EtOH CTR Scientific) a temperatura ambiente, durante 72 h por tres períodos hasta completar 9 días, con agitación continua (Dual, Shaker Lab-Line) y así sucesivamente hasta concluir los tres períodos. Una vez transcurrido el primer período de la extracción se separó mediante filtración con papel filtro Watman #2 (Whatman International LTD, England) en campana de extracción y se concentró a presión reducida utilizando un rotavapor (Büchi 461) a 40°C y 60 rpm. Se determinó el rendimiento de la extracción en estudio. Los extractos secos se almacenaron a -4°C hasta su uso.

Análisis Fitoquímico Preliminar

Para la determinación inicial de los principios activos presentes en los extractos etanólicos de *M. zapota*, se realizaron pruebas químicas de identificación. Las soluciones de los extractos se prepararon a concentraciones de 50mg/mL en etanol. Se utilizaron placas de cerámica de 12 pozos para las reacciones con el propósito de identificar compuestos de metabolismo primario: Permanganato de potasio (insaturaciones); -2,4-dinitrofenilhidracina (carbonilos); Lieberman-Burchard (esteroles y triterpenos); Cumarinas; Dragendorf (alcaloides) (modificación de Munier y Machelbuf); Baljet (Sesquiterpenlactonas); Ácido sulfúrico (quinonas); Bicarbonato de sodio (carboxilo); Cloruro férrico (taninos); Saponinas; Shinoda (flavonas, flavononas, flavonoles, flavononoles o xantomonas); Antrona (carbohidratos) (Harborne, 1998).

Actividad Antirradical DPPH

El fundamento del método desarrollado por Brand-Williams (1995), consiste en la presencia de un radical que contiene un electrón desapareado, el cual se torna azul-violeta y se decolora a amarillo pálido, por la reacción en presencia de una sustancia antioxidante. Por diferencia de absorción se determina el porcentaje de captación de radical libre DPPH a una concentración de 20mg/L. El radical es estable y tiene una coloración púrpura que se mide progresivamente cuando se añade la muestra conteniendo sustancias antioxidantes.

En el proceso se tomaron 20µL de cada extracto etanólico a seis concentraciones diferentes y se le adicionó a cada uno 200µL de la disolución de 150µmol/L (al 0.025 g/l de DPPH). Todas las reacciones se llevaron a cabo durante 30 minutos a temperatura ambiente, en micro placas de 96 pozos protegidas de la luz, después de lo cual se midió la absorbancia a 515nm en un espectrómetro. La cuantificación se realizó empleando soluciones patrón de ácido ascórbico; la reacción se midió a intervalos de 2, 3, 4, 5 y 10 minutos; ya que en este tiempo, la mayoría de las substancias completan la reacción con el DPPH y alcanzan el equilibrio. Los experimentos se llevaron a cabo usando un diseño de bloque al azar, cada tratamiento se realizó por triplicado.

$$\% \text{ inhibición} = \% I = \frac{A - A_1 \times 100}{A}$$

$A_=$ Absorbancia del blanco
$A_{1=}$ Absorbancia dela muestra

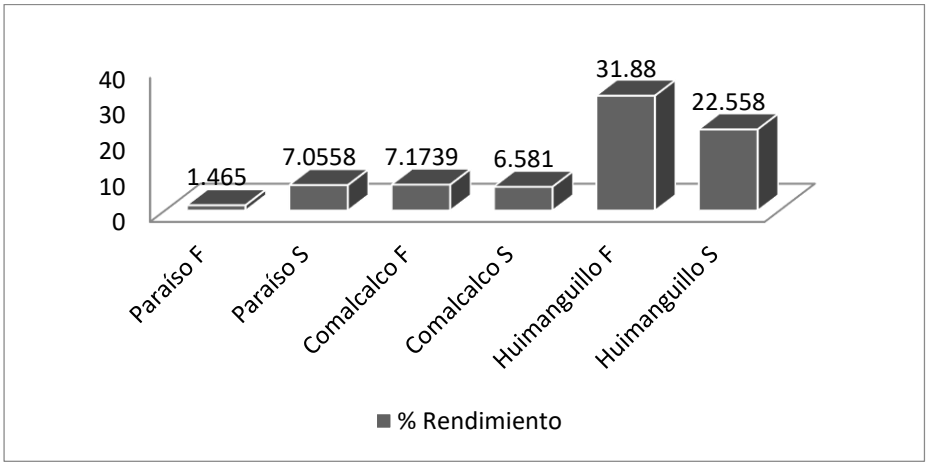
Toxicidad del extracto etanólico de *Manilkara zapota* sobre *Artemia salina.*

Se valoró la actividad tóxica del extracto etanólico de *M. zapota* con nauplios de *A. salina* (crustáceo, subclase Branchiopoda). Para la eclosión de los huevecillos y obtener las larvas, se agregaron 100 mg de huevecillos por cada litro de solución de sal marina al 3% (Coralife Scientific Grand Marine Salt) en agua destilada, siguiendo la metodología de Meyer (1982) y McLaughlin (1991), con ligeras modificaciones. Se colocaron en un eclosionador de vidrio de 25 x 15 cm, con aireación continua (bomba de acuario ELITE 799) y luz blanca irradiada, se incubaron por 48 h. En una microplaca de 96 pozos se colocaron 10 nauplios de *A. salina*. Una vez eclosionados en el segundo estadio, se añadieron 100 µL de solución de sal marina a cada uno y 100 µL de los *extractos* etanólicos de *M. Zapota* a concentraciones de 10, 100 y 1000 ppm. Se empleó como control positivo de mortalidad dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_4$) (400 ppm) y solución salina de mar como control negativo. Se probó cada dilución por triplicado. Los nauplios de *A. salina* estuvieron expuestos a las soluciones de cada extracto durante 24 h bajo las mismas condiciones. Después de este tiempo se procedió a evaluar los resultados: primeramente, se contabilizaron los nauplios muertos con ayuda de un estereoscopio (Lieder MC.720X), las larvas se consideraron muertas solamente si no había movilidad durante 10 segundos de observación. Posteriormente se colocaron 50 µl de etanol (CTR Scientific) para sacrificar el resto de los nauplios y realizar un recuento total, obteniendo por diferencia el número de nauplios vivos en cada pozo. Los resultados fueron expresados como $CL_{50.}$

RESULTADOS

En la Figura se aprecia que el mayor rendimiento durante el procedimiento de maceración con etanol, se obtiene para Comalcalco y Huimanguillo en el material fresco; caso contrario para los frutos colectados en el municipio de Paraíso.

Figura 1. Rendimiento de los extractos en seco y fresco de *Manilkara zapota*.



Fuente: Colecta de material vegetal 2015, ECVI.

En las pruebas fitoquímicas realizadas a los extractos en seco y fresco se identificaron compuestos del metabolismo primario, esteroles, terpenos, fenólicos, carbohidratos, flavonoides, saponinas y cumarinas y no se detectó la presencia de alcaloides o sesquiterpenlactonas mediante estas pruebas.

Cuadro 1.Identificación Parcial de compuestos presentes en los extractos etanólicos de *M. zapota*.

	Grupo fitoquímico		Resultados					
			COMALCALCO		HUIMANGUILLO		PARAISO	
			Extracto en seco	Extracto en fresco	Extracto en seco	Extracto en fresco	Extracto en seco	Extracto en fresco
Compuestos del metabolismo primario	Glucósidos		+	+	+	+	+	+
	Cumarinas		+	+	+	-	-	-
Compuestos fenólicos	Flavonoides	Flavonas	-	+	-	-	+	-
		Flavonoles	-	+	-	-	+	-
		flavononas	-	+	-	-	+	-
	Antocianinas		-	-	-	-	+	-
	Antraquinonas		++	+	+	+	+	+
	Taninos		+	+	+	-	-	-
	Triterpenos		+	+	+	+	+	+
Terpenos esteroides	Esteroles		+	+	+	+	+	+
	Saponina		+	-	-	-	-	-
	Alcaloides		-	-	-	-	-	-

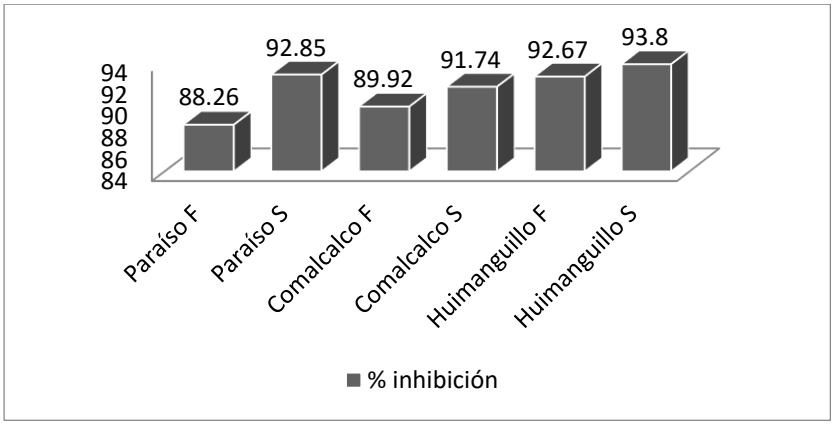
Evaluaciones biológicas de varias especies de la familia Sapotacea (Gutiérrez y col., 2007) indican ser una fuente valiosa de principios antioxidantes, el tamizaje fitoquímico realizado se seleccionó como una alternativa viable y accesible a fin de identificar la presencia de grupos de metabolitos bioactivos en los extractos etanólicos de la fruta de *Manilkara zapota* y en las primeras etapas de la separación, durante los procesos de aislamiento y purificación de los constituyentes farmacológicamente activos; lo que dio como resultado la presencia de cumarinas, quinonas, hidroxilos, taninos, flavonoides y carbohidratos, previamente se ha identificado la presencia de triterpenos y glicósidos de acuerdo a Fernandes (2013) y Nesrin (2012) consistente con los resultados reportados para esta especie cultivada en el estado; por otra parte en el extracto de hojas, se detectó la presencia de flavonoides, compuestos conocidos por poseer propiedades potenciales antitumorales, además que inducen mecanismos que destruyen las células cancerígenas e inhiben la invasión tumoral, adicionalmente en un extracto de etanol de la fruta resultó el aislamiento de dos nuevos antioxidantes, metilo 4-O-galloilclorogenato y ácido 4-O-galloilclorogenico, otros antioxidantes poli fenólicos conocidos: clorogenato de metilo, dihidro miricetina, quercitina, miricitrina, (+)-catequina, y ácido gálico. Se han identificado los compuestos fenólicos anisol, benzaldehído, benceno, alcohol bencílico, 3-fenil-propanol, proprofenona, la pulpa del fruto contiene los triterpenos hederagenina y ácido oleanólico, se presume en este estudio el aislamiento de una fracción en forma de cristales y por comparación con un patrón corresponde al ácido oleanólico. Compete a estudios futuros el aislamiento e identificación de los metabolitos secundarios responsables de la actividad antioxidante que permitan dilucidar los posibles mecanismos de acción en esta fruta. Se observó que en la fruta de la localidad de Comalcalco, dura

al tacto con alto contenido de látex y con propiedad astringente atribuible a taninos, fue consistente con la prueba positiva a taninos, por lo que se infiere que no estaba en su estado óptimo de madurez. Por otra parte, se puede explicar que el oscurecimiento del tejido en el fruto de chicozapote es debido a la degradación de polifenoles, catalizada por la enzima polifenoxidas (ppo), además de afectar la apariencia del producto disminuye la actividad antioxidante por la pérdida de esos compuestos después del quinto día, parámetro considerado al procesar las muestras a los tres días de la colecta.

La actividad antioxidante se expresa como porcentaje de inhibición lo cual corresponde a la cantidad de radical DPPH neutralizado por el extracto a una determinada concentración Figura 2. Por otra parte, el ensayo DPPH es un método rápido y sencillo, que no requiere de un equipamiento sofisticado, se observó en los extractos etanólicos de la especie en estudio, la presencia de una capacidad antioxidante entre el rango de 76 a 92 % para *M. zapota* en las tres localidades a como se presenta en la Tabla 2. Si bien es cierto existen diferentes métodos para evaluar la actividad antioxidante, el método del DPPH permitió tener una idea aproximada de lo que ocurre en situaciones complejas *in vivo (*Huang, 2008, Magalhaes, 2013). Se sabe que durante el procesamiento mínimo (pelado y cortado) de los frutos se puede afectar el contenido, composición, actividad y biodisponibilidad de los antioxidantes, en frutos tropicales en particular, se desconoce si las pérdidas ocasionadas por el cortado y rebanado son significativas en relación al producto intacto. Todos estos cambios suponen un impacto potencial en los compuestos fitoquímicos y en las propiedades antioxidantes beneficiosas para la salud que posee el chicozapote en su estado intacto. Los constituyentes antioxidantes de los productos con procesamiento mínimo son muy susceptibles a la degradación cuando se exponen a oxígeno, luz y altas temperaturas y cuando los productos mínimamente procesados se almacenan por períodos largos (2 a 3 semanas) se pueden producir pérdidas substanciales de vitamina C y otros compuestos bioactivos. La capacidad total antioxidante presente en las plantas confirma el potencial antioxidante y tras las pruebas preliminares realizadas se presupone la confirmación de flavonoide y muy probablemente polifenoles coincidentemente con lo reportando en otros estudios (Gomanthy, 2013), donde se aislaron en estudios previos diez polifenoles, que mostraron la mayor actividad antioxidante (IC (50) = 12,9 microM) en el 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) de ensayo de radicales libres. Al evaluar la capacidad antioxidante podrían considerarse ensayos de potencial antioxidante diversos, recomendando así el consumo de estos frutos en una alimentación saludable para mejorar la calidad de vida.

El ensayo de letalidad sobre *Artemia salina* se ha utilizado ampliamente como un bioensayo simple para la selección de extractos crudos con potencial biológico, debido a que se ha demostrado que este crustáceo es sensible a un amplio rango de compuestos con actividad biológica, ensayo considerado como de selección o descarte de extractos tóxicos para sistemas biológicos (Meyer *et al*., 1982) asegurando con ello su efectividad y nula toxicidad.

Figura 2. Capacidad antioxidante de plantas medicinales, porcentaje de Captación de Radicales Libre DPPH



La letalidad de los extractos etanólicos probados en *M. Zapota* sobre *A.salina,* exhibieron una CL_{50} mayor a 1000 µg/mL, lo que indica que no presentan principios tóxicos y por lo tanto pueden considerarse seguros de acuerdo con Déciga-Campos (1997). Sin embargo, en el extracto de fruta deshidratada de la localidad de Paraíso se aprecia una mortalidad moderada con CL_{50} 241.451 µg/mL.

Cuadro 2. Toxicidad aguda de *M. zapota*

Extracto	**CL_{50} (µg/mL)**
Paraíso-fresco	241.451
Paraíso-seco	> 1000
Comalcalco-seco	> 1000
Comalcalco-fresco	> 1000
Huimanguillo-fresco	> 1000
Huimanguillo-seco	> 1000

Se determinó una CL_{50} de 1000 µg/mL en los extractos de *M. Zapota*de tres localidades, sin embargo el lote colectado en el municipio de Paraíso, del material fresco presentó una toxicidad moderado (241.45 µg/mL) resultado que indica que el extracto de la fruta podría considerarse tóxico en proporción a la concentración durante su consumo, sin embargo puede considerarse que es aceptable su nivel de toxicidad consistente con lo encontrado por Mohammad (2012). Un estudio similar revela que el extracto de *M. Zapota* puede considerarse seguro a CL_{50} 80g/kg (Fayek *et al.,* 2012); sin embargo, podría presentar cierto carácter de alergia originada por la ingesta de la fruta (Ashok *et al.,* 2013a, 2014b). La presencia de saponinas en las especies estudiadas no muestra influencia especial sobre la letalidad en *A. salina.* En general, se puede afirmar que en el tamizaje fitoquímico de las especies estudiadas no se aprecia relación entre la presencia de metabolitos secundarios y la letalidad sobre larvas de *A. salina*. Sin embargo es claro que la letalidad depende de la concentración de las substancias, de la presencia de otros metabolitos secundarios no analizados en este trabajo y de la interpretación entre los mismos. Por otra parte, el área de colecta se encuentra fuertemente influenciada por la contaminación petrolera y degradación de los suelos, aspecto a considerar en futuros estudios.

Con el propósito de establecer alguna relación entre los constituyentes químicos y la letalidad sobre *A. salina* (Concentración letal que causa la muerte del 50 % de los miembros de una población) se siguió el criterio de toxicidad asignado por Déciga-Campos (2007) donde: el compuesto y/o extracto resulta ser no tóxico cuando la CL_{50} sea una concentración mayor de 1000 µg/mL; es moderadamente tóxico cuando la CL_{50} sea una concentración menor o igual a 500 µg/mL y tóxico cuando la CL_{50} sea una concentración menor de 500 µg/mL.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se demostró que los extractos etanólicos de la fruta de *M. zapota* mostraron actividad antioxidante, siendo los frutosdeshidratados de Huimanguillo los de mayor inhibición con un 93.8%. La letalidad moderada ante *Artemia salina* sólo se presentó para el extracto en fresco en Paraíso, y el resto con nula toxicidad, es decir se consideran seguros.
La implementación de tecnologías en el sector de frutas podrá ser una alternativa para que mediante un procesado mínimo, se mantenga en fresco este fruto, su consumo directo se promueva y sea incorporado como parte de la dieta, fomentando de esta manera una alimentación saludable; es imprescindible considerar las propiedades nutricionales y la calidad sanitaria de esta fruta y poder mantener un fruto seguro y atractivo que proporciona al agricultor un valor añadido.

AGRADECIMIENTOS

La realización de esta investigación fue posible gracias al apoyo otorgado por PRODEP Convocatoria a Perfil Deseable 2014. A la Universidad Autónoma de Nuevo León por la cooperación a través del Laboratorio de Química Analítica en la Facultad de Ciencias Biológicas.

LITERATURA CITADA

Azza R., Abdel M., Meselhy R. 2013. Farmacognosy. BioMed Research International. 5(2)55-59.

Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C.1995.Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel Wissenchaftund Technologie.28:25-30.

Chapin S.F., Zavaleta S., Eviners V., Naylor R., Vitousek P., Reynolds H., Hooper S., Lavorel S., Sala O, Hobbie S., Mack M., Díaz S. 2000. Consequences of changing biodiversity. Nature. 405:234-242.

Comisión Nacional Forestal. (2016). Sistema Nacional de Información Forestal-SEMARNAT. 8p.

Compendio de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. 2010. Cárdenas, Tabasco, México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).8pp.

Déciga-Campos M, Rivero-Cruz I, Arriaga–Alba M, Castañeda-Corral G, Ángeles-López GE, Navarrete A., Mata R, Arriaga-Ala M, Castañeda-Corral G, Ángeles-López. 2007. Acute toxicity and mutagenic activity of Mexican plants used in traditional medicine.Journal of Ethnopharmacology. 110(2):334-342.

Dzib-Guerra W.D., Escalante-Erosa F., García-Sosa K., Derbré S., Blanchard P., Richomme P. Peña-Rodríguez L.M. 2016. Anti-advanced glycation end-product and free radical scavenging activity of plants from the Yucatán flora. Pharmacognosy Res. 2016 Oct-Dec; 8(4):276-280.
Fernandes C.P., Corrêa A.L., Lobo J.F., Caramel O.P., Almeida F.B., Castro E.S., Souza K.C.,

Burth P., Amorim L.M.,Santos M., Ferreira J.L., Falcão D.Q., José C T Carvalho, Rocha L. 2013. Triterpene esters and biological activities from edible fruits of *Manilkara subsericea* (Mart.) Dubard, Sapotaceae. BioMed Research International. 280810.

Gomanthy K. Baskar R., Kumareszn K. 2013. Comparison of antioxidant potential in pulp and peel extracts of *Manikara zapota* (L.) P. Royen. African Journal of Biotechnology. 12(31):4936-4943.

Gómez-Álvarez R. 2012. Plantas medicinales en una aldea del estado de Tabasco, México. Rev. Fitotec. Méx. 35 (1): 43-49.

Gücin I. 2012. Antioxidant activity of food constituents: an overview. Arch Toxicol. 86(3):345-391.

Halliwell B. 2013. The antioxidant paradox: less paradoxical now?. Br. J. Clin. Pharmacol. 75(3):637-44.

Harborne J.B. 1998. Phytochemical Methods a guide to modern techniques of plant analysis. 3ª

Hazini-Ramli N., Ismail P., Rahmat A. 2014. Influence of conventional and ultrasonic assited extraction of phenolic contents, beta cyanin contents, and antioxidant capacity of Red Dragon Fruit (Hylocereus polyrhizus). Published on line 2014 Oct 14.doi:10.1155/2014/964731

Hernández-Galicia E., Aguilar-Contreras., Aguilar-Santamaría L., Román-Ramos R., Chávez-Miranda A. A., García-Vega LM., Flores-Sáenz J.L. y Alarcón-Aguilar F.J. 2002. Studies Hypoglycemic activity of Mexican Medicinal Plants. Proc. West. Pharmacol. Soc. 45: 118-124.

Huang D., Ou B., Prior R.L. 2008. The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. Anal ChimActa. 613(1):1-19.

Khan V., Kalam N.A., Akhtar M., Aquil M., Mujeeb M., Pillai K.K. 2012. A pharmacological appraisal of medicinal plants with antidiabetic potential. J Pharm Bioallied Sci. 4(1) 27-42.

Koyoc-Ramírez L.G., Mendoza-Vega J., Pérez-Jiménez J.C., Torrescano-Valle N. 2015. Efectos de la perturbación antrópica en Petenes de selva en Campeche México. Acta Botánica Mexicana.110:89-103.

Lindström J., Tuomilehto J. 2003. The diabetes risk score: a practical tool to predict type 2 diabetes risk. Diabetes Care. 26(3)725-731.

Magalhaes L.M., Segundo M.A., Reis S., Lima J.L. Methodological aspects about in vitro evaluation of antioxidant properties

Magaña-Alejandro M.A., Gama-Campillo L.M., Mariaca-Méndez R. 2010. El uso de las plantas medicinales en las comunidades maya-chontales de Nacajuca, Tabasco, México. Polibotánica. 29:213-262.

Manaharan T., Palanisamy U.D., Ming C.H. 2012. Tropical plant extracts as potential antihyperglycemic agents. Molecules. 187(5): 5915- 5923.
McLaughlin JL. 1991. Crown gall tumors on potato disc and brine shrimp lethality: two simple bioassays for higher plant screening and fractionation. En: Dey, P. M., Harborne, J. B.,

Monks N.R., Li B., Gunjan S., Rogers D.T., Kulshrestha M., Falcones D.L., Littleton J.M. 2012. Natural products genomics: A novel Approach for the discovery of anti-cancer therapeutics. J Pharmacol Toxicol Methods. 64(3): 217-225.

Nesrin M.F., Azza R.A.M., Mess Mohamed Y.M., Amani H.S. 2012. Chemical and biological study of *Manilkara zapota* (L.) P. Royen leaves (Sapotacea) cultivated in Egypt. Pharmacognosy Research. 4(2): 85-91.

Puente-Pardo E., López-Hernández E.S., Mariaca-Méndez R., Magaña-Alejandro M.A. 2010. Uso y disponibilidad de plantas medicinales en los huertos familiares de El Caobanal, Huimanguillo, Tabasco, México. U. Tecnociencia. 4(1):40-53.

Rodríguez-Fragoso L., Reyes-Esparza J., Burchiel S., Herrera-Ruiz D., Torres E. 2008. Risks and Benefits of Commonly used Herbal Medicines in México. Toxicol Appl Pharmacol.; 227(1): 125-135.

Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R.M. 1999.Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of the Folin-Ciocalteu reagent. Meth Enzymol, 299, 152-178.

Tavares-Carvalho J.C., Ferreira-Perazzo F., Machado L., Bereau D. 2013. Biological activity and biotechnological development of Natural Products. Published on line 2013 Dec 24.doi:10.1155/2013/971745.

Verdalet G.I, Téllez-Sánchez P.C., Cruz H.E.C. 2009. La ciencia y el hombre. 14 (2): 35-40.

World Health Organization. 2005. National policy on traditional medicine and regulation of herbal medicines: Report of a WHO global Survey. Geneva.

World Health Organization. 2016. Global Report on Diabetes: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.

BIOSORCIÓN DE TINTAS PARA CANTOS PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA PAPELERA

Mayuric Teresa Hernández Botello[113]
Silvia B Andrade Canto[114]
Jorge Alberto Mendoza Pérez[1]
Diana Maylet Hernández Martínez[1]
Monserrat López Marbán

RESUMEN

Uno de los principales problemas en la ciudad de México, es la alta generación de aguas residuales provenientes de las industrias, a las cuales no se les da un tratamiento para ser vertidas al alcantarillado, sin embargo hoy en día algunas empresas han desarrollado una conciencia del daño que están provocando el verter este tipo de efluentes, dando como resultado que en el presente trabajo se permitiera realizar un análisis fisicoquímico a las aguas que generaba una industria papelera en específico en el área de pre-alistamiento de cireles y rodillos de tintas para cantos (lavado), este análisis fisicoquímico se efectuó, antes de que los efluentes fueran tratados, por lo que se decidió utilizar el proceso de biosorción derivado de que es una técnica con costos accesibles, fácil de utilizar y remplazar el biomaterial. Se realizó una columna de biosorción a escala laboratorio la cual fue montada con el biomaterial (cascara de naranja), para realizar pruebas preliminares, posteriormente del paso de los efluentes por la columna de biofiltración se realizaron estudios de parámetros fisicoquímicos tales como DQO, DBO_5, SST y SDT, al biomaterial se le realizaron estudios espectroscópicos y microscópicos que permitieron elucidar que el proceso de biosorción se llevó a cabo en el biomaterial. El análisis del porcentaje de remoción en las seis corridas realizadas arrojo que la primer corrida fue del 52%, siendo en la corrida seis el porcentaje más alto de la remoción con un 95%, el costo de operación a escala industrial será de $ 6,415., los parámetros fisicoquímicos después del proceso de biosorción cumplen con la normatividad establecida para verter, por lo que se demostró ser una técnica que permitiría tratar sus efluentes contaminados a un bajo costo y de fácil operación.

PALABRAS CLAVE

Colorantes, cascara de naranja, biofiltro, parámetros fisicoquímicos, microscopia

INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales provenientes de la industria papelera son un tema de estudio debido a la problemática ambiental que representan por sus altas demandas de oxígeno y la forma en que afectan la actividad biológica en cuerpos receptores de agua, por la limitación en la penetración de la luz que ocasionan. Entre los medios tradicionales para tratar estas aguas se encuentran la adsorción con carbón activado, sistemas de tratamiento de agua con oxigenación inducida, electrólisis y digestión anaerobia, dichos procesos incurren en gastos de operación y mantenimiento que la mayoría de las pequeñas industrias no pueden absorber (Volesky, 1990; Zinkus et al., 1998).

Es por ello que en los últimos años se ha intensificado investigaciones sobre diversos tipos de biosorbentes tales como los residuos agroindustriales analizando su capacidad para retener diversos contaminantes, entre ellos los colorantes. El principal interés de este trabajo es evaluar

[113] *Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Depto. Biofísica.* mayuing@hotmail.com
[114] *Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C., Laboratorio de Microscopia Electrónica.*

la factibilidad de utilizar los residuos de cáscara de naranja determinando la capacidad de remoción del colorante, así como evaluar el efecto de la modificación química de su superficie en la capacidad para adsorber las tintas para cantos (TC).

Materiales y métodos

Muestreo y caracterización de las aguas residuales de la industria papelera

El muestreo se realizó en el área de prealistamiento durante el lavado de los cireles, rodillos y tintas de una industria papelera de la ciudad de México, las muestras obtenidas contenían tintas para cantos la cual está constituida por los siguientes colorantes: 2HF2828T Azul process blueu-cantos, 2HF2829T Azul process bleu-cantos, 3HF2828T Rojo pms 186-u cantos, 4HF2843T Amarillo pms Yellow cantos, 4HF483 Naranja pms 021 cantos, 5HF2813T Verde claro pms 38.

La medición de parámetros fisicoquímicos del agua residual, así como del agua después del proceso de biofiltración se realizó en el laboratorio Central de Instrumentación de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas., acreditado ante la EMA, los procedimientos utilizados para la determinación de estos parámetros son para el DQO la NMX-AA-030-*SCFI-2001* Determinación de la demanda química de oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de Prueba, para el DBO_5 la NMX-AA-028-SCFI-2001. Análisis de agua - Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba, mientras que para los SST y SDT se utilizó la NMX-AA-034-SCFI-2001. Análisis de agua - Determinación de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba.

C*aracterización y acondicionamiento del biomaterial*

Se realizaron pruebas a diversos materiales biosorbentes (carbón activado, resina catiónica, cascara de platano y cascara de naranja), para determinar cuál de estos tendría una capacidad mayor de biosorción. Se utilizaron 2.0 ± *0.002 gramos mismos que fueron* pesados en balanza analitica (Ohaus de la marca Adventurer). Posteriormente se colocó en cuatro vasos Erlenmeyer cada uno de los materiales y se adicionó a cada uno de ellos 25 ml del agua residual. Para procurar que el contacto entre el colorante y los materiales fuera uniforme se agitó suavemente cada uno de los vasos y se dejó en reposo durante una semana. Al cabo de este tiempo se filtró la muestra contenida en cada uno de los vasos empleando un papel filtro, a partir del filtrado se determinó la cantidad de colorante removida, por lo que se decidió utilizar la cascara de naranja como el material biosorbente.

Como lo menciono Volesky (1995), el tamaño de partícula es un parámetro importante a considerar, derivado de que el proceso de biosorción será más eficiente cuando el tamaño de partícula es menor y la porosidad del biomaterial es elevada por lo que en este trabajo se utilizó un tamaño de partícula de entre 1 y 5 mm, una vez seleccionado el tamaño de partícula se activó el biomaterial con una solución de 35 ml de HNO_3 (grado reactivo al 98% de pureza) en 1 litro de agua desionizada, con la finalidad de incrementar la porosidad del biomaterial, este se colocó en contacto durante 30 minutos, en una parrilla de agitación constante a 250 rpm, posteriormente se realizaron 3 lavados con agua desionizada hasta pH neutro, una vez realizados los lavados, se colocó el biomaterial en una estufa Stable Temp de la marca Cole-Parmer Instrument Company., durante 24 horas a 60°C, para secarlas, una vez secas, fueron trituradas al tamaño de partícula previamente establecido (Hernández., 2014)

Montaje del equipo de biofiltración

Para realizar las pruebas preliminares se empleó un filtro de acrílico a escala laboratorio con una capacidad de 1.15 litros y un espesor de 2 mm. Dicho filtro tiene una longitud de 28.2 cm, un diámetro de 5.6 cm. Tanto el radio por donde ingresa el agua residual y sale el agua tratada es de 2.5 cm. Asimismo, los orificios de la entrada y salida se encuentran separados de la base a una distancia de 2.5 cm, se montó el sistema, bombeando 3.1 litros del agua residual mediante una bomba sumergible marca LAWN, modelo 333LV. Asimismo, se tomó el tiempo desde que inicio el ciclo hasta que la coloración del agua tratada permaneciera constante, es decir, el ciclo concluyó cuando ya no se observó un cambio en la tonalidad del agua (Loreido., 2006).

Análisis espectroscópicos

Debido a la alta concentración de la mezcla de colorantes presentes en el agua residual fue necesario realizar una dilución al 5% y de esta forma poder detectar fácilmente la cantidad de luz transmitida y/o absorbida por la solución de referencia (tintas para cantos) a través de la muestra en la celda, para ello, se empleó un espectrofotómetro marca BECKMAN modelo DU 7500i, el rango mediante el cual se realizó la lectura fue de 300 a 800 nanómetros (nm).

A partir de la identificación de las longitudes de onda en el blanco (tintas para cantos), fue posible seleccionar los materiales adsorbentes que se emplearían para tratar el agua residual. Asimismo, se comparó la cantidad de energía radiante absorbida por las moléculas del blanco y las muestras obtenidas mediante el proceso de biofiltración.
De igual forma la espectroscopia FTIR se llevó a cabo en el Centro de Nanociencias y Micro y Nanotecnologías (CNMN). Dicho método fue mediante el cual se estudió la absorción o emisión de energía radiante originada por la interacción entre la radiación electromagnética y el material en estudio.

Porcentaje de remoción

Para determinar la eficiencia del biosorbente se calculó el porcentaje de remoción del colorante mediante la siguiente ecuación:

$$\%\text{Remoción} = \frac{C_f - Ci}{C_f}(100)$$

Dónde:
Ci= Concentración inicial de las tintas para cantos en la disolución ($mg*L^{-1}$).
Cf= concentración final de las tintas para cantos en la disolución ($mg*L^{-1}$).
% Remoción= porcentaje del contaminante atrapado en el biosorbente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Muestreo y caracterización de las aguas residuales de la industria papelera

Los parámetros utilizados para la caracterización del agua residual antes y después del proceso de biosorción se muestran en la Tabla 1, los cuales demuestran que existió un cambio significativo de estos parámetros conforme se realizaba los ciclos de biosorción

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos del agua muestreada, antes y después del proceso de biosorción

PARAMETRO	INICIAL (MG/L)	CICLO 1 (MG/L)	CICLO 2 (MG/L)	CICLO 3 (MG/L)	CICLO 4 (MG/L)	CICLO 5 (MG/L)	CICLO 6 (MG/L)	% DE REMOCIÓN FINAL
DBO_5	774	376	332	287	110	96	39	95
DQO	944	621	659	617	333	142	82	91
SST	90	73	71	62	56	37	13	86
SDT	305	265	218	178	153	97	54	82

La última columna indica el porcentaje de remoción final que se alcanzó al ciclo 6, siendo el porcentaje más alto de 95 % y el más bajo de 82%, con la medición de estos parámetros se observa que los datos obtenidos después del proceso de biofiltración mejoran sustancialmente la calidad del agua que es vertida al sistema de drenaje, por lo que la industria papelera podría descargar sus aguas sin ningún problema, ya que estos parámetros cumplen con lo que estipula la normatividad para descarga de aguas residuales

Los parámetros fisicoquímicos muestran los índices de contaminación presentes en el agua residual antes y después del proceso de biosorción, por ejemplo la DBO_5 es una estimación de la cantidad de oxigeno que requiere una población microbiana heterogénea para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua en un periodo de 5 días, este parámetro mostro que a medida que aumenta el porcentaje de remoción hay una disminución en la DBO_5 remante, es decir, la cantidad de materia orgánica por degradar es de tan solo del 5%.

Otro parámetro de suma importancia en el tratamiento de aguas residuales es la Demanda Química de Oxigeno (DQO), este parámetro se incrementó a medida que se disminuyó la cantidad de materia orgánica e inorgánica del agua residual biofiltrada en la columna, obteniéndose un valores de 91% de remoción.

Los sólidos suspendidos totales (SST) indican la presencia sólidos sedimentables, sólidos y materia orgánica en suspensión y/o coloidal, que son retenidas en el elemento filtrante. Este parámetro fue un factor que posiblemente causo fluctuaciones en los picos mencionados anteriormente. Por otra parte el porcentaje de solidos removidos nuevamente está ligado al número de ciclos realizados en el proceso de biofiltración como se muestra en el tabla 1, siendo la corrida 6 en donde se observa el máximo porcentaje de remoción del 86%, lo anterior proporciona información que resulta determinante para alcanzar una disminución de solidos con respecto a la concentración inicial, es decir, la eficiencia alcanzada para este parámetro se puede retribuir al número de ciclos, dicho factor permitió una distribución más uniforme del agua residual en la columna a lo largo de los ciclos. Asimismo, el lavado 6 representa la corrida máxima en donde el agua filtrada no representa un riesgo de ser contaminada nuevamente.

Finalmente se analizó el parámetro correspondiente a los sólidos disueltos totales (SDT) presentes en el agua tratada, a lo largo de los ciclos como se observa en la tabla 1, la determinación de sólidos disueltos totales mide específicamente el total de residuos sólidos

filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2.0 µm (o más pequeños). Los sólidos disueltos pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas. Por otra parte, los análisis de sólidos disueltos son también importantes indicadores de la efectividad del tratamiento empleado en el presente trabajo (Livingstone, 1963).

De acuerdo con lo anterior se cuenta con un porcentaje máximo de remoción de SDT del 82%, lo cual nos indica de nueva cuenta la relevancia de realizar los ciclos establecidos para el tratamiento del agua residual contaminada con las tintas para cantos. Sin embargo, este es otro parámetro al cual se le puede retribuir las interferencias mostradas en los espectros anteriores. Asimismo, estas variaciones al término del proceso se regularizaron conforme se realizaron los lavados como se mencionó anteriormente.

Espectroscopia, microscopia y biosorción

La selección del biomaterial se basó en la capacidad de absorción de los 4 materiales mencionados anteriormente, siendo la cascara de naranja, la que mostro mayor capacidad de biosorción con respecto a los otros tres biomateriales, derivado de este parámetro, se trató la cascara de naranja con un tratamiento acido para incrementar la porosidad del biomaterial (Ordoñez, 2014., Grey et al., 2013., Silva et al., 2013., Vargas et al., 2009.,Robinson et al., 2001).Como se mencionó anteriormente en este trabajo de investigación se seleccionaron dos tamaños de partícula. El tamaño de partícula de 1 mm se aprovechó para evitar taponamientos durante el proceso de biofiltración y mejorar el flujo de la muestra a través del lecho filtrante. Por otra parte el tamaño de 0.5 cm se empleó en mayor proporción con la finalidad de llevar a cabo el proceso de biosorción.

En un estudio similar realizado por Pinzón (2008) se llevó a cabo la caracterización de la cáscara de naranja para su uso como material biosorbente reporto que dicho material es capaz de adsorber contaminantes (metales pesados) en gran medida por el porcentaje de carbono presente en la cáscara (44.43%). Para este trabajo de investigación la cantidad de COT obtenido para la cáscara de naranja activada con HNO_3 y sin tratamiento ácido fue de 644.91 mg/g y 890.25 mg/g respectivamente. Comparando los resultados anteriores se puede decir que; la cantidad de carbono removida durante la activación fue de 161.49 mg/g, lo anterior nos indica una perdida en la cantidad no solo de carbono sino también de posibles grupos funcionales presentes en la cáscara.

El comportamiento anterior ocurrió de la misma manera para la materia orgánica, en donde, a consecuencia del tratamiento ácido hubo una pérdida del material orgánico, incrementando el área superficial del biomaterial, como lo reportaron Smisek y Cerny, (1970) el área superficial del carbón activado generalmente oscila entre 400 hasta 1,500 m^2/g; siendo esta propiedad la que posiciona a este material como el mejor adsorbente. En contra parte, el área superficial de la cáscara de naranja posterior al tratamiento químico fue de 9.784 m^2/g, en comparación con la cascara sin tratar que fue de 6.345 m^2/g, si bien es cierto, el área obtenida para el biomaterial es baja en comparación con el carbón activado al realizar la mezcla del biomaterial activado y sin activar, mostro tener alta capacidad de biosorción (Hernández., 2014., Schiewer, 1995).

La microestructura obtenida mediante microscopia electrónica de barrido ambiental de la cáscara de naranja sometida al tratamiento ácido y sin el tratamiento se observa en la Figura 1, la cual muestra que el epicarpio (superficie externa de la cáscara) de las muestras sin tratar presenta células intactas. Asimismo, se pueden apreciar fibras las cuales tienen la apariencia de estar entrelazadas entre sí. Sin embargo, el tratamiento ácido causó cambios en la microestructura del tejido epidérmico de la cáscara. Las paredes celulares mostraron bordes finos y las células vacías

sin material intracelular. Dicho tratamiento permitió un adecuado flujo de la muestra a través del lecho filtrante evitando taponamientos a lo largo del proceso de filtración.

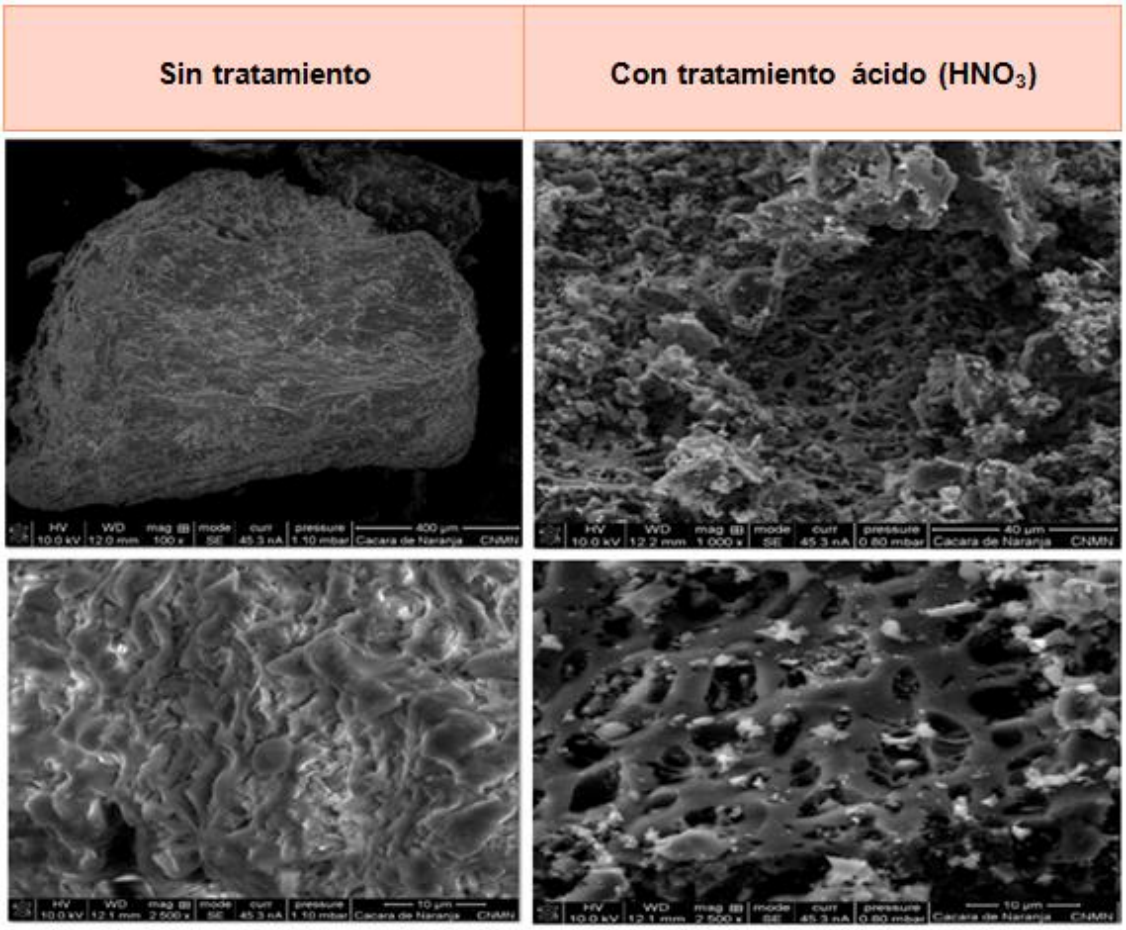


Figura 1. Micrografías de la cáscara sin tratamiento y sometidas a un tratamiento ácido (HNO_3)

El análisis de la espectroscopia FTIR se utilizó con el fin de determinar los grupos funcionales responsables de la eliminación del colorante, este se llevó a cabo antes y después del proceso de adsorción. La Figura 2A corresponde al espectro de la cáscara de naranja sin tratamiento, en él se muestran una serie de picos aproximadamente a 600 a 800 cm^{1}, lo cual indica una flexión del grupo C-C. También se observa un pico predominante entre 1000 y 1100 cm^{-1}, el cual corresponde a fosfatos inorgánicos.

Por otra parte, se aprecian una serie de picos en 1400 y 1700 cm^{-1}, los cuales corresponden a la presencia de grupos C-F y alquilo respectivamente. Así mismo el pico mostrado a 2900 cm^{-1} se representa el grupo alquilo y finalmente, el pico presente a 3300 cm^{-1} corresponde a grupos NH.

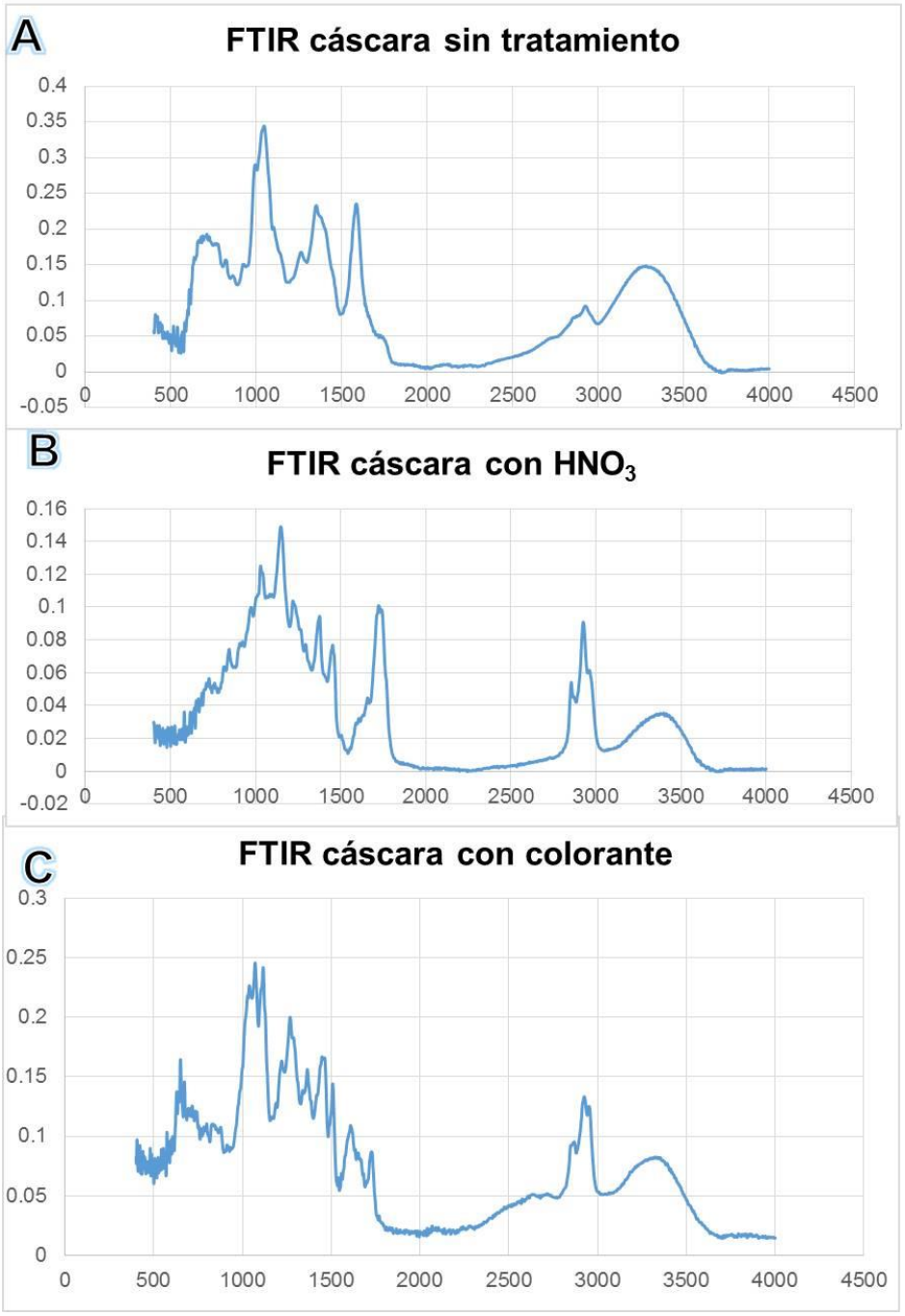


Figura 2. Espectroscopia FTIR del biomaterial sin tratamiento, con tratamiento ácido y después del proceso de biofiltración

Como se mencionó, la activación de la cáscara de naranja con HNO_3 se realizó con el propósito de hacer la superficie del biomaterial más porosa y de esta forma favorecer el proceso de biosorción e incrementar el flujo del colorante a través de la columna.

En el espectro de la Figura 2B se puede apreciar la influencia del tratamiento ácido sobre el material, es decir, los picos mostrados a 2850 cm^{-1} y 2900 cm^{-1} corresponden a grupos alquilo y

estos representan un incremento en su intensidad en comparación con el espectro de la Figura 2A. Lo anterior implica que, en efecto la activación favorece o incrementa la exposición de los grupos funcionales activos responsables del proceso de biosorción. También el tratamiento ácido contribuyo a la lixiviación de ciertos grupos presentes en la cáscara sin tratamiento.

Comparando ambos espectros se puede aseverar que al manejar el biomaterial bajo las dos condiciones establecidas se favorece y complementa el proceso de adsorción que ocurre entre el colorante y la cáscara de naranja.

Finalmente la Figura 2C muestra los sitios ocupados por el colorante mediante el proceso de fisisorción y/o quimisorción. Lo anterior se corrobora al observar que hay una disminución en la intensidad principalmente en los picos mostrados a 2850 cm^{-1} 2900 cm^{-1}, lo cual involucra que los grupos funcionales activos de la cáscara de naranja identificados anteriormente tanto en la Figura 2A como en la Figura 2B son los responsables de la adsorción debido a la afinidad que existe entre los grupos del biomaterial y del colorante, demostrando así que el material seleccionado es el adecuado para el tratamiento del agua residual generada en la planta papelera. El porcentaje de remoción fue finalmente del 91 %, por lo que es un material que debe ser utilizado para el proceso de biosorción

CONCLUSIONES

La cascara de naranja sometida al tratamiento acido, mostro tener una afinidad para biosorber tintas para cantos, debido a que contiene grupos funcionales como hidroxilo y alquilo, así mismo el tratamiento acido incremento la porosidad del biomaterial favoreciendo el contacto con el área superficial, beneficiando el proceso de biosorción, el tamaño óptimo de partícula fue de 1 mm, con lo cual se evita taponamientos en el Biofiltro.

Las muestras tomadas de tintas para cantos, mostraron en el primer ciclo de biofiltración una alta capacidad de remoción de los colorantes contaminados, sin embargo el ciclo 6 de tratamiento, es el ciclo optimo, mostrando un porcentaje de remoción del 95 %, siendo en este último ciclo la mejor calidad del agua filtrada para parámetros como: DBO_5, DQO, COT, sólidos sedimentables, grasas y aceites, obteniendo valores superiores a los que establece la normatividad. Adicional a esta información las pruebas de espectroscopia y microscopia permiten elucidar que se llevó a cabo el proceso de biofiltración en el biomaterial.

Los costos de aplicación del Biofiltro a escala laboratorio fue de $1,243 con lo que se limpiarían 3.1 litros, extrapolando esta información obtenida a escala industrial, la implementación de un Biofiltro que tratara los 16 litros que se generan de este efluente, tendría un costo de $6,415, por lo que es un costo accesible para ser implementado en la industria papelera.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue financiado parcialmente con apoyo económico recibido del SIP20160443

Al Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales del Departamento de Biofísica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.

LITERATURA CITADA

Grey C., Castellar O., Beatriz M., Cardozo A., Jhon F., Suarez G., Javier E., y Vega T. 2013. Adsorción por lote y en una columna de lecho fijo del colorante B39. DIALNET, 66-75.

Henández, M. 2014. Estudio del secado de epidermis de agave pulquero en lecho fluidizado y su influencia en el encogimiento, microestructura y capacidad de biosorción de metales pesados y colorantes (Tesis doctoral). IPN, ENCB.

Livingstone, D. 1963. Chemical composition of rivers and lakes. US Geol Surv, pp.1-63.

Loreido, P., Barriada, J.L., Herrero, R., Sastre de Vicente M.E. 2006. The marine macroalga Cystoseira baccata as biosorbent for cadmium (II) and lead (II) removal: kinetic and equilibrium studies. Environmental Pollution. 142, 264-273.

Ordoñez, A. 2014. Bioadsorción de Pb y Cr mediante la utilización de cáscara de naranja (Citrus Sinensis) molida (Tesis de Lincenciatura), Machala.

Pinzón, B. M., y Cardona, A. 2008. Caracterización de la cáscara de naranja para su uso como material bioadsorbente. Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, Vol. 6 (Núm. 1), Págs. 1-23.

Robinson, T., Mcmullan, G., Marchant, R., Nigman, P. 2001. Remediation of dyes in textile effluent: A critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. Bioresource Technology, 77, 247- 255.

Schiewer, S. y Voleski, B. 1995. Modelling of the proton metal ion exchange in biosorption. Enviromental Science. 29, 3049-3058.

Silva, C. R., Gomes, T. F., Andrade, G. C. R. M., Monteiro, S. H., Dias, A. C. R., Zagatto, E. a G., & Tornisielo, V. L. 2013. Banana peel as an adsorbent for removing atrazine and ametryne from waters. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61(10), 2358–2363.

Smisek, M., y Cerny, S. 1970. Active Carbon Manufacture, Properties and Applications, Elsevier, 10-12.

Vargas, R. M., Cabañas, V.D., Gamboa, M.M., y Domínguez B.X. (2009). Evaluación del proceso de biosorción con cáscaras de naranja para la eliminación del colorante comercial Lanasol Navy CE en aguas residuales de la industria textil. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 13-3, pp. 39-43, ISSN: 1665-529X.

Volesky, B. 1995. Modelling of the proton metal ion exchange in biosorption. Enviromental Science, 3049-3058.

Volesky, B. 1990.Removal and recovery of heavy metals by biosorption, and Biosorption of heavy metals, Volesky, B. CRC Press,INC.,Boca Raton (Florida), USA.

Zinkus, G.A.; Byers, W.D. y Doerr, W.W.1998. Identify appropriate water reclamation technologies. Chem. Eng. Progress. 94 (5), 19-31.

PROYECCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD Y DEMANDA DE AGUA EN EL ACUÍFERO ATLIXCO-IZÚCAR DE MATAMOROS, PUEBLA, EN EL PERÍODO 2015 - 2070

Luis Alberto Villarreal Manzo[1115]

RESUMEN

Ante la creciente preocupación de la población en general, los diferentes órganos de gobierno, los productores agropecuarios, los industriales y los proveedores de servicios, usuarios todos del agua subterránea de los acuíferos que forman parte de las cuencas y subcuencas de las regiones hidrológicas administrativas de la República Mexicana, respecto la actual disponibilidad y demanda de agua subterránea y las perspectivas de disponibilidades futuras, se enmarca el presente estudio, en el cual a partir de un análisis de información y datos oficiales se realiza la proyección de escenarios futuros –a poco más de 50 años, de la fecha actual- sobre las demandas y disponibilidades de agua subterránea del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros.

Partiendo de la premisa de que en las actividades agropecuarias se realiza un mayor uso consuntivo de este vital recurso –en ocasiones en más del 80% de los volúmenes disponibles y concesionados oficialmente- se estimaron los requerimientos y los volúmenes de riego de cada uno de los cultivos que formaron parte del patrón de cultivos establecidos, bajo condiciones de riego, en el año 2015, en el área de influencia del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros.

La metodología empleada en el presente estudio, fue la de investigación bibliográfica y documental, además de la cuantitativa a través del cálculo y la estimación de requerimientos de riego de los cultivos, mediante los métodos de Blanney y Criddle, de Penman-Monteith y del Tanque Evaporímetro Tipo A.

La integración y conjunción de la información consultada y generada, permitió la construcción de escenarios oficiales, calculados y ajustados sobre la disponibilidad y la demanda de agua subterránea en el acuífero, realizándose a la vez, comparaciones y conclusiones entre los mismos escenarios construidos y elaborándose finalmente una serie de recomendaciones a seguir, sobre todo en lo concerniente al uso sostenible del agua en actividades agrícolas.

PALABRAS CLAVE

Acuífero, disponibilidad, demanda, agua subterránea, sostenible.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente estudio se enfocó a realizar la proyección de escenarios futuros –a poco más de 50 años, de la fecha actual- sobre las demandas y disponibilidades de agua subterránea del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros. Considerando que la actividad agrícola consume más

del 80% de los volúmenes de agua disponibles, se estimaron los requerimientos y los volúmenes de riego de cada uno de los cultivos que formaron parte del patrón de cultivos establecidos, bajo condiciones de riego, en el año 2015, en el área de influencia del acuífero.

[115] Profesor Investigador Asociado. Colegio de Postgraduados, *Campus* Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205 Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula, Puebla, México. C.P. 72760. Tel 01(222)2851455 Ext. 2038 E-mail: lavilla@colpos.mx

La metodología empleada en el presente estudio, fue la de investigación bibliográfica y documental, además de la cuantitativa a través del cálculo y la estimación de requerimientos de riego de los cultivos, mediante los métodos de Blanney y Criddle, de Penman-Monteith y del Tanque Evaporímetro Tipo A.

La integración y conjunción de la información consultada y generada, permitió la construcción de escenarios oficiales, calculados y ajustados sobre la disponibilidad y la demanda de agua subterránea en el acuífero, realizándose a la vez, comparaciones y conclusiones entre los mismos escenarios construidos y elaborándose finalmente una serie de recomendaciones a seguir, sobre todo en lo concerniente al uso sostenible del agua principalmente en actividades agrícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, clave 2103, se localiza en la porción suroeste del estado de Puebla, comprende una superficie de 2,658.4 kilómetros cuadrados y abarca totalmente a los municipios de Acteopan, Atlixco, Atzala, Atzitzihuacan, Chietla, Cohuecan, Epatlán, Huaquechula, San Diego, La Mesa-Tochimiltzingo, San Martín Totoltepec, Tepemaxalco, Tepeojuma, Tepexco, Tilapa, Tlapanalá, Tochimilco, Xochiltepec; y parcialmente a los municipios de Ocoyucan, Izúcar de Matamoros, Santa Isabel Cholula, Tianguismanalco, Teopantlán, Ahuatlán, Puebla, San Nicolás de los Ranchos, Chiautla, Tehuitzingo. Administrativamente, el acuífero corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Balsas.

De acuerdo a información recopilada por la CONAGUA del proyecto “Estudio Geohidrológico preliminar de la zona de Atlixco–Izúcar de Matamoros, Puebla”, realizado por la Empresa “Perforaciones y Estudios Geológicos, S.A.”, concluido en el año de 1981 y del “Estudio Geohidrológico Preliminar de la zona Atencingo-Atlixco Pue.” realizado por la Empresa Geocalli, S.A., concluido en el año de 1982, y actualizada con los datos registrados en el REPDA, 2000, Registro Público de Derechos de Agua, Gerencia Estatal en Puebla, corte a junio del 2000, la extracción total de agua subterránea en la zona era del orden de 129.06 Mm^3/año, la cual se destinaba principalmente para uso agrícola (85.4%).

Estudios realizados por la CONAGUA en 2003, mencionaban que aún en sistemas de riego muy eficientes, un cierto volumen del agua aplicada en el riego no es usado como uso consuntivo (en 1952, H.F. Blanney y W.D. Criddle definieron “uso consuntivo o evapotranspiración” como “la suma de los volúmenes de agua usados por el crecimiento vegetativo de una cierta área por conceptos de transpiración y formación de tejidos vegetales y evaporada desde el suelo adyacente, proveniente de la nieve o precipitación interceptada en el área en cualquier tiempo dado, dividido por la superficie del área”);, se infiltra y eventualmente alcanza la superficie freática, dependiendo de las propiedades del suelo, de las condiciones climáticas y de la profundidad al nivel estático. A esta contribución al acuífero se le conoce como *“retorno de riego”* y según Jacob Bear (1970) su valor varía entre el 20 y 40 % del volumen usado en la irrigación.

Debido a la falta de información de superficie y láminas de riego por cultivo, para este caso, en el estudio realizado por el Plan de Manejo (CONAGUA, 2003) se consideró que un 40% del volumen utilizado para riego, retornaba al acuífero en forma de recarga inducida, debido a la presencia de estratos de alta permeabilidad en el subsuelo.

Ahora bien, parte del análisis llevado a cabo en el presente estudio y ante la necesidad de contar con información sobre superficies y láminas de riego por cultivo, se enfocó a determinar los volúmenes de agua requeridos por el patrón de cultivos establecido bajo riego en el año 2015, en el área de influencia del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, de acuerdo a datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) órgano desconcentrado de la Secretaría de

Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA) del Gobierno Federal, a partir de la estimación de las láminas de riego por cultivo.

Para ello, se estimaron los requerimientos de riego del patrón de cultivos, utilizando tres métodos de estimación, a saber: método de estimación de Blanney y Criddle, método de estimación de Penman-Monteith y el método del tanque evaporímetro tipo A.

En la construcción de los escenarios oficiales y calculados o estimados respecto a la disponibilidad y demanda de agua en el acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, de acuerdo a su uso por los diferentes sectores productivos (primario y secundario) y al aprovisionamiento a la población de las localidades y municipios que forman parte del área de influencia del acuífero, se siguió el siguiente procedimiento:

Demanda de agua por la población.

Con información de los documentos *"Panorama sociodemográfico de Puebla, Tomos I y II"*, del año 2011, se contabilizó la población existente en el año 2010 en cada uno de los 23 municipios que forman parte del área de influencia del acuífero. Con información del Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI) se contabilizó la población existente para los años 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015. Con información del Consejo Nacional de Población (CONAPO) y de acuerdo a las tasas de natalidad para los municipios estudiados, se realizó la proyección de crecimiento poblacional hasta el año 2030. Para años subsecuentes, hasta el año 2070, se realizó una proyección mediante mínimos cuadrados y tendencias lineales.

La población total se dividió, para su análisis particular, en población urbana y población rural, correspondiendo un 72% del total a población urbana y el restante 28% a población rural.

La demanda o uso consuntivo de la población, utilizado en la construcción del escenario calculado o estimado, se determinó considerando que la población urbana tiene una demanda de 172 litros de agua por habitante por día. Por su parte, la población rural demanda 150 litros de agua por habitante por día, demandas muy por debajo de los 320 litros de agua por habitante por día que reporta la CONAGUA dispone cada mexicano hoy en día y también datos más cercanos a los 100 a 150 litros por persona por día que reporta la Organización Mundial de la Salud (OMS) debe disponer una persona para cubrir sus necesidades básicas y evitar la mayor parte de los problemas de salud, (Derechos Humanos de la ONU, OMS, 2011).

Por otra parte, en la construcción del escenario oficial o ajustado, la demanda o uso consuntivo de la población se determinó considerando una demanda de agua por la población urbana de 57 litros de agua por habitante por día y de 25 litros de agua por habitante por día por parte de la población rural.

Demanda de agua por la industria, demanda para uso público-urbano y para uso agrícola.

De acuerdo a información oficial de la CONAGUA, la demanda o uso consuntivo del agua para actividades industriales y otras, corresponde a un 5% del volumen concesionado de aguas subterráneas (VCAS) por parte de la misma Comisión. Para consumo público-urbano se consideró el 9% del VCAS y para el uso agrícola el restante 86% del VCAS.

Construcción de escenarios oficiales y calculados de demanda y disponibilidad de agua respecto al uso del suelo del año 2015 al año 2070.

El escenario de uso consuntivo oficial de demanda y disponibilidad de agua respecto al uso del suelo (ponderado general), para el período 2015 – 2017, se construyó a partir de información de la superficie en hectáreas dedicadas a cada una de las actividades sustantivas de análisis para el uso del agua del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, a saber: uso agrícola, uso público-urbano y uso industrial.

Los usos consuntivos de agua por actividad sustantiva, se tomaron de los cálculos realizados en las hojas de cálculo correspondientes a volúmenes de agua requeridos por el patrón de cultivos establecido -que corresponde al uso consuntivo agrícola- el uso consuntivo realizado por la población y el uso consuntivo realizado por la industria.

La suma de estos usos consuntivos representaron la demanda total de agua, misma que se graficó contra la disponibilidad de agua subterránea reportada por la CONAGUA en su estudio "Actualización de la disponibilidad media anual de agua del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros al 30 de junio de 2014". Se siguió el mismo procedimiento para la construcción del escenario de uso consuntivo calculado o ajustado.

Finalmente, se realizó un análisis ponderado de los usos consuntivos de agua en el acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, considerando como línea base la superficie agrícola sembrada y cosechada, el volumen de agua requerido por el patrón de cultivos establecido, e incrementos proyectados del 21% y del 50% de la superficie agrícola sembrada en el área de influencia del acuífero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El patrón de cultivos en el año 2015, estuvo conformado por 73 cultivos anuales y perennes, establecidos bajo riego, destacando la caña de azúcar en cuanto a superficie sembrada con 13,121.00 has, siguiéndole el maíz grano, el elote, la cebolla, la caña de azúcar (semilla) y la alfalfa verde con 5,876.50, 3,582.50, 2,250.00, 2,177.00 y 2,077.00 has, respectivamente.

La superficie sembrada total fue de 39,953.42 has, obteniéndose un total de 5'426,920.51 toneladas de productos agrícolas, con un valor de la producción de $2,143'278,950.00, destacando la caña de azúcar con una aportación de $625'362,690.00, representando casi el 30% del valor de la producción total en el acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros.

Conforme los procedimientos metodológicos, las variables y los parámetros utilizados por cada uno de los métodos de estimación de requerimiento de riego empleados, y considerando la región climatológica de interés en el presente estudio, el método del tanque evaporímetro tipo A subestima dichos requerimientos, mientras que el método de Blanney y Criddle los sobreestima, por lo que los requerimientos estimados con la metodología de Penman-Monteith fueron los seleccionados para construir los escenarios de uso consuntivo agrícola.

En la construcción de los escenarios de uso consuntivo, se consideraron los volúmenes de agua, de acuerdo a la superficie sembrada y requeridos por cada uno de los cultivos establecidos. Destacan en el mismo, los volúmenes requeridos o usos consuntivos del cultivo de la caña de azúcar, de la alfalfa verde, de la caña de azúcar (semilla) y del maíz grano, esto de acuerdo a la superficie sembrada y cosechada de cada uno de estos cultivos, mientras que el resto de cultivos muestran una tendencia más o menos uniforme en cuánto a sus requerimientos de riego.

Los cultivos establecidos en el área de influencia del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, tuvieron un uso consuntivo total de 197'896,022.25 m^3 de agua en las 39,953.42 has sembradas, uso consuntivo que debería estarse satisfaciendo tanto con volúmenes disponibles de agua subterránea como aquellos provenientes de fuentes de agua superficiales. En el presente estudio se considera, en los escenarios calculados y ajustados, hasta un máximo de 110'200,000 m^3 de agua concesionada para uso agrícola, cantidad que estaría representando poco más del 97% del volumen total de aguas subterráneas concesionado al 2014 (113'278,661 m^3).

Demanda de agua para uso público-urbano.

De acuerdo a datos oficiales y considerando un consumo de agua de 172 litros por día por habitante de localidades urbanas y de 150 litros por día por habitante de localidades rurales, los 23 municipios que conforman el acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, con una población total de 1’952,661 habitantes, demandaron en el año 2010, un volumen de agua total de 118’197,695 m^3. Para el año 2015, la población fue de 2’069,184 habitantes, misma que demandó un volumen de agua total de 125’251,007 m^3; 116,523 habitantes más respecto al año 2010 y 7’053,312 m^3 de agua adicional.

Para el año 2070, la proyección de acuerdo a datos de CONAPO y ajustes por mínimos cuadrados y tendencias lineales, la población total será de 2’835,003 habitantes, misma que demandará un volumen de agua total de 171’607,297 m^3; 765,819 habitantes más que en el año 2015 y 46’356,290 m^3 de agua adicional al mismo año.

Conforme a datos ajustados y considerando un consumo de agua de 57 litros por día por habitante de localidades urbanas y de 25 litros por día por habitante de localidades rurales, los 23 municipios que conforman el acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, con una población total de 1’952,661 habitantes, demandaron en el año 2010, un volumen de agua total de 34’239,130 m^3. Para el año 2015, la población proyectada será de 2’069,184 habitantes, misma que demandará un volumen de agua total de 36’282,311 m^3; 116,523 habitantes más respecto al año 2010 y 2’043,181 m^3 de agua adicional.

Para el año 2070, la proyección de acuerdo a datos de CONAPO y ajustes por mínimos cuadrados y tendencias lineales, la población total será de 2’835,003 habitantes, misma que demandará un volumen de agua total de 49’710,652 m^3; 765,819 habitantes más que en el año 2015 y 13’428,341 m^3 de agua adicional al mismo año

Análisis comparativo de usos consuntivos del agua subterránea del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros.

El uso consuntivo mayoritario lo tiene la actividad agrícola, que de acuerdo a datos oficiales ocupa un 86% del volumen de agua total concesionado, le siguen el público-urbano y el industrial y otros usos. Cuadro 1.

De acuerdo a datos calculados, los porcentajes de volúmenes concesionados cambian a 45.80%, 52.06% y 2.14% para usos consuntivos agrícola, público-urbano e industrial y otros usos, respectivamente. Por su parte el VCAS se incrementa a 240’605,186.27 m^3, 127’326,525.30 m^3 más respecto el VCAS oficial.

Datos ajustados, considerando un consumo de 57 litros de agua por habitante por día de localidades urbanas y de 25 litros de agua por habitante por día de localidades rurales, muestran un 72.67% de los volúmenes concesionados para uso agrícola, un 23.93% para uso público-urbano y un 3.40% para uso industrial y otros usos. Resultando un VCAS ajustado de 151’636,489.65 m^3; 38’357,828.65 m^3 más respecto el VCAS oficial, pero 88’968,696.62 m^3 menos que el volumen calculado

Cuadro 1. Análisis comparativo de usos consuntivos del agua subterránea del acuífero, conforme al volumen concesionado de aguas subterráneas (VCAS) al 2014 y de acuerdo a datos oficiales del 2015

Datos oficiales 2015			Calculado		Ajustado	
VCAS	Porcentaje	113.278.661,00	Porcentaje	240.605.186,27	Porcentaje	151.636.489,65
DOF 20 abril 2015	%	m3	%	m3	%	m3
Agrícola	0,86	97.872.763,10	45,80	110.200.000,00	72,67	110.200.000,00
Público	0,09	10.251.718,82	52,06	125.251.007,20	23,93	36.282.310,57
Industria y otros	0,05	5.154.179,08	2,14	5.154.179,08	3,40	5.154.179,08
Suma	**1,00**	**113.278.661,00**	**100,00**	**240.605.186,27**	**100,00**	**151.636.489,65**
			Consideraciones: **172 l/hab/día uso urbano** **150 l/hab/día uso rural** **39,953.42 hectáreas**		**Consideraciones:** **57 l/hab/día uso urbano** **25 l/hab/día uso rural** **39,953.42 hectáreas**	

Fuente: Información y cálculos propios

Escenarios de usos consuntivos del agua subterránea del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros.

Escenario oficial de usos consuntivos del agua subterránea del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros.

En el Cuadro 2, se muestra el escenario de uso consuntivo de acuerdo a datos oficiales y conforme al uso del suelo (ponderado) de cada uno de los usos consuntivos de agua subterránea del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, para los años 2015, 2030 y 2070.

En el mismo, se puede observar la superficie sembrada al 2015, correspondiendo ésta a 39,953.42 has; 38,397.99 has ocupadas por localidades urbanas y rurales y 250.00 has ocupadas por parques industriales y otros usos, con un uso consuntivo total de 151’636,489.65 m^3 de agua.

Para el año 2070, la superficie agrícola será, de acuerdo a datos oficiales, de 48,563.63 has; la superficie ocupada por localidades urbanas y rurales será de 46,672.99 has, mientras que la ocupada por parques industriales será de 300.00 has. El uso consuntivo total será de 189’238,490.09 m^3; 37’602,000.44 m^3 más respecto el uso consuntivo total del año 2015.

Cuadro 2. Escenario de uso consuntivo de acuerdo a datos oficiales y conforme al uso del suelo (ponderado) de cada uno de los usos consuntivos de agua subterránea del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, para los años 2015, 2030 y 2070.

Descripción	2015 (ha)	Uso consuntivo (m^3/año)	2030 (ha)	Uso consuntivo (m^3/año)	2070 (ha)	Uso consuntivo (m^3/año)
Uso agrícola	39.953,42	110.200.000,00	44.048,65	121.495.500,00	48.563,63	133.948.788,75
Uso público urbano	38.397,99	36.282.310,57	42.333,78	40.746.436,19	46.672,99	49.710.652,15
Uso Industrial y otros	250,00	5.154.179,08	270,00	5.362.407,91	300,00	5.579.049,19
Total	**78.601,41**	**151.636.489,65**	**86.652,42**	**167.604.344,10**	**95.536,62**	**189.238.490,09**

Fuente: Información y cálculos propios

En el Cuadro 3, se muestra el volumen concesionado o extraído de agua subterránea del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros (VCAS) y la disponibilidad de agua subterránea (DAS), conforme datos oficiales al 2015, la suma de estos volúmenes se han afectado por los factores 0.98 para el año 2020 y de 0.97 para los años 2030, 2050 y 2070. Los resultados indican volúmenes totales de 160'420,000.00 m^3 para el año 2015, disminuyendo dicho volumen en años subsecuentes hasta llegar a 143'482,782.61 m^3 para el año 2070.

Cuadro 3. Volumen concesionado o extraído (VCAS) y disponibilidad de agua subterránea (DAS) del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros conforme datos oficiales al 2015 y proyección de disponibilidad al año 2070.

	2015	2020	2030	2050	2070
VCAS	113.278.661,00	0,98	0,97	0,97	0,97
DAS	47.141.339,00				
	160.420.000,00	**157.211.600,00**	**152.495.252,00**	**147.920.394,44**	**143.482.782,61**

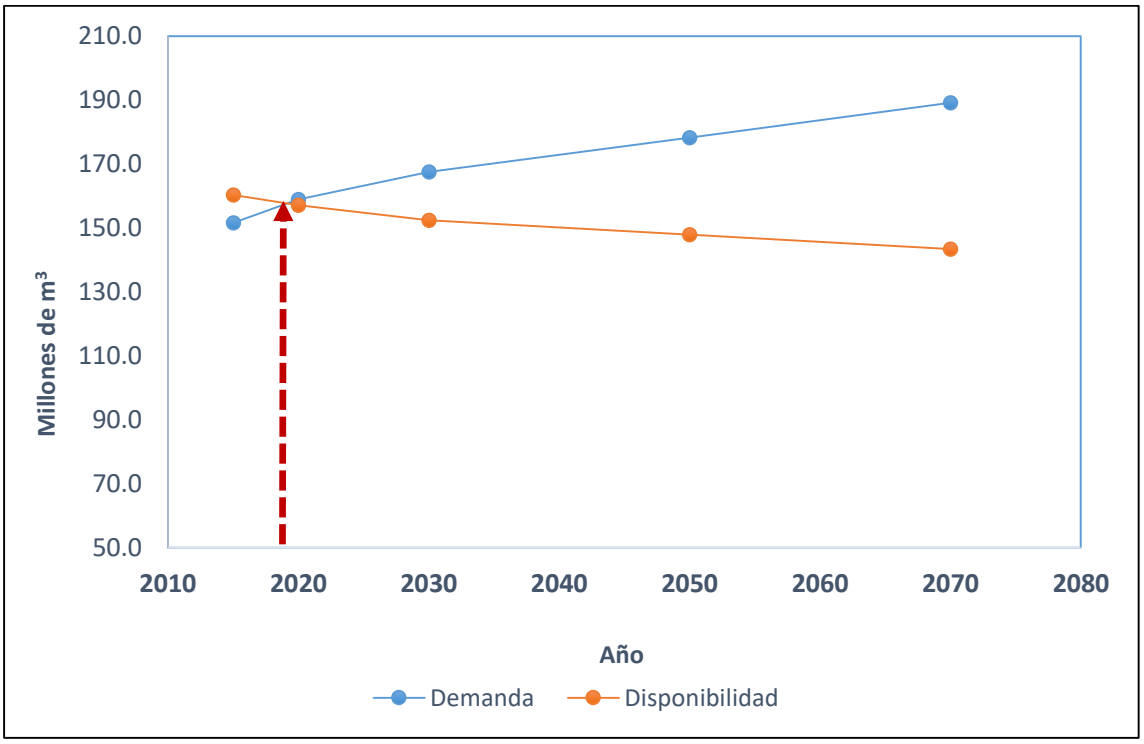
Fuente: Información y cálculos propios

En el Cuadro 4 y en la Gráfica 1, se muestra la disponibilidad y la demanda de agua subterránea, de acuerdo a datos oficiales, para el período 2015-2070. En el mismo se puede observar que prácticamente a partir del año 2019 la demanda rebasará a la disponibilidad de agua subterránea, incrementándose esta diferencia en años subsecuentes, hasta llegar a un déficit de casi el 32% de disponibilidad en el año 2070.

Cuadro 4. Disponibilidad y demanda de agua subterránea del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, de acuerdo a datos oficiales, en el período 2015 - 2070.

Año	Demanda de agua subterránea (m^3)	Disponibilidad de agua subterránea (m^3)	%
2015	151.636.489,65	160.420.000,00	94,52
2020	158.960.824,48	157.211.600,00	101,11
2030	167.604.344,10	152.495.252,00	109,91
2050	178.268.475,24	147.920.394,44	120,52
2070	189.238.490,09	143.482.782,61	131,89

Fuente: Información y cálculos propios



Gráfica 1 Disponibilidad y demanda de agua subterránea del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, de acuerdo a datos oficiales, en el período 2015 - 2070

Escenario calculado y ajustado de usos consuntivos del agua subterránea del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros.

En el Cuadro 5, se muestra el escenario de uso consuntivo de acuerdo a datos calculados y ajustados, conforme al uso del suelo (ponderado) de cada uno de los usos consuntivos de agua subterránea del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, para los años 2015, 2030 y 2070.

En el mismo, se puede observar la superficie sembrada al 2015, correspondiendo ésta a 39,953.42 has; 38,397.99 has ocupadas por localidades urbanas y rurales, 250.00 has ocupadas por parques industriales, con una superficie total de acuerdo a estos usos consuntivos, de 78,601.41 has y con un uso consuntivo total de 240’605,186.27 m^3 de agua.

Para el año 2070, la superficie agrícola será, de acuerdo a datos calculados y ajustados, de 48,563.63 has; la superficie ocupada por localidades urbanas y rurales será de 46,672.99 has, mientras que la ocupada por parques industriales y otros usos será de 300.00 has, haciendo una superficie total para ese año de 95,536.62 has. El uso consuntivo total será de 311’135,135.05 m^3; 70’529,948.78 m^3 más respecto el uso consuntivo total del año 2015.

Cuadro 5. Escenario de uso consuntivo, de acuerdo a datos calculados y ajustados, conforme al uso del suelo (ponderado), de cada uno de los usos consuntivos de agua subterránea del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, para los años 2015, 2030 y 2070.

Descripción	**2015** (ha)	**Uso consuntivo** (m^3/año)	**2030** (ha)	**Uso consuntivo** (m^3/año)	**2070** (ha)	**Uso consuntivo** (m^3/año)
Uso agrícola	39.953,42	110.200.000,00	44.048,65	121.495.500,00	48.563,63	133.948.788,75
Uso público urbano	38.397,99	125.251.007,20	42.333,78	140.661.718,94	46.672,99	171.607.297,11
Uso Industrial y otros	250,00	5.154.179,08	270,00	5.362.407,91	300,00	5.579.049,19
Total	**78.601,41**	**240.605.186,27**	**86.652,42**	**267.519.626,85**	**95.536,62**	**311.135.135,05**

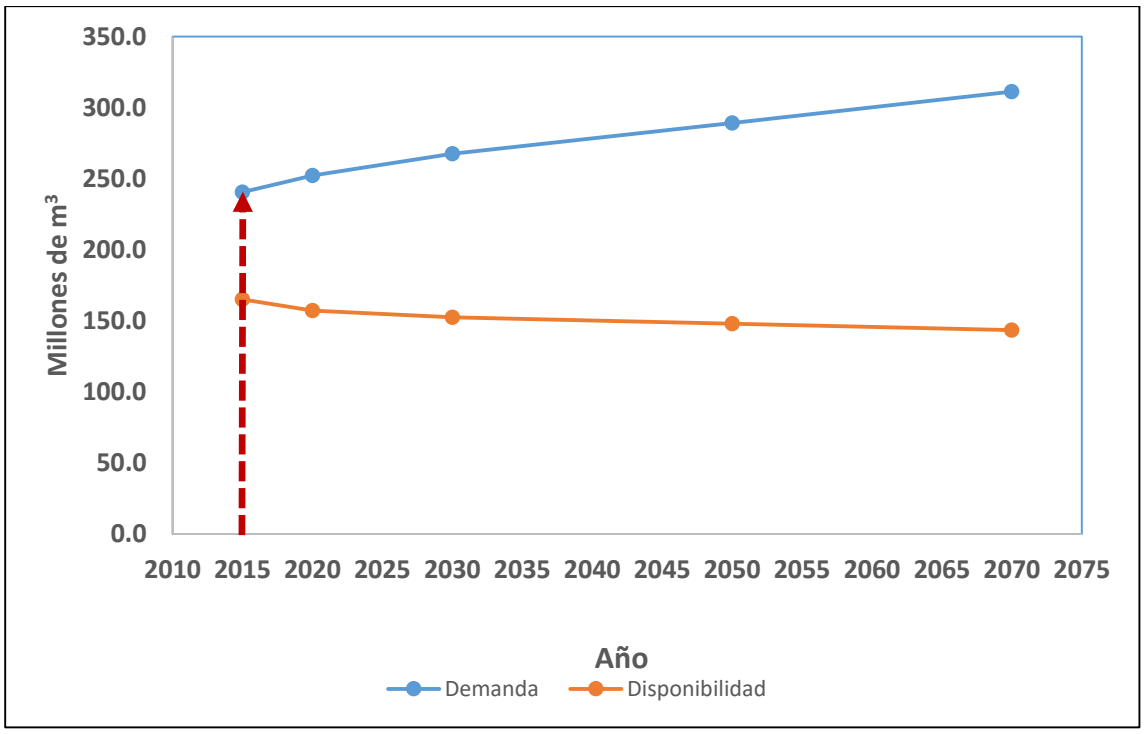
Fuente: Información y cálculos propios

En el Cuadro 6 y en la Gráfica 2, se muestra la disponibilidad y la demanda de agua subterránea, de acuerdo a datos calculados y ajustados, para el período 2015-2070. En el mismo se puede observar que prácticamente desde el año 2105 no existe ninguna disponibilidad de agua subterránea, incrementándose este déficit paulatinamente en los años subsecuentes, hasta más del 200% de la demanda sobre la disponibilidad para el año 2070.

Cuadro 6. Disponibilidad y demanda de agua subterránea del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, de acuerdo a datos calculados y ajustados, en el período 2015 - 2070.

Año	**Demanda de agua subterránea (m^3)**	**Disponibilidad de agua subterránea (m^3)**	**%**
2015	240.605.186,27	165.000.000,00	145,82
2020	252.125.720,05	157.211.600,00	160,37
2030	267.519.626,85	152.495.252,00	175,43
2050	289.174.439,09	147.920.394,44	195,49
2070	311.135.135,05	143.482.782,61	216,84

Fuente: Información y cálculos propios



Gráfica 2 Disponibilidad y demanda de agua subterránea del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, de acuerdo a datos calculados y ajustados, en el período 2015 – 2070

Escenario ponderado de usos consuntivos del agua subterránea del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, para el año 2015.

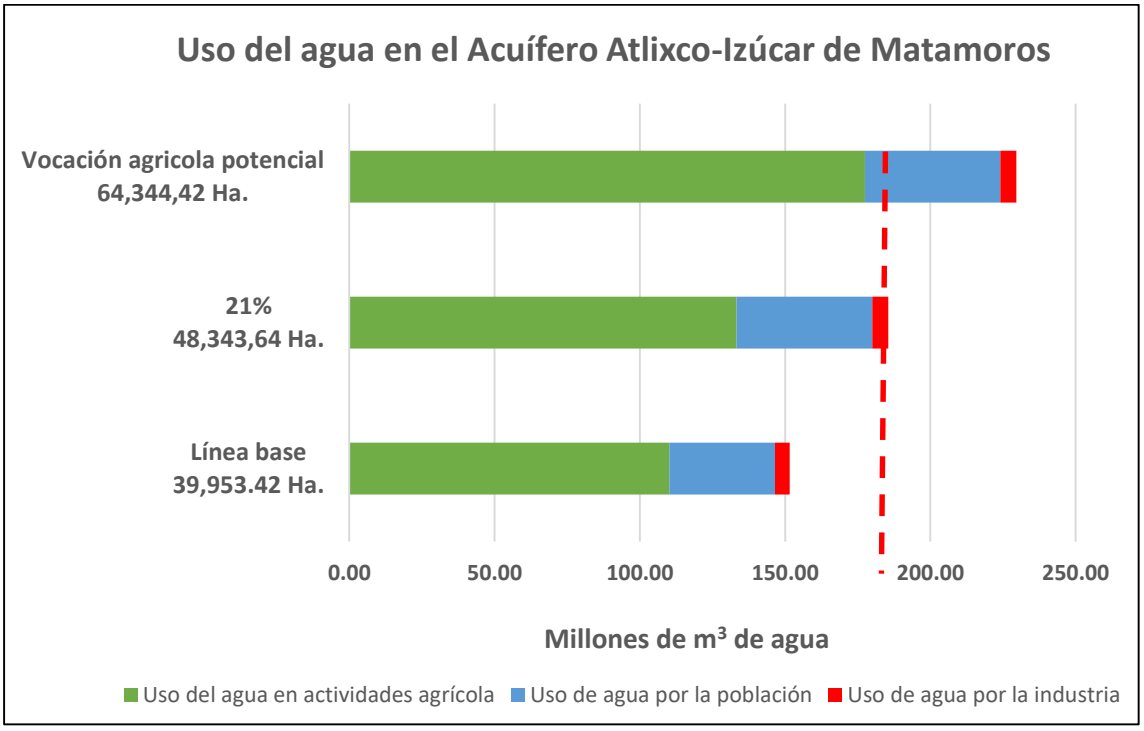
En el Cuadro 7 y en la Gráfica 3, se muestra el escenario ponderado, considerando tanto los datos oficiales como los calculados y ajustados, de usos consuntivos del agua subterránea en el acuífero para el año 2015. Con respecto al uso consuntivo del agua en actividades agrícolas, se puede observar una superficie agrícola de 39,953.42 has como línea base, con un uso consuntivo de 110.20 millones de m^3. También como línea base se observa un uso consuntivo del agua de 36.28 millones de m^3 para uso público-urbano y un uso consuntivo del agua de 5.15 millones de m^3 para uso industrial y otros usos.

En este escenario ponderado, la superficie agrícola se incrementa primeramente en un 21%, derivando este incremento en 48,343.64 has y un cambio del uso consuntivo en esta actividad a 133.34 millones de m^3 de agua, arrojando esto un incremento de 23’140,000 m^3 de agua. El uso consuntivo de la población aumenta en 10’390,000 m^3, mientras el uso consuntivo de la industria y otros usos, se incrementa en 320,000 m^3.

Finalmente, de acuerdo a los escenarios calculados y ajustados, se considera que en el área de influencia del acuífero, existe una superficie con vocación agrícola potencial de 64,344.42 has, con un uso consuntivo proyectado de 177.48 millones de m^3.

Cuadro 7. Escenario ponderado, de usos consuntivos del agua subterránea en el acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros para el año 2015.

Superficie (has)	Uso consuntivo del agua (millones de m^3)		
	Uso del agua en actividades agrícola	Uso de agua por la población	Uso de agua por la industria y otros usos
Línea base 39,953.42 Ha.	110,20	36,28	5,15
21% 48,343,64 Ha.	133,34	46.67	5,47
Vocación agrícola potencial 64,344,42 Ha.	177.48	46.67	5,47



Gráfica 3. Escenario ponderado, de usos consuntivos del agua subterránea en el acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros para el año 2015

CONCLUSIONES

El acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, cuenta con una disponibilidad de aguas subterráneas de 47’141,339.00 m^3/año, misma que constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en el acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas existentes en la región.

El índice de disponibilidad de agua subterránea (Idas) del acuífero es de 0.3, lo que ubica al acuífero en una clasificación de 3, según la Comisión Nacional del Agua, conforme su disponibilidad de agua subterránea.

Respecto a la demanda de agua subterránea, por los diferentes usos consuntivos que se realizan en la región, conforme a datos oficiales, la actividad agrícola demanda un volumen de agua subterránea de 110'200,00.00 m^3, volumen que representa el 86% del volumen total de aguas subterráneas concesionado (VCAS).

En relación con la disponibilidad de agua subterránea, de acuerdo a datos oficiales, para el período 2015-2070, prácticamente a partir del año 2019 la demanda rebasará a la disponibilidad de agua subterránea, incrementándose esta diferencia en años subsecuentes, hasta llegar a un déficit de casi el 32% de disponibilidad en el año 2070.

Respecto la disponibilidad y la demanda de agua subterránea, de acuerdo a datos calculados y ajustados, para el período 2015-2070, prácticamente desde el año 2105 no existe ninguna disponibilidad de agua subterránea, incrementándose este déficit paulatinamente en los años subsecuentes, hasta llegar a más del 200% de la demanda sobre la disponibilidad para el año 2070.

LITERATURA CITADA

Alcobendas, C. P.J. y Moreno, V. M.M. Necesidades de riego de los cultivos. Universidad de Castilla- La Mancha. España. www.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/PresentacionesPDF.../**NecesidadesRiego**.pdf Conusltado el 26/10/2016.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. y Smith, M. 2006. Evapotranspìración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y drenaje no. 56. Roma, Italia.

Almorox, A. J. Métodos de estimación de las evapotranspiraciones. Evapotranspiración potencial según Thornthwaite. Universidad Politécnica de Madrid. España. www.ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/...aplicada.../**metodos**evapotranspiraciones.pdf Consultado el 26/10/2016

Comisión Nacional del Agua. 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros (2015), Estado de Puebla. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos. Publicado en el Diario Oficial de la Federación. 20 de abril de 2015. México, D.F. Octubre de 2013.

Comisión Nacional del Agua. 2003. Integración del Plan de Manejo del acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, Pue. Elaborado por Ariel Consultores, S.A. de C.V.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Gobierno Federal. 2014. Avances de siembras y cosechas. http://www.gob.mx/**siap**. México, D.F.

Comisión Nacional del Agua. 2009. Revista del Consumidor en Línea. Artículo: ¿Y tú, derrochas el agua? www.revistadelconsumidor.gob.mx

Diario Oficial de la Federación. 2016. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Acuerdo por el que se dan a conocer los valores de cada una de las variables que integran las fórmulas para determinar durante el ejercicio fiscal 2016 las zonas de disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas. http://www.dof.gob.mx/ México, D.F.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2016. “Estadísticas a propósito del Día Mundial del Agua (22 de marzo)”. Aguascalientes, México. www.inegi.org.mx/saladeprensa/a**proposito**/2016/**agua**2016_0.pdf

López, A. J.E. Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Agronomía. Irrigación y Drenaje. Unidad III Necesidades hídricas de los cultivos. Método de Blanney y Criddle para determinar la Evapotranspiración de los cultivos. www.buyteknet.info/fileshare/data/analisis_lect/blanney.pdf Consultado el 26/10/2016.

Municipios, 2017. http://www.municipiospuebla.com.mx/nota/2015-09-26/izucar-de-matamoros/inauguran-oficina-gestora-para-el-distrito-de-riego-del-r%C3%ADo

Organización de las Naciones Unidas. Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. Organización Mundial de la Salud. 2011. El derecho al agua. Folleto informativo no. 35. Palais des Nations, 8-14 avenue de la Paix, CH-1211 Ginebra 10, Suiza. www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet35sp.pdf

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2015. Producción agrícola. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Colegio de Postgraduados. 2016. Estimación de las demandas de consumo de agua. www.sagarpa.gob.mx/.../INSTRUCTIVO_**DEMANDAS**%20DE%20**AGUA**.pdf. México, D.F.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional del Agua. 2015. Estadísticas del Agua en México. Edición 2015. www.con**agua**.gob.mx/CON**AGUA**07/Publicaciones/Publicaciones/EAM**2015**.pdf

Thornthwaite, C.W. 1948. An approach toward a rational classification climate. Geographical Review, Vol. 38, No. 1. (Jan., 1948), pp. 55-94. http://links.jstor.org/sici?sici=0016428%28194801%2938%3A1%3C55%3AAATARC%3E2.0.CO%3B2-O.

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS CON MICROORGANISMOS BENEFICOS PARA LA ELABORACIÓN DE FERTILIZANTES SUSTENTABLES

Claudia Estela Arroyo-Pitacua [1]

Gerardo Díaz-Tolentino [1]

RESUMEN

El aprovechamiento de los residuos sólidos para los diferentes usos, se da de la mejor forma si hay una previa separación. La separación de los residuos se puede lograr de varias formas que tienen diferentes grados de complejidad y de cooperación ciudadana. Por ejemplo, la separación se puede hacer en el sitio de generación de los residuos, bien sea en los hogares o en las instituciones y negocios, lo que se denomina separación en la fuente. En este Proyecto, Vita Solum trabajó en el aprovechamiento de residuos alimenticios y de pescaderías como materia prima para la elaboración de biofermentos y fertilizantes sustentables para la agricultura con el objetivo de disminuir el uso excesivo de fertilizantes químicos. En ambos casos, los residuos fueron fermentados con la Tecnología EM1 (“Microorganismos Eficaces”; complejo microbial elaborado con microorganismos fermentadores que aceleran la descomposición de materiales orgánicos.) para inhibir los malos olores y extraer todos los nutrientes contenidos. En cuanto a los residuos de Pescado, se obtuvo un biofermento líquido rico en Nitrógeno suplementado con microorganismos benéficos para la mejora de la microbiota, ya que por el alto uso de fertilizantes químicos los suelos están carentes de nutrientes naturales. El aprovechamiento de los residuos alimenticios se está aprovechando para generar un fertilizante-composta comprimido adicionado con minerales e inoculados con microorganismos benéficos que también colaboran en la microbiota del suelo y a su vez un extracto vegetal utilizado como fertilizante foliar.

PALABRAS CLAVE: Bokashi, EM1, Residuos.

INTRODUCCIÓN

La gestión de los residuos o desechos peligrosos (RESPEL) es un tema de preocupación mundial. A medida que el planeta evoluciona, las sociedades modifican sus estructuras y sus esquemas de producción y de consumo. Como consecuencia del desarrollo tecnológico y los modelos presentes de consumo, se evidencia un aumento en los volúmenes de residuos generados en todos los continentes. En los países en desarrollo, la atención de la problemática relacionada con los residuos, ha sido más lenta que en los países más desarrollados, persistiendo aún importantes carencias de infraestructuras ambientalmente adecuadas para gestionar dichos residuos. (Boletines de Prensa)

En México, apenas se comienza con la separación de los residuos en hogares e instituciones para reducir la cantidad de basura que llega a los rellenos sanitarios y aumentar el reciclaje de los residuos sólidos. Este aumento del reciclaje es destinado, hablando de residuos orgánicos al procesamiento de compostas, que, en ocasiones ,suele ser complicado su manejo por los posibles olores que desprenden su descomposición y tal es el caso de residuos como el de pescaderías que es poco común su aprovechamiento pues está vinculado solamente a harinas y los alimentos para compostas comunes. (Rodríguez)

El objetivo planteado para este trabajo, fue la recolección y el aprovechamiento de residuos alimenticios generado en zonas aledañas a Uruapan y darles un manejo especial con la Tecnología EM 1 “Microorganismos Eficaces”. Un cultivo mixto de microorganismos que no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados. Son microorganismos naturales muy conocidos como levaduras y las bacterias ácidos lácticos (Lactobacilos), que promueven un proceso de fermentación antioxidante benéfico, aceleran la descomposición de la materia orgánica y promueven el equilibrio de la flora microbiana.

El EM acelera la ruptura de compuestos como proteínas, azúcares, grasas y fibras, promoviendo la rápida descomposición de la materia orgánica. Aunado a esto, el EM trabaja en dos vías primarias:

a) Por exclusión competitiva de otros microorganismos nocivos

b) Por la producción de subproductos beneficiosos como enzimas, ácidos orgánicos, aminoácidos, hormonas, y antioxidantes que promueven la salud del medio ambiente.

La cualidad facultativa del EM le permite extender sus beneficios a ambientes anaeróbicos y aeróbicos. Por actuar a través de la fermentación, el uso del EM contribuye con la eliminación de los malos olores y además tiene una amplia gama de aplicaciones en la agricultura, que va desde el acondicionamiento del suelo, el beneficio de la producción y hasta el aprovechamiento final de los residuos provenientes de la industrialización. (Portal Oficial de la Tecnología EM1 en America Latina)El uso de la Tecnología EM es simple y totalmente adaptable a las condiciones existentes en los actuales sistemas de producción agrícola. (Portal Oficial de la Tecnología EM1 en Amercia Latina)

MATERIALES Y MÉTODOS

Este proyecto está conformado por dos etapas: Etapa de recolección y procesamiento de residuos y una segunda que corresponde al análisis en campo.

Para el manejo de los residuos tenemos un par de actividades: producción de biofermento para la agricultura sustentable y composteo en hogares.

Biofermento: Para la recolección de residuos pesqueros, se compraban una vez por semana 500 kg. de residuos frescos de pescado en la Cd. De Pátzcuaro. Al llegar a planta de procesamiento “Vita Solum”, se fermentó con la Tecnología EM 1 y se adicionaron macro y micro nutrientes solubles (Mg,Zn, Mg,Ca y B). Al término de entre 15-20 días, el biofermento estuvo listo para su comercialización.



Figura 1: Recolección, molienda y fermentación de residuos de pescado con Tecnologia EM1.

Residuos alimenticios: La recolección de residuos domiciliarios se realiza una vez por semana. Previo a la recolección, se entregó un kit que incluyó: Juego de cubetas composteras y 1 kg. de bokashi por mes. (Salvado de trigo inoculado con Tecnologia EM1). Además, se dieron las indicaciones de suministrar, una cucharada de bokashi sobre la capa de residuos generados en los hogares durante el día. Los residuos recolectados fueron fermentados al igual que el biofermento, pero, además, se tiene la intención de peletizar dichos residuos para hacer un fertilizante en partículas inoculadas también con Tecnologia EM.



Figura 2: Salvado de trigo asperjado con Tecnología EM 1.



Figura 3: Kit Compostero; Cubeta con rejilla y Bokashi.

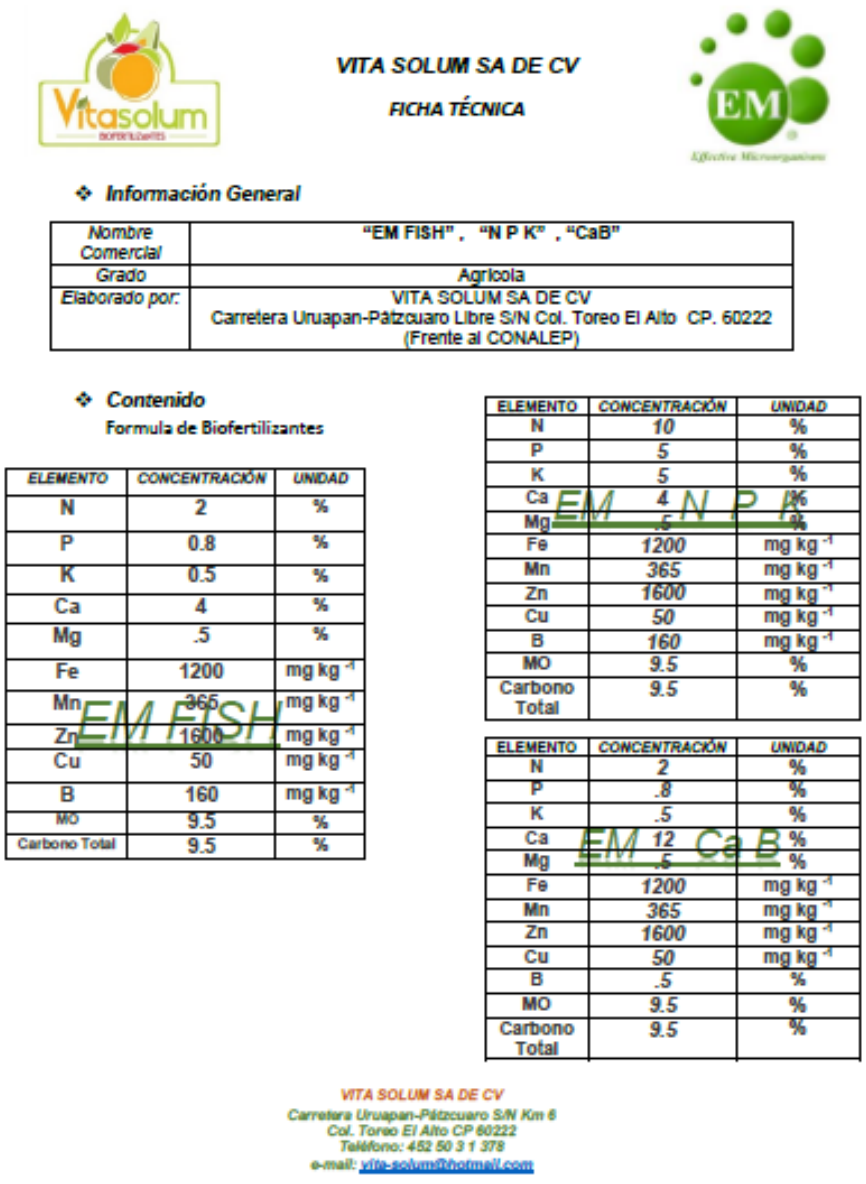
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Siguiendo la metodología antes mencionada, se han obtenido los siguientes resultados:

Biofermento: Por cada 500 Kg. de residuos frescos se logra producir 5,000 Lts. de Biofertilizante Liquido. Al cual, se pueden agregar micronutrientes como suplemento. Al término del lote de producción se realiza un análisis fisicoquímico, el cual, arroja los siguientes resultados en su contenido. El biofermento se comercializa en garrafas presentación 20 Lts.



Figura 4: Etiqueta de comercialización del biofermento EM Fish



VITA SOLUM SA DE CV

FICHA TÉCNICA

❖ Información General

Nombre Comercial	"EM FISH" , "N P K" , "CaB"
Grado	Agrícola
Elaborado por:	VITA SOLUM SA DE CV Carretera Uruapan-Pátzcuaro Libre S/N Col. Toreo El Alto CP. 60222 (Frente al CONALEP)

❖ Contenido

Formula de Biofertilizantes

ELEMENTO	CONCENTRACIÓN	UNIDAD
N	2	%
P	0.8	%
K	0.5	%
Ca	4	%
Mg	.5	%
Fe	1200	mg kg $^{-1}$
Mn	365	mg kg $^{-1}$
Zn	1600	mg kg $^{-1}$
Cu	50	mg kg $^{-1}$
B	160	mg kg $^{-1}$
MO	9.5	%
Carbono Total	9.5	%

EM FISH

ELEMENTO	CONCENTRACIÓN	UNIDAD
N	10	%
P	5	%
K	5	%
Ca	4	%
Mg	.5	%
Fe	1200	mg kg $^{-1}$
Mn	365	mg kg $^{-1}$
Zn	1600	mg kg $^{-1}$
Cu	50	mg kg $^{-1}$
B	160	mg kg $^{-1}$
MO	9.5	%
Carbono Total	9.5	%

EM N P K

ELEMENTO	CONCENTRACIÓN	UNIDAD
N	2	%
P	.8	%
K	.5	%
Ca	12	%
Mg	.5	%
Fe	1200	mg kg $^{-1}$
Mn	365	mg kg $^{-1}$
Zn	1600	mg kg $^{-1}$
Cu	50	mg kg $^{-1}$
B	.5	%
MO	9.5	%
Carbono Total	9.5	%

EM Ca B

VITA SOLUM SA DE CV
Carretera Uruapan-Pátzcuaro S/N Km 6
Col. Toreo El Alto CP 60222
Teléfono: 452 50 3 1 378
e-mail: vita-solum@hotmail.com

Figura 5: Análisis fisicoquímico de Biofermento EM adicionado con macro y micro elementos.

Residuos alimenticios: El resultado de recolección de residuos alimenticios domiciliarios fue un promedio semanal de 202 Kg. en diez diferentes casas. Lo recolectado se fermentó con Tecnología EM 1 teniendo como resultado otro biofermento líquido rico en macro y micro nutrientes naturales aprovechados mediante la Tecnología EM.

Se pretende también que, con estos residuos, se genere otro fertilizante peletizado adicionado con minerales e inoculado con la Tecnología EM1.

La complementación de los residuos y Tecnología EM1 permite asimilar y concentrar todos los nutrientes naturales contenidos en los residuos y potencializarlos a nivel campo en la mejora de la microbiota para su uso en la agricultura**.**

El utilizar la Tecnología EM 1, permite la descomposión de la materia orgánica y además los procesos de fermentación son más rápidos. Las condiciones que favorece la Tecnología como el inhibir malos olores y bichos, hace viable su funcionamiento.



Figura 6: Residuos alimenticios con Bokashi.



Figura 7: Prueba de peletización de fertilizante.

CONCLUSIONES

Con la realización de estas experimentaciones y análisis, podemos concluir que es de suma importancia el aprovechamiento de residuos que son considerados como deshechos y potencializar su alto contenido en áreas como la agricultura. Un mercado que necesita de fertilizantes sustentables y amigables con el medioambiente, por el resultado desalentador del alto uso de fertilizantes convencionales.

La implementación de la Tecnología EM 1 ayuda en la descomposición de la materia orgánica, pero, además, favorece las condiciones óptimas para aprovechar los contenidos de los residuos y generar subproductos viables y óptimos en los sistemas agrícolas. Los procesos de fermentación son más rápidos, aumenta la disponibilidad de los nutrientes presentes en los residuos orgánicos principalmente Nitrógeno y Fósforo y enriquece los materiales con microorganismos benéficos.

Con el aprovechamiento de residuos se contribuye a mejor nuestro entorno, evitar la contaminación ambiental y el evitar que los residuos orgánicos ya no se arrojen más para los rellenos sanitarios.

LITERATURA CITADA

Boletines de Prensa. (s.f.). *Aprovechamiento de Residuos.* Colombia: CCS.

Portal Oficial de la Tecnología EM1 en Amercia Latina. (s.f.). *¿Cómo funciona el EM?*

Portal Oficial de la Tecnología EM1 en America Latina. (s.f.). *Agricultura.*

Rodríguez, I. R. (s.f.). *APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS A TRAVES DE COMPOSTEO Y LOMBRICOMPOSTEO .* Universidad Agraria Antonio Narro UAAN.

PROSPECIÓN GEOFISICA ELÉCTRICA EN LA BUSQUEDA DE AGUA SUBTERRÁNEA. USANDO SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES Y TOMOGRAFIA GEOLECTRICA

Aurelio Reyes - Ramírez[1]
Pablo Miguel Coras - Merino[2]
Eduardo Arteaga - Tovar[3]

RESUMEN

Esta investigación se centra en buscar metodologías adecuadas para la búsqueda de aguas subterráneas, es este caso se utiliza los Sondeos Eléctricos Verticales utilizando el Equipo Terrameter SAS 300, su reforzador y equipo accesorio, con una capacidad de amplitud de electrodos de corriente AB de 1500 metros, se comparan los resultados con el tomógrafo geoeléctrico Terrameter Laund System, con una capacidad de amplitud entere electros AB de 380 metros, se aplica en análisis en un municipio del Estado de Hidalgo, el Arenal, se obtienen resultados y se realiza la discusión, se reconoce que la tomografía emite resultados mucho más detallados de los perfiles geoeléctricos porque entrega los datos en forma continua, los SEV los entregan en forma discreta, desafortunadamente la capacidad de exploración está limitada por no contar para más carretes de corriente y su exploración es de 60 metros, mientras que el SEV explora hasta los 450 metros, el agua esta profunda, los niveles estáticos ocurren entre los 35 y 60 metros de profundidad, por lo tanto los SEV sin más adecuados para esta búsqueda, aunque sus datos deban ser mayormente interpretables, sin embargo si se cuenta un reconocimiento de la geología superficial de la zona, ambos métodos son de utilidad.

Palabras clave: agua subterránea, estratos, litología, resistividad aparente, resistividad real

INTRODUCCIÓN

La prospección geofísica eléctrica, tradicionalmente ha sido usada para la búsqueda de agua subterránea, la historia de su uso y aplicación rebasa los 100 años, los descubrimientos de Robert Fox en la denominada polarización espontanea abrió la puerta para el desarrollo de esta ciencia desde 1847, en su desarrollo han participado una infinidad de investigadores de todo el mundo, destacándose Conrad Schlumberger de la escuela franco-soviética , o Frank Wenner de la escuela americana como algunos de los principales aportadores de la prospección geofísica eléctrica vertical, sus arreglos interelectródicos son extensamente usado en la actualidad, sin embargo el desarrollo de nuevos dispositivos, las matemática aplicadas, los ordenadores cada vez más potentes han hecho que se desarrollen nuevos métodos de exploración, mucho más detallado y amigables, tal es el caso de la tomografía Geoeléctrica, que describe el subsuelo en dos y tres dimensiones, con detalles impresionantes y que la ingeniería general, la ingeniería en irrigación en particular, le puede dar muchas aplicaciones, esta investigación está enfocado a la prospección de agua subterránea, pero sus usos se

Profesor – investigador. Universidad Autónoma Chapingo. Tel 595 95 216 49 E-mail areyes@correo.chapingo.mx
Profesor – investigador. Universidad Autónoma Chapingo. Tel 595 95 216 49 E-mail mpcoras@gmail.com
Profesor – investigador. Universidad Autónoma Chapingo. Tel 595 95 216 49 E-mail artrem71@gmail.com

Pueden extender a aplicaciones geotécnicas, mecánica de suelos, física de suelo, relaciones agua suelo atmosfera, ingeniería de riego, etcétera, las puertas de su uso queda abierto a un sinfín de aplicaciones.

Se utiliza para esta investigación el equipo de prospección geofísica eléctrica marca TERRAMETER SAS 300 B, Reforzador TERRAMETER 2000 y equipo complementarios, para la tomografía Geoeléctrica se usa el TERRAMETER LAUND SYSTEM, ambos de manufactura sueca, se desarrolla en el municipio del Arenal, Estado de Hidalgo, México.

Los resultados son poco favorables para el Tomógrafo, no porque sus datos no sean los mejores, sino porque se tienen limitaciones de cable para arreglos interelectródicos mayores que limitan su capacidad de exploración profunda, en los tramos que se pudo correlacionar es relevante la descripción del subsuelo que se puede hacer con el

Objetivo general

1. Comparar las respuestas de dos métodos de exploración Geoeléctrica, los Sondeos Eléctricos Verticales y el Tomógrafo Geoeléctrico
2. Desarrollar las principales aplicaciones que propone el equipo de alta tecnología

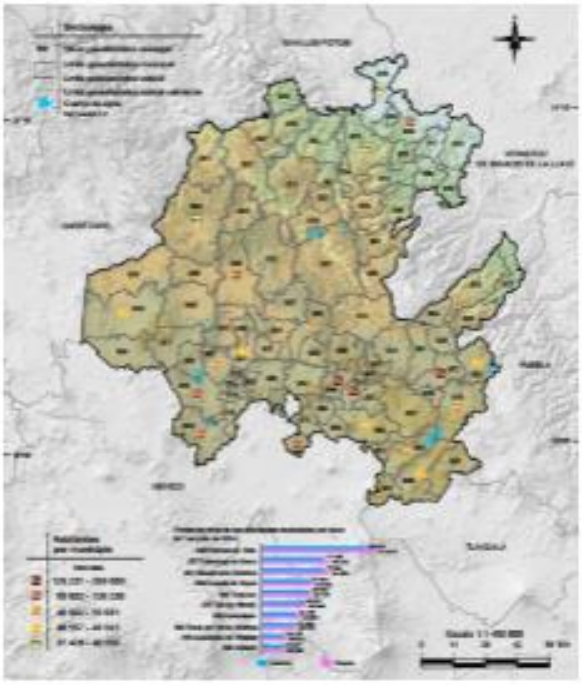
TERRAMETER LAUND SYSTEM

Metodología

La metodología es teórico experimental, implica reconocer los componentes principales del equipo a utilizar, las formas de operación, descripción de sus principios físico matemáticos, obtención de datos y análisis de resultados a través del software diseñado para esta técnica, utilizando el razonamiento lógico deductivo; hacer propuestas de interpretación de datos, un procedimiento para lograr esto sería:
Los SEV es una tecnología de uso continuo, se cuenta con experiencia de 25 años realizando cientos de SEVs, se conoce bien.
La tomografía Geoeléctrica, son las primeras experiencia, se requiere conocer bien.
Se hace una revisión y exploración de todos los componentes del TERRAMETER LAUD SYSTEM, incluyendo revisión de manual de operación y software para interpretación de resultados.
Se realiza un SEV en el sitio elegido del Municipio del Arenal en un arreglo Schlumberger con una distancia AB de 1500 metros, en el mismo sitio se realiza una tomografía Geoeléctrica, la capacidad de máxima de AB es de 380 metros.
Se interpretan ambas técnicas, los SEV usando.
Análisis de resultados. Correlación de valores de resistividades obtenidas con uno y otro método.
Se aportan las conclusiones

Análisis de resultados

Descripción de la zona de estudio
Ubicación y colindancias El municipio de El Arenal es uno de los ochenta y cuatro municipios que conforman el estado de Hidalgo en la República Mexicana (figura 1.), cuya cabecera municipal es la localidad de El Arenal.



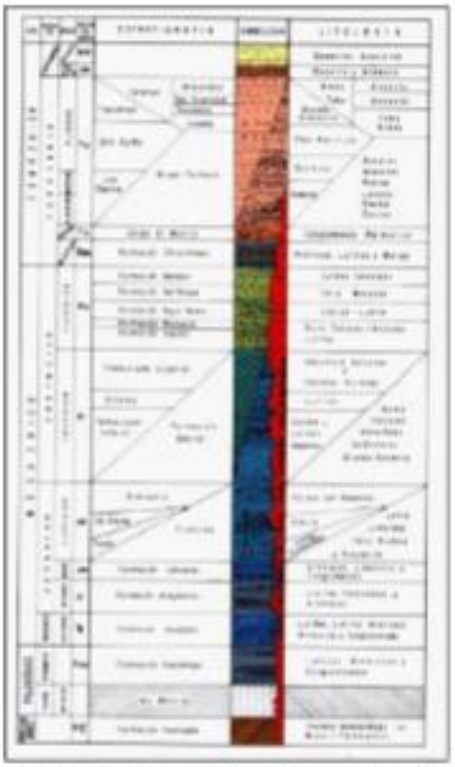
Fuente INEGI. Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo 2014.

Figura 1. Municipios de estado de Hidalgo

El Arenal se localiza al centro del territorio hidalguense entre los paralelos 20° 09’ y 20° 18’ de latitud norte; los meridianos 98° 48’ y 98°57’ de longitud oeste; con una altitud entre 1900 y 3000 msnm. Este municipio cuenta con una superficie de 137.6 km2, y representa el 0.66% de la superficie del estado de Hidalgo. Colinda al norte con el municipio de Actopan; al este con los municipios de Actopan y Mineral del Chico; al sur con los municipios de Mineral del Chico y San Agustín Tlaxiaca; al oeste con los municipios de San Agustín Tlaxiaca y Actopan (Figura 8) INEGI, 2009.

Geología

En el estado de Hidalgo se presenta un basamento precámbrico grenviliano (Gneiss Huiznopala) que posiblemente forma parte del microcontinente Oaxaquia (Ortega, et al., 1995, citado en CIMMMySH, 2009) rocas vulcanoclásticas y volcánicas paleozoicas de una cuenca-arco magmático (Formación Tuzoncoa correlacionable con la formación de la cuenca Las Delicias, formaciones sedimentarias del PermoTriásico, lechos rojos del Triásico, rocas sedimentarias marinas y continentales del Jurásico (formación Huayococotla), una secuencia Vulcano-sedimentaria de arco-cuenca del Jurásico superior (Formación Las Trancas), rocas calcáreas a calcáreo-pelíticas del Cretácico Inferior-superior, sedimentos volvaniclásticos flaviolacustres del Eoceno-Oligoceno (fanglomerado El Morro) y del Pleistoceno (Formaciones Atotonilco El Grande y Tarango), unidades volcánicas andesíticas - riolíticas del Mioceno del Grupo Pachuca (Geyne, et al., 1963, citado CIMMMySH, 2009) en y derrames fisurales de basaltos del Pleistoceno (figura 8.). (Hernández, 2008, Zamora M, 2012).



Fuente: Zamora M, 2012 (Estudio Geo eléctrico del estado de Hidalgo)

Figura 2. La estratigrafía del estado de Hidalgo (Yta, et al., 1999, citado en Zamora M, 2012).

En el Municipio del Arenal afloran rocas del Neógeno (84.0%) y Cuaternario (6.73%), compuestas principalmente de rocas tipo Ígnea extrusiva: volcanoclásticos (57.0%), brecha volcánica ácida (11.0%), basalto - brecha volcánica básica (8.0%) y andesita-brecha volcánica intermedia (7.0%) y toba ácida (1.0%). En la zona de estudio, se presenta en la parte alta el afloramiento de las rocas extrusivas andesiticas metamorfizadas del Grupo Pachuca y en la parte llana afloran depósitos residuales y tobas arcillosas en el subsuelo, el suelo es tipo: aluvial (6.73%) y en las zonas de montaña existe Minería de Oro y Plata. (INEGI 2009).
Clima.

Las normales climatológicas para la zona de estudio, indican que la precipitación media anual es de 413.3 mm en el periodo de 1981-2010.

En el caso de la temperatura, la mínima en el año 2011 es de -1°C y la máxima es de 32°C. Las normales climatológicas para esta estación indican que la temperatura máxima es 23.7°C, la mínima es 7.3°C y la temperatura media anual es 15.5°C.

Hidrología superficial

El municipio del Arenal Hidalgo, pertenece a la región hidrológica del Rio Pánuco, a la subcuenca del Río Moctezuma, tiene un río perenne El Grande, y ríos intermitentes: El Paje, El Sabino, La Mora y Ojo de Nova.

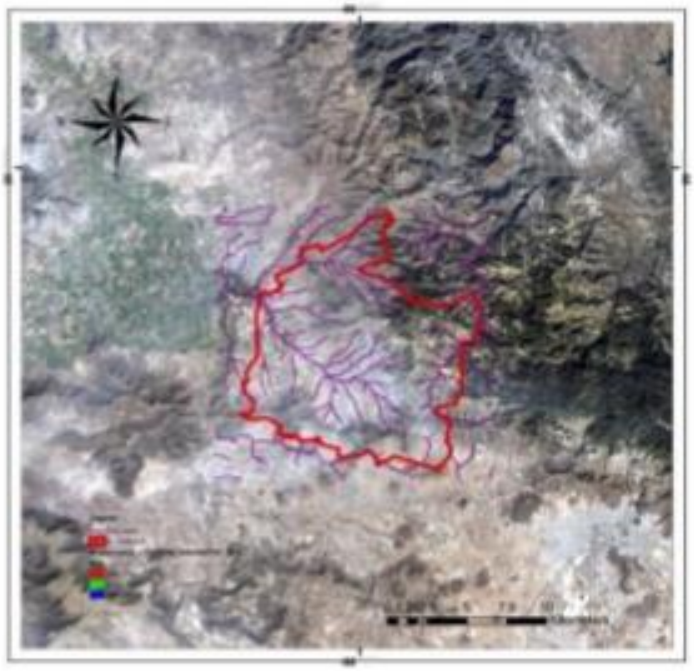


Figura 3. Hidrología superficial del municipio El Arenal.

Hidrogeología

La hidrogeología se controla ampliamente por el tipo de roca, fallas geológicas, permeabilidad y porosidad de las mismas. Estos factores dieron lugar a una secuencia de acuícludos y acuíferos en diferentes zonas.

Unidades hidrogeológicas Unidades permeables
Dentro de estas unidades se agrupan las rocas y rellenos de sedimentos dendríticos que presentan porosidad e intercomunicación entre poro, y que finalmente son capaces de transmitir cualquier fluido a través de ellas.
La mayor parte de las rocas presentes en el área son rocas ígneas extrusivas, las cuales sólo algunas presentan porosidad primaria y secundaria por fracturamiento y plegamiento.

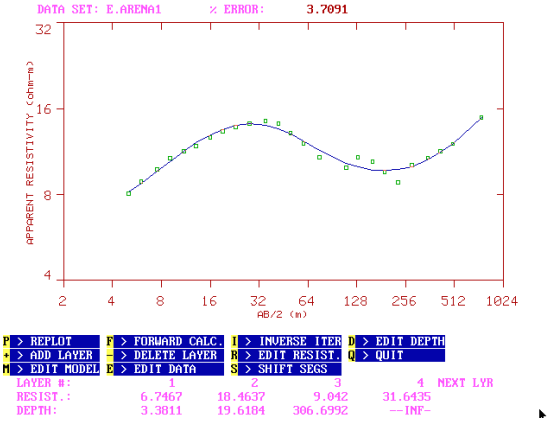
Unidades semipermeables
Se han considerado dentro de este grupo a las rocas y sedimentos que presentan porosidad en bajo grado y baja permeabilidad. Dentro del área de estudio se valoró que las unidades semipermeables están formadas por rocas basálticas y andesiticas pertenecientes al Grupo Pachuca, las cuales se encuentran fracturadas y alteradas, funcionando como áreas de recarga permitiendo la circulación del agua infiltrada hacia la zona de saturación. Los sedimentos no consolidados de tamaño mediano a fino como algunos horizontes de áreas intercalados con arcillas pertenecientes al miembro tobáceo, los arenosos son semi permeables, los arcillosos son impermeables.

Unidades impermeables.
En esta unidad se agruparon las rocas y sedimentos que no poseen porosidad o en caso de tenerla los poros no se encuentran interconectados, siendo nula la permeabilidad. Ejemplo las tobas arcillosas que predominan en la zona llana o de valle con espesores de más 300 metros.

RESULTADOS

Se compara un SEV con una Tomografía.
Para la interpretación de los SEV se utilizó el programa de cómputo RESIXPLUS v. 2.45, el cual resuelve mediante métodos numéricos las ecuaciones que rigen el fenómeno de flujo eléctrico en el subsuelo.
SEV a un lado de pozo en explotación, profundidad del pozo 150 metros, gasto 55 l.p.s, nivel estático 35 metros.

Fig. 4 Curva obtenida con el Rexis plus v. 4.5



Modelo de interpretación de SEV 1

SEV	No. DE CAPA	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	RESISTIVIDAD (Ω−m)
1.	1	3.38	3.38	6.74
	2	19.61	22.99	18.46
	3	306.69	329.68	9.04
	4	α	α	31.64

Descripción SEV 1.

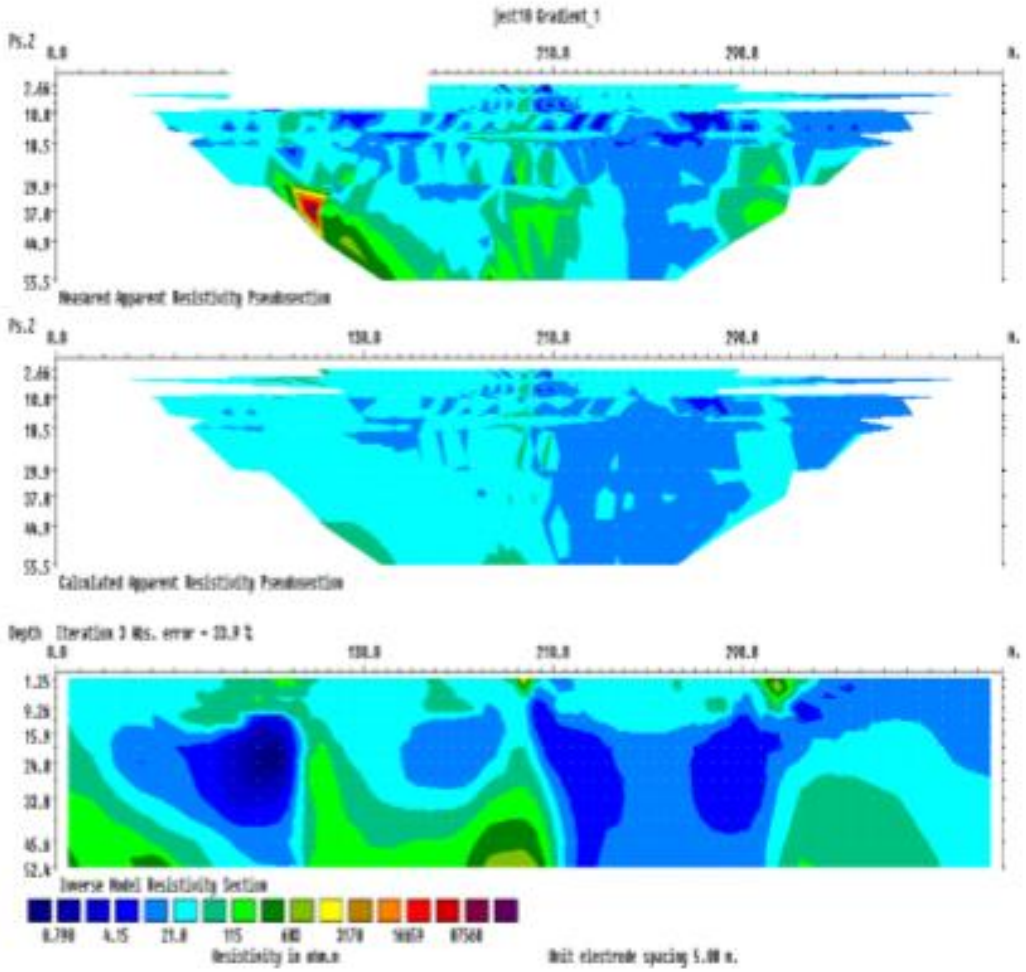
Se penetraron 329.68 metros de profundidad, el primer estrato de 3.38 metros de espesor y 6.74 Ω−m, se asocia a suelos agrícolas arcillosos, impermeables, el segundo estrato de 19.61 metros de espesor y 22.99 Ω−m de resistividad, indica valores de depósitos residuales, aluviales, algo arcillosos, permeables, el tercer estrato de espesor 306.69 metros de espesor y resistividad de 9.04 Ω−m, se asocia a tobas arcillosas, impermeables, aunque habría que hacer la consideración que es el estrato que está aportando agua al pozo, ya que está construido a 150 metros de profundidad y el nivel estático está a los 50 metros de profundidad, quizás la presencia de agua este asociada a alguna fractura en esta toba arcillosa y este aportando el agua al pozo que le extraen del orden de 35 lps, el cuarto estrato de espesor indefinido y 31.64 Ω−m, se asocia a una

toba arenosa semi compacta y permeable, sin embargo está después de los 330 metros de profundidad .

SEV 1. Tomografía eléctrica en el Arenal del lado este al pozo de extracción, datos completos

Profundidad de exploración 60, se interpreta con el software RES2DINV ver. 3.59, al sistema de modelación de diferencias finitas, se observa que se presenta una gran discrepancia en el error porcentual obtenido al comprar los datos tomados con el modelo que mejor se ajuste a la información experimental, al quitar los electrodos que son considerados como malos o con falsa señal, se logró reducir el error ligeramente, a pesar de la aplicación de filtros para minimizar el error, no se logró de manera adecuada es decir con un porcentaje menor al 10%, debido a que, en la toma de lecturas de campo, se presentaron falsos en la línea 1 de la tomografía.

Figura 5. Tomografía eléctrica en el Arenal del lado este al pozo de extracción, con eliminación de datos con falsa conexión



El modelo digital, las resistividades presentan rangos muy amplios, es decir en intervalos de distancias muy reducidas o pequeñas, el rango de variación de resistividades es muy grande. Además, se presenta una capa con resistividades que van del rango de 20 a 100 Ω-m, se puede considerar que existe la probabilidad de encontrar material que tenga propiedades hidráulicas

para contener agua, aunque la certeza de afirmar esta instrucción tiene un porcentaje de credibilidad del 66.1%

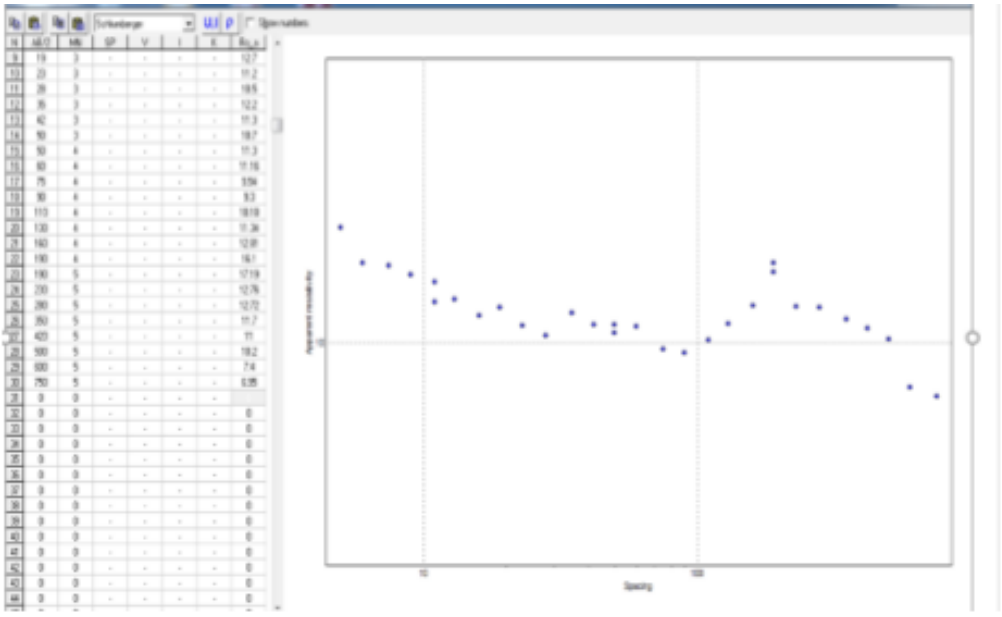
La capa con probabilidades acuíferas se detectó a una profundidad de 52 m y mayor.

SEV 2. El Arenal en la localidad: El Rincón

En este punto se realizó tanto el SEV como la Tomografía Geoeléctrica, en El Rincón (20° 16' 24.3" N, 098° 54' 11.2"); La información obtenida en el trabajo de campo, se procesa en el software IPI2 Win y Res2div64, el cual es software propio del tomógrafo Terrameter LS y los datos recopilados, se procesan con el modelo del método de diferencias finitas.

En los diagramas siguientes se muestra el procesamiento de todos los datos obtenidos en campo:

Fig. 7 Curva obtenida con el IPIwin



Modelo de interpretación de SEV 1

SEV	No. DE CAPA	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	RESISTIVIDAD (Ω−m)
2.	1	1.04	1.04	14.8
	2	11.8	12.84	12.8
	3	34.5	47.34	7.52
	4	50.8	98.14	29.9
	5	α	α	4.14

Descripción SEV 2.

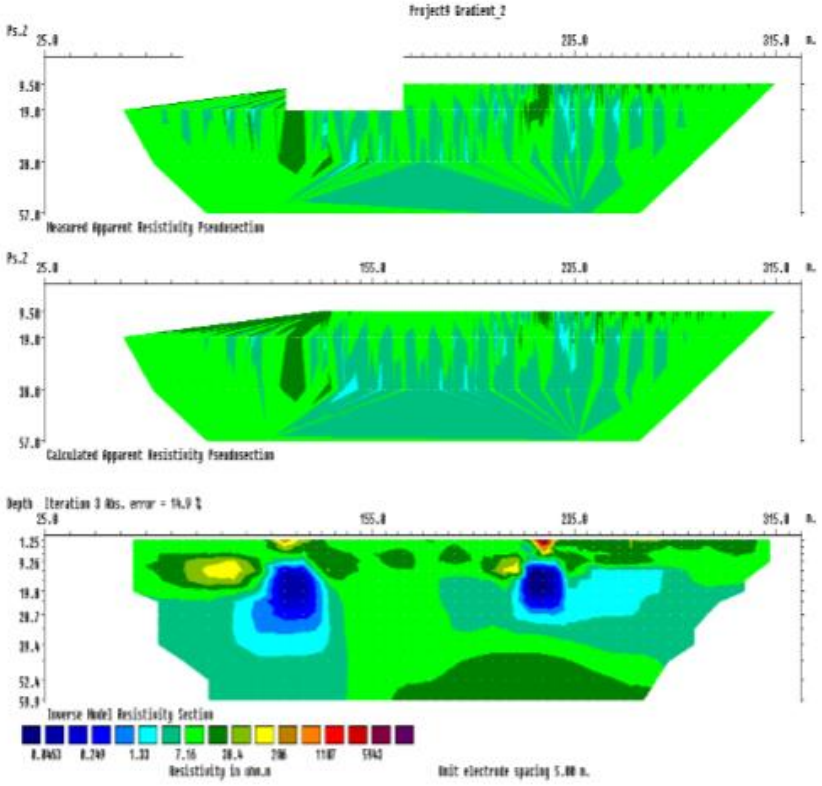
Se identificaron cinco estratos y penetró 98.14 metros de profundidad, el primer estrato de 1.04 metros de espesor y 14.8 Ω−m, se asocia a suelos agrícolas arcillosos, permeables, el segundo estrato de 11.8 metros de espesor y 12.8 Ω−m de resistividad, indica alto contenido de arcilla,

posiblemente una toba arcillosa, el tercer estrato de espesor 34.5 metros de espesor y resistividad de 7.52 Ω−m, se asocia a tobas arcillosas, impermeables, el cuarto estrato de 50.8 metros de espesor y 29.9 Ω−m de resistividad se asocia a materiales vulcanoclásticos permeables, es el estrato que está aportando agua al pozo, el nivel estático está a los 50 metros de profundidad, el quinto y último estrato de espesor indefinido y 4.14 Ω−m, se asocia a una toba arenosa arcillosa e impermeable.

Tomografía eléctrica en el Arenal (el Rincón), datos completos
Al igual que el anterior solo se tuvo una capacidad de exploración de 60 metros de profundidad, se observa que se presenta discrepancia en el error porcentual (34.9%), obtenido al comprar los datos tomados en campo con el modelo que mejor se ajusta a la información experimental.

Para minimizar este error se aplica el filtro de cortar y eliminar datos que no llevan la secuencia o que fueron detectados como falsa señal y se vuelve a correr el análisis de información en el software, se aplica el modelo de ajuste de diferencias finitas. De esta manera se logró minimizar el error a un 14.5%. Por lo que este modelo presenta mayor confiablidad para afirmar la profundidad del agua.

Ilustración 9. Tomografía eléctrica en el Arenal (El rincón), datos depurados



Se detecta que la zona presenta material arcilloso-limoso en sus primeras capas, mientras que cuando la resistividad se encuentra entre valores entre 30 y 100 ohm/m, aproximadamente, se está infiriendo que existe material permeable. Desafortunadamente su capacidad de exploración solo fue de 60 metros de profundidad, en este lugar existe un pozo que le está extrayendo agua subterránea con un gasto de 22 lps, no se conocen las características constructivas del mismo.

CONCLUSIONES

Las técnicas geofísicas empleadas para identificar formaciones permeables, semi permeables e impermeables son muy adecuadas, permiten localizar puntos clave para la perforación de pozos profundos, todo esto acompañado de un adecuado reconocimiento geológico superficial.

La tomografía eléctrica es una técnica multielectródica, en donde el proceso de adquisición de datos es automatizado. Esto permite poder realizar un gran número de medidas, tanto en profundidad como lateralmente, en espacio de tiempo cortos (del orden de 500 medidas en una hora y media), obteniendo por tanto modelos 2D de gran resolución. La única desventaja es la profundidad que abarca, por lo que se recomienda el uso de los SEV para complementar la información, esto en caso de no contar con el cableado que permita el estudio a profundidades mayores de 100 m debido a que a esa profundidad se detectó la zona del acuífero.

La información que se obtuvo con los sondeos eléctricos verticales no fue concluyente para determinar la presencia de formaciones permeables, se detectó capas de arcilla de gran espesor (menos de 10 Ω-m) imposibles de contener agua subterránea, sin embargo se tiene una prueba real que existe agua subterránea, ahí están los pozos emplazados en esa formación obteniendo gastos de 55 y 22 lps., antes de hacer la tomografía en los mismos sitios, se interpretó la presencia de agua debido a fracturamiento cizallante de la formación ya que la zona es una zona de distención donde ocurren fallas normales secuenciadas, se asociaron a fracturamiento en tobas arcillosas, con el tomógrafo, a pesar que no profundizo fue más evidente la identificación de estratos permeables que pudieran contener el agua subterránea, desafortunadamente la profundidad de exploración no ayuda a realizar una adecuada correlación de datos, se sume que si se tuvieran más carretes y electrodos para duplicar la distancia AB se podría profundizar más, por otro lado la información que proporciona el tomógrafo es continua y la que proporcionan los SEV es discreta, sin embargo con apoyo de los dos equipos se pueden realizar una adecuada investigación y determinación de las condiciones acuíferas que se están explorando.

El uso del tomógrafo, en las condiciones que lo tenemos, es más adecuado para otras aplicaciones ingenieriles, tales como; el tránsito de plumas de contaminación, de la superficie al acuífero, estudios de la zona no saturada, formas de recarga vertical del acuífero, identificación de cimentaciones, o cualquier estudios más superficial.

La aparición de la Tomografía eléctrica ha permitido un desarrollo muy interesante con respecto a los métodos de resistividad convencionales, técnicas que, aunque se han estado utilizando durante varias décadas en estudios de filtración de agua, su limitada resolución 2-D les confería en general un papel secundario frente a otras técnicas. En cambio, el método de Tomografía eléctrica es una técnica multielectródica, en el que todo el proceso de adquisición de datos está totalmente automatizado.

BIBLIOGRAFÍA

-Carrasco García Pedro. 2013. “Avance en técnicas geofísicas para la caracterización del subsuelo mediante innovación y uso de herramientas de gestión de información especial. Tesis doctoral. Escuela Politécnica Superior de Ávila, Universidad de Salamanca, España.
-CONAGUA. (2015). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Ixmiquilpan (1312), Estado de Hidalgo. Mayo 12, 2017, de Comisión Nacional del agua. Subdirección General Técnicas. Gerencia de aguas subterráneas. Sitio web: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103062/DR_1312.pdf
-Geyne A. R., Fries C. Jr., Segerstrom K., Black F. R., Wilson F. I. (1963) Geología y yacimientos minerales el Distrito de Pachuca-Real del Monte, Estado de Hidalgo, México, México D. F; Consejo de Recursos Minerales, Publicación 5 E, 220 p

- “Manual de instrucciones del Resistivímetro SAS 1000”. ABEM Instrument AB. 92 págs.
- Orellana, E (1982): “Prospección Geoeléctrica en corriente continua”. Biblioteca Técnica Philips. 580 págs.
-Ortega-Gutiérrez, F., Ruiz, J., Centeno Garcia, E., (1995) Oaxaquia a Proterozoic microcontinent accreted to North America during the late Paleozoic: Geology, p. 1127-1130
- Quintana Berlanga Álvaro R (2013). Aplicación de la tomografía eléctrica en la caracterización del deslizamiento de Dona Mencia. Tesis de Master. Universidad de Granada, España.

IMPACTO AMBIENTAL DE LA SIEMBRA DE MAGUEY MEZCALERO EN LA REGIÓN DEL MEZCAL, OAXACA, MÉXICO

Juan Antonio-Bautista[1]
Alejandra Anahit Antonio-Jose[2]

RESUMEN

El objetivo fue analizar el impacto ambiental en el suelo agrícola por la siembra de maguey mezcalero (*Agave angustifolia Haw*) en Matatlán, Oaxaca, generado por el cambio de su uso en la expansión e intensificación de su siembra y la sobreproducción por la falta de su demanda para la producción de mezcal y tequila. Bajo el concepto de tierra abandonada se abordó como estudio de caso el sistema agrícola en valles en la comunidad mencionada, durante el periodo 2009-2015, en el que se presentó la problemática. En la obtención de información, se utilizó el padrón comunitario de campesinos que abandonaron la siembra de maguey del que se obtuvo una muestra aleatoria del 20%, se aplicaron encuestas y entrevistas semiestructuradas, además se realizaron recorridos de campo y la observación directa en la región; el estudio fue descriptivo y analítico. Los resultados indican que por el cambio del uso del suelo y del abandono de la siembra de maguey mezcalero en dicho periodo, asociado a la ausencia del desarrollo de prácticas agrícolas tradicionales, se presenta el deterioro de los suelos, situación que altera el ecosistema agrario y natural de la comunidad y favorece la inseguridad alimentaria, condiciones que agudizan la pobreza de las familias de la comunidad.

PALABRAS CLAVE

Conocimiento tradicional, prácticas agrícolas, maguey mezcalero, mezcal, Matatlán.

INTRODUCCIÓN

El abandono de la agricultura campesina se asocia a factores sociales, económicos, ambientales, políticos, etc., dentro de estos, los relacionaos a los mercados de materias primas agrícolas, como es el caso de la producción de maguey mezcalero en la región del mezcal en Oaxaca (RM), al encontrarse sujeta a la elaboración, demanda y consumo nacional y mundial de mezcal y tequila. De acuerdo con Antonio (2004) y Antonio *et al.,* (2017), en el caso de esta última bebida la expansión mundial de su mercado ocasionó inicialmente en la RM el cambio del uso del suelo por la expansión e intensificación de su siembra, posteriormente, por la falta de su demanda, se generó una sobreproducción de esta materia prima; proceso que trajo consigo efectos desfavorables de carácter socioeconómico y ambiental en la dinámica productiva y en las condiciones de vida, que han agudizado la pobreza de los productores campesinos de la región.

[1] Departamento de Estudios Multidisciplinarios. División de Ingenierías. Campus Irapuato-Salamanca. Universidad de Guanajuato. antoniob21@hotmail.com
[2] Departamento de Psicología. Universidad de las Américas Puebla. alejandra.a28@hotmail.com
El abandono de la agricultura en la RM ha generado entre otros efectos el deterioro del medio ambiente, sobre todo de los suelos, que se expresa en su abandono y que favorecen a su deterioro; problemática asociada también al abandono de las prácticas y conocimientos agrícolas tradicionales utilizadas en la siembra del maguey mezcalero, que favorecen a la calidad de esta materia prima en la elaboración del mezcal en Oaxaca.

El abandono de tierras se interpreta bajo dos categorías: Inicialmente en la diferencia entre el estado de la tierra bajo el enfoque estático y dinámico del tiempo, en segundo lugar, a la distinción entre abandono de la actividad agrícola y abandono de la tierra propiamente dicha (Pinto, 1993). Estas categorías se relacionan a factores socioeconómicos, demográficos y productivos, dentro de estos la disminución paulatina de la población empleada en la agricultura, a su envejecimiento y a la presencia de otras actividades sobre todo de servicios que son preferidas por su relativa facilidad y seguridad económica por los jóvenes, con la consiguiente reducción del desarrollo de la actividad primaria, de la superficie de siembra y de la producción de materias primas y alimentos de origen primario. En este sentido, Sineiro *et al.*, (2004), indican que la disminución del número de explotaciones es el resultado de la falta de viabilidad futura de esta, la inexistencia de relevo generacional o por la simple inviabilidad económica. López (1996), menciona que el cierre de explotaciones va dejando libre o en abandono las tierras posibilitando su disposición a otros productores que continúan activos; asimismo, el abandono se presenta al dejarse de sembrar y sin generar ningún ingreso monetario o no monetario a los propietarios, como sucedió en la comunidad en estudio en el periodo 2009-2014 y adquiriendo lo que DLG (2005), la calificación de abandono total o efectivo, condición en la que la superficie se observa el crecimiento de una vegetación diversa compuesta de altos y bajos matorrales, así como el enmontamiento e inviabilidad económica para su rehabilitación y reinicio de las actividades agrícolas (Carácter estático). Por otro lado, de acuerdo con Sineiro *et al.,* (2004), cuando el abandono se expresa en la inviabilidad pero continúan en activo más allá del periodo esperado adquiere el Carácter dinámico, en el que el proceso de abandono se relaciona a la transferencia de la titularidad de la pareja (cuando ésta tiene un menor de edad), búsqueda de otras fuentes de ingresos externos (agricultura de tiempo parcial, en el caso del maguey mezcalero, la compra en “parcela”), la continuación de las actividades más allá de la edad de jubilación, entre otros. A esta modalidad la DLG (2005), lo considera como -forma de resistencia- y son indicadores del proceso paulatino del colapso productivo agrícola, que puede prolongarse indeterminadamente en el tiempo y en el transcurso del nivel de manejo de la totalidad o parte de las tierras en cultivo, que se vuelve ocasional y con ingresos casi nulos o mínimos, tomando la condición de abandono oculto o semiabandono.

Con respecto a la diferencia entre abandono de la agricultura y abandono de la tierra, ambas están directamente relacionadas y determinadas por la calidad agronómica y biofísica, además como lo menciona la FAO (2006), se suman factores de carácter estructural (tamaño de la parcela, etc.) y socioeconómicas (régimen de propiedad, mercado, precio, etc.).

MATERIALES Y MÉTODOS

La RM comprende los valles centrales y sierra sur del estado de Oaxaca, integrada por 7 distritos políticos, 128 municipios, 203 agencias municipales y 138 comunidades agrarias que desarrollan sistemas agrícolas de maguey mezcalero en valles y laderas (Antonio *et al.,* 2017). Para el estudio se seleccionó a la comunidad de Matatlán (Capital mundial del mezcal), que pertenece al distrito político de Tlacolula, por su importancia en la producción de maguey y mezcal (producción del 85% de esta bebida del total nacional).

El INEGI (2012) indica que Matatlán, se localiza a 16°47´3´´ de latitud norte y 2° 44´2´´ de longitud este del meridiano de México, a una altitud de 1658 msnm, de clima templado con temperatura promedio de 20°C y 590 mm de precipitación pluvial, suelos de tipo Luvisol crómico; se siembra el 70% de maguey en el sistema de valles en asociación con maíz, frijol y calabaza y el resto en monocultivo. Posee una superficie comunal total de 6 mil Ha. y 300 Ha. de régimen ejidal, estas últimas por su calidad agronómicas utilizadas para la siembra de básicos (maíz, frijol y garbanzo) y asociación con maguey mezcalero.

Del padrón comunitario total se identificaron 225 productores campesinos que abandonaron la producción de maguey mezcalero (N=225), se obtuvo una muestra de estudio aleatoria simple del 20% (n=45), de acuerdo con Hernández *et al,* (2010) se considera confiable para el análisis. El estudio fue descriptivo y analítico utilizando descriptores básicos cuantitativos; se realizó durante el periodo 2009-2015 en el que se observaron los efectos del abandono de la siembra de maguey mezcalero, sobre todo de la superficie agrícola en la que se desarrolla la siembra de esta materia prima. La información sobre la problemática se obtuvo mediante la realización de recorridos de campo, de la observación directa y de entrevistas semiestructuradas a los campesinos, con interrogantes relacionados con el origen y causas del abandono de la siembra de maguey mezcalero y de las condiciones físicas del suelo agrícola, destacando variables ligadas con el periodo de tiempo de abandono de la producción de maguey y de la tecnología agrícola tradicional. También se aplicó una encuesta a la muestra aleatoria simple calculada con preguntas abiertas y cerradas, con las interrogantes mencionadas para obtener valores cuantitativos y cualitativos, los cuales se ordenaron, sistematizaron y analizaron a profundidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Expansión e intensificación de la siembra de maguey mezcalero

La expansión e intensificación de la siembra de maguey mezcalero se relacionó con el incremento mundial del consumo del tequila, para cubrir la demanda los productores de esta bebida incursionaron a la RM y a otras regiones del país para realizar la extracción y compra de esta materia prima y ser utilizada, previa modificación de la NOM para la utilización de otros azucares provenientes de otras especies de maguey en la elaboración del tequila (Antonio *et al*.2017). Este proceso de refuncionalización de la agricultura sobre todo en la RM, fue sustentado por las remesas de la migración internacional, bajo una racionalidad económica a expensas de la conservación ambiental, utilizando técnicas inadecuadas de producción (Antonio, 2004, Antonio *et al.* 2012, Antonio *et al.* 2015), asimismo el cambio de uso del suelo mediante el desmonte, roturación y barbecho de áreas de vocación forestal, actividades realizadas por los productores campesinos por el mejoramiento de los precios del maguey pagados por los tequileros. De acuerdo a las encuestas aplicadas a la muestra de productores en la comunidad en estudio, el 60% de estos realizaron el desmonte, roturación y barbecho por primera vez para la siembra de maguey en monocultivo y el porcentaje restante desmontaron terrenos que estaban en "descanso" destinados para la asociación maguey-maíz y para la siembra de maíz únicamente. Al respecto, Antonio (2004), en sus estudios en la RM, reporta que la totalidad de los productores desmontaron terrenos comunales para la siembra de maguey en monocultivo, ante la tendencia del mejoramiento de precios de esta materia prima orientada para la elaboración de tequila, en comparación con los pagados por los productores locales de mezcal (el precio promedio de compra de estos últimos era de $500.00 y el de los tequileros $ 4000.00/Ton., respectivamente).

El abandono total y semioculto de tierras

De acuerdo a la información obtenida de las entrevistas a productores campesinos de maguey de la comunidad en estudio, de recorridos de campo y la observación directa, se estima que de las 2 mil Ha. de superficie comunal susceptible a la agricultura (de 6 mil que tiene la comunidad), el 75% de estas y el 40% de la superficie ejidal (de 300 ha.) se dejaron totalmente de sembrar maguey mezcalero durante el periodo de estudio, en el que se colapsó el precio de esta materia prima ($100.00/Ton.), asociado a la falta de demanda para la producción de mezcal y tequila. Antonio *et al.*, (2017), indican que a partir de este año se presentó una sobreproducción de maguey mezcalero en la RM, que se relacionó con el mercado emergente del tequila y la incursión

de los productores de esta bebida a la región, para realizar la extracción y compra de maguey mezcalero (en los años 1998 y 2000), previa modificación de su Norma Oficial en la utilización de otros azucares de diverso origen para la elaboración del tequila.

Por otro lado, de acuerdo a los resultados de las encuestas aplicadas a la muestra estadística de productores campesinos, indican que el 80% de la superficie agrícola comunal y el 30% ejidal se encuentran en condiciones de abandono total, asimismo, el 5% de tierras comunales se encuentran semiocultas, bajo las condiciones que señala Pinto (1993). En el caso de las tierras ejidales, por su calidad agronómica que tienen, aún bajo los riesgos agroclimáticos por las condiciones de temporal, las utilizan para la siembra de básicos, principalmente maíz, frijol y garbanzo, evidenciando el desarrollo parcial de la agricultura y la tendencia a su abandono total con efectos económicos desfavorables en los suelos para la continuidad en la práctica de la actividad primaria y los riesgos en contribuir a la seguridad alimentaria en la comunidad, bajo el concepto que menciona Antonio *et al*. (2016).

Condiciones del suelo agrícola abandonado

La información de campo obtenida de las encuestas aplicadas a la muestra estadística obtenida, destaca que el 90% de los productores campesinos de la Capital mundial del mezcal, indican que la superficie agrícola utilizada para la siembra del maguey se encuentra con diversas condiciones de deterioro que no favorecen al desarrollo de la agricultura y de la siembra del maguey (Cuadro 1) y a la promoción de la seguridad alimentaría

Cuadro 1: Condiciones de deterioro del suelo agrícola comunal y ejidal ocasionada por el abandono de la siembra de maguey mezcalero en Matatlán, Oaxaca. 2008- 2015. (n=45)

Condiciones de deterioro	**Porcentajes % de productores**
Enmontamiento con bajos matorrales	22.2
Enmontamiento con altos matorrales	62.2
Compactación del suelo	11.1
Condiciones iniciales de erosión	4.4

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Las prácticas tradicionales en la siembra de maguey en Matatlán, Oaxaca

Las prácticas tradicionales en el sistema de siembra de maguey mezcalero en la comunidad en estudio son fundamentales en la conservación del suelo y en la contribución a la seguridad alimentaria, al realizar las prácticas de asociación de la siembra del maguey y de básicos, principalmente el maíz que es utilizado para el autoconsumo familiar; así mismo, en la generación de autoempleo y en la conservación de la fertilidad del suelo al favorecer la captación de la humedad y aprovechamiento de las lluvias, cuyo efecto se expresa en el desarrollo del cultivo del maguey y de los básicos, proceso relacionado con el intercambio de nutrientes que se realiza entre el suelo y los cultivos agrícolas en asociación. Las encuestas aplicadas a la muestra de campesinos productores de Matatlán, destacan que el 80% de ellos realizaban las prácticas agrícolas tradicionales requeridas por el cultivo del maguey, dentro de estas las labores culturales con yunta y el porcentaje restante lo realizaba utilizando el tractor agrícola. Así mismo, otra práctica tradicional relevante en el cultivo en mención es el deshierbe manual, también realizado

por la mayor parte de los campesinos y una pequeña parte de estos utilizaron herbicidas químicos porque no realizaron la asociación de cultivos (cuadro 2); al respecto Antonio *et al.* (2012) indica que esta condición se relaciona con la escases de mano de obra, que a su vez se asoció a la migración de la población ocasionado por la fractura de la cadena agroindustrial del mezcal, generado por los productores de tequila.

Cuadro 2. Prácticas agrícolas tradicionales en la siembra de maguey mezcalero (N=45)

Prácticas agrícolas tradicionales	**Porcentajes % de productores**
Asociación de cultivos	80
Labores culturales con yunta	80
Labores culturales con tractor agrícola	20
Deshierbe manual	95
Deshierbe con herbicida	5

Fuente: Elaboración propia, 2017

La viabilidad económica para la rehabilitación agrícola de los suelos abandonados

El abandono de los suelos utilizados en la siembra del maguey mezcalero en la comunidad en estudio ha generado el deterioro de estos, como lo indica Antonio *et al* (2017), la compactación, la falta de retención de humedad y el enmontamiento con altos y bajos matorrales de diversas especies, esto último favorece a evitar la erosión de estos, sin embargo, desde la perspectiva económicamente es inviable su rehabilitación agrícola por los altos costos que representa para realizar nuevamente el desmonte, roturación, barbecho, rastreo y el surcado de las áreas de cultivo. La información de las encuestas aplicadas a la muestra calculada de productores campesinos, indican que solo el 10% de estos ha rehabilitado los suelos abandonados para la siembra del maguey mezcalero, esta condición se relaciona porque también son productores de mezcal; el 20% mencionan que planean en el corto plazo realizar la rehabilitación para la siembra y el porcentaje restante indican que no tienen posibilidades de realizar la rehabilitación agrícola de los suelos y la siembra de maguey mezcalero, por los altos costos que implica y la falta de recursos económicos para la realización, situación asociada a la incertidumbre del precio del maguey mezcalero en la región, además mencionan que no existe un programa institucional público o privado que considere esta actividad en el estado de Oaxaca, mucho menos bajo la perspectiva de la conservación de suelos.

CONCLUSIONES

La expansión e intensificación de la siembra de maguey mezcalero en Matatlán relacionada con la emergencia internacional del tequila, trae consigo problemáticas socioeconómicas y ambientales, particularmente de los suelos al realizar cambios en su uso bajo una racionalidad económica sin considerar efectos desfavorables en el ecosistema agrario y natural.

El abandono de la agricultura, de los suelos y de las prácticas agrícolas tradicionales no contribuyen al desarrollo de la actividad primaria, por los efectos adversos de carácter socioeconómico y ambiental que se generan, al cancelar las posibilidades de empleo, ingresos y la seguridad alimentaria en la Capital mundial del mezcal

Es importante que las instituciones públicas y privadas encargadas del sector primario, diseñen programas de desarrollo de siembra de maguey y producción de mezcal, bajo la perspectiva de esfuerzos y capacidades relacionadas con la conservación ambiental.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de la estancia Posdoctoral realizada por el primer autor en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY-CONACYT).

LITERATURA CITADA

Antonio Juan, Alejandra A. José y María José León. 2017. La sobreproducción de maguey mezcalero en la Región del Mezcal, de Oaxaca, México. En: Agricultura, Sociedad y Desarrollo. Vol. 14. No.4.

Antonio Juan**.** Javier Ramírez y José, J. 2016. Agricultura familiar y patrones de consumo alimentario en las familias indígenas de Matatlán, Oaxaca, México. Martínez, D. y Ramírez, J. (Editores). En: Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México. Hacia un enfoque integral de la producción, la dieta, la salud y la cultura en beneficio de la sociedad. 1ª Edición. Biblioteca básica de agricultura- bba. Ed. Colegio de Postgraduados, Fundación COLPOS, Academia Mexicana de Ciencias, CONACYT, UPAEP. México, D.F.

Antonio Juan, Javier Ramírez y Mascha Smit. 2015. Origen, auge y crisis de la agroindustria del mezcal en Oaxaca. En: Fernández, Rodolfo y José Luis. Vera. (comp.). Agua de las verdes matas. Tequila y Mezcal. pp. 109-121. México. CONACULTA, ENA, Artes de México y Tequila el Caballito Cerrero.

Antonio, Juan y Mascha Smit. Sustentabilidad y agricultura en la “región del mezcal” de Oaxaca. En: *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 3, número 1, Enero- Febrero, 2012.

Antonio, Juan. 2004. Sostenibilidad y agroindustria del agave en las unidades socioeconómicas campesinas de los valles centrales de Oaxaca. Tesis Doctoral. Programa en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. Colegio de Postgraduados- Campus Puebla. México.

Corbelle Rico, E. y Rafael Crecente Maseda. 2008. El abandono de tierras: conceptos teóricos y consecuencias. Revista gallega de Economía. Vol. 17. No. 2.

Dienst landeluk Gebied (DLG). 2005. Land abandonment, biodiversity and the cap. Utrecht: Government Service for land and water management of the net herlands (DLG)

Food and agriculture Organization (FAO) 2006. The role of agriculture and rural development in revitalizing abandoned/depopulated areas. 34ª Session of the European Commission on Agriculture. Riga.

INEGI. 2012. Anuario estadístico. Instituto nacional de geografía y estadística.

López Iglesia, E. 1996. Movilidad de la tierra y dinámica de las estructuras agrarias en Galicia. Madrid. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Secretaria General técnica.

Pinto Correira, T. 1993. “Land abandonment: change in the land use patterns around the Mediterranean basin”, En CIHEAM: The situation of agriculture in Mediterranean countries. Soils in the Mediterranean region: Use, management and future trends, cap 7. (Chhiers options mediterranèennes, Vol.1. no.2). center international de hautes etudes agronomiques mèditerranèennes.

Sineiro García, F. *et al*. 2004. “La tipología de las explotaciones en función de su viabilidad económica y demográfica; aplicación a las explotaciones de bovino de Galicia”. Economía agraria y recursos naturales. Vol.14. no.8.

LA CONTAMINACIÓN DIFUSA, COMO INDICADOR DE LA SOSTENIBILIDAD AGRÍGOLA

[116]Isaac Shamir Rojas-Rodríguez
[1]Vidal Salazar-Solano
[1]Jesús Mario Moreno-Dena

RESUMEN

Uno de los retos de la agricultura sostenible, es la de incorporar técnicas a su análisis que le permitan evaluar el grado de sostenibilidad de las actividades agrícolas. La incorporación de diferentes metodologías emergentes desde el campo de los Sistemas de Información Geográfica, son necesarias para la evaluación de los factores ambientales en los cuales incide la agricultura. El objetivo de este trabajo, es el calcular la cantidad de contaminación difusa proveniente de la agricultura que se lleva a cabo en la cuenca baja del Río Mayo en el Estado de Sonora, México. Para cumplir con este objetivo, fue necesario realizar una simulación hidrológica, en la cual, se utilizó información como; edafología del terreno, precipitaciones, temperaturas, uso del suelo y tipo del suelo presentes en la cuenca. Todo esto se integró dentro del modelo SWAT (Soil and Water Asessment Tool) para determinar el nivel de escorrentía que presenta la zona de estudio, como resultado se obtuvieron diferentes parámetros de substancias contaminantes, las cuales se originan en los suelos de uso agrícola y desembocan en las aguas costeras de la cuenca. Como síntesis de este trabajo, se puede concluir que el uso agrícola del suelo, genera substancias contaminantes que son depositadas en los litorales gracias al fenómeno de la escorrentía. Estas substancias generan detrimento en la calidad de las aguas costeras, incumpliendo así con lo establecido por los lineamientos de la agricultura sostenible.

Palabras clave: Agroecología, sistemas productivos, cuenca, Rio Mayo, Sonora.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de la agroecología, basada en el enfoque de la Teoría General de Sistemas, (TGS) (Bertalanffy, 1976) permite el análisis del desarrollo agrícola, incluyendo las interrelaciones que se generan entre los subsistemas; ambientales, económicos, culturales y sociales dentro de un territorio. La actividad humana -incluyendo la económica- se encuentra limitada por las capacidades de producción, asimilación y recarga de los ecosistemas, es por ello que se requiere del conocimiento sistemático de los procesos de afectación y regeneración de las estructuras de los ecosistemas por las actividades humanas. El despliegue de cualquier actividad económica, más allá de los límites de la naturaleza, implica el deterioro de los sistemas naturales de manera irreversible, impidiendo la permanencia de la actividad que los origina, además de impactar a los servicios ambientales suministrados a otros usuarios.

El eslabón de la comercialización de las cadenas agroalimentarias globales, en su propósito de mantener y acrecentar las cuotas de mercado, condiciona a las unidades de los demás eslabones a intensificar la explotación de los recursos ambientales más allá de la capacidad de absorción de los ecosistemas. Ciertamente, se ha argumentado la importancia que cobra en el sistema agroalimentario la gestión de la calidad e inocuidad alimentaria (Hernández & Medina, 2014) sin embargo, ello no elimina el efecto que a nivel territorial ha promovido la práctica de sistemas intensivos de producción agrícolas.

[116] Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD A.C.), shamir_rojas@hotmail.com, vidal@ciad.mx, mario_dena@hotmail.com

Las cuencas hidrológicas de Sonora, forman parte de los territorios mexicanos alineados a las dinámicas impuestas por los mercados globalizados. Su actividad primaria se despliega en amplias superficies dotadas con moderna infraestructura, maquinaria y equipamiento. Para sostener su presencia en los mercados agroalimentarios globales, las empresas recurren al uso de paquetes tecnológicos que intensifican su productividad, pero que promueven la contaminación ambiental y la afectación de las operaciones de otros sistemas productivos (Leal Soto et al., 2014), como ocurre en el caso neozelandés documentado por (Caruso et al.,2013)
En la publicación de la Carta Mundial de los Suelos (FAO, 2015) se establece que:

"Los suelos son fundamentales para la vida en la Tierra, pero las presiones sobre los recursos de suelos están alcanzando límites críticos. Una gestión cuidadosa del suelo constituye un factor esencial de la agricultura sostenible y proporciona también un resorte valioso para regular el clima y un camino para salvaguardar los servicios ecosistémicos y la biodiversidad."
"…en concreto, los aumentos previstos en la producción de alimentos, fibras y combustibles que se exigen para alcanzar la seguridad alimentaria y energética supondrán mayor presión sobre los suelos."

Los planteamientos expuestos por la FAO, soportan la idea de no sólo concebir al suelo como un sustrato inerte, donde se llevan a cabo intercambios energéticos en beneficio de las plantas, sino como un elemento fundamental de los ecosistemas. Se cataloga al suelo como un componente básico de la biosfera, no solo por la función de sustrato para la producción alimentaria, sino también, por el importante papel que juega en la preservación de la calidad del medio ambiente.

Para contrarrestar la baja producción agrícola, se emplean fertilizantes químicos, sin embargo, la aplicación de dosis cada vez más altas de estos, se hace insostenible para el agricultor y es poco recomendable, debido a la captación limitada de los nutrientes por parte de las plantas, lo que genera remanentes de fertilizantes en los suelos, causando contaminación tanto en aguas como en el aire (Molina, 2012).

La contaminación difusa proveniente de la agricultura

La presión que ejerce la actividad humana a través de la agricultura dentro de las cuencas hidrológicas y la conjunción de los elementos de los ecosistemas como son; las curvas de pendiente, los tipos de suelo, las temperaturas y esencialmente las precipitaciones, generan la combinación de diferentes factores para producir el fenómeno llamado escorrentía, la cual arrastra consigo a través de la cuenca los remanentes de la actividad agrícola, que terminan dentro de las aguas costeras, a esta forma de contaminación se le define cono contaminación difusa o no puntual.

La contaminación de fuentes no puntuales ha sido considerada durante mucho tiempo como el principal causante del detrimento de la calidad de los cuerpos de agua receptores, siendo la agricultura el mayor contribuyente. El problema de la degradación de la calidad del agua ha sido reconocido como una posible consecuencia de la utilización cada vez mayor de fertilizantes para impulsar la producción agrícola. Estudiar el comportamiento de este tipo de contaminación dentro de las cuencas hidrológicas, se ha convertido en un desafío para los investigadores. El análisis de factores como la ubicación de las descargas de contaminantes, puede ayudar a implementar un mapeo de las zonas con niveles críticos de contaminación dentro de las áreas de estudio (Zhang et al., 2015).

Si se considera que el agua usada en la agricultura, es lixiviada a través del suelo trasportando agroquímicos depositados en tierras agrícolas, hacia diferentes cuerpos de agua, generando la

degradación de los mismos. La comunidad agrícola, por lo general, no se percata del daño ambiental que causan sus prácticas productivas. Diferentes autores, sostienen que algunos productores tienen conciencia del daño ambiental que generan, pero su influencia en la cadena de valor, es demasiada como para intentar regularlos (Cardona et al., 2010).

Al abordar el estudio de las complejas relaciones entre los ecosistemas y los subsistemas agrícolas que dentro de ellos se gestan, los procesos productivos son concebidos para su análisis, como sistemas con entradas y salidas que generan desechos contaminantes que, al no poder ser valorados dentro del sistema económico estándar, requieren de un modelo económico analítico alternativo apoyado en un nuevo marco metodológico para su estudio (Daly y Farley, 2004).

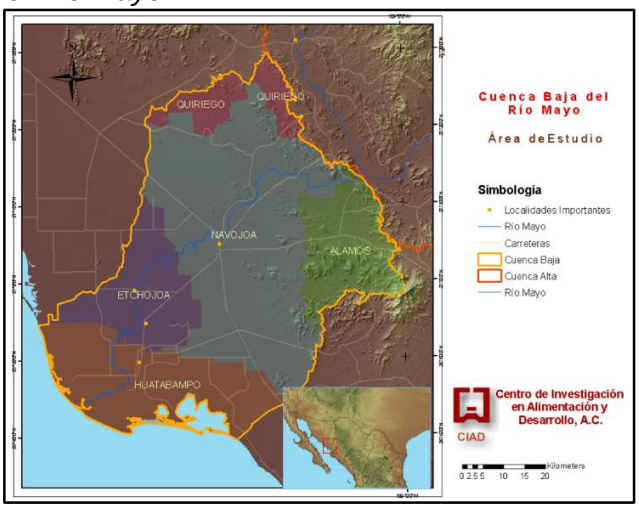
La falta de estudios que demuestren el impacto de estas acciones en el ambiente, conduce a generar categorías espurias de sustentabilidad de los sistemas agrícolas, de ahí la importancia de incluir el mayor número de factores ambientales para lograr una categorización adecuada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Delimitación de la zona de estudio

El estudio se realizó en la cuenca baja del río Mayo, la cual cuenta con una extensión de 5 397 km^2, que comprende los municipios de Navojoa, Etchojoa, Huatabampo y pequeñas porciones de los de Quiriego y Álamos. Forma parte de la cuenca del río Mayo, cuya superficie es de 11,842 km^2. La subcuenca se extiende desde la salida de la presa Adolfo Ruiz Cortines (El Mocúzari) hasta su desembocadura en el golfo de California, como se muestra en la figura 1 (Haro, Arias, y Taddei, 2015).

Figura 11Cuenca baja del Río Mayo

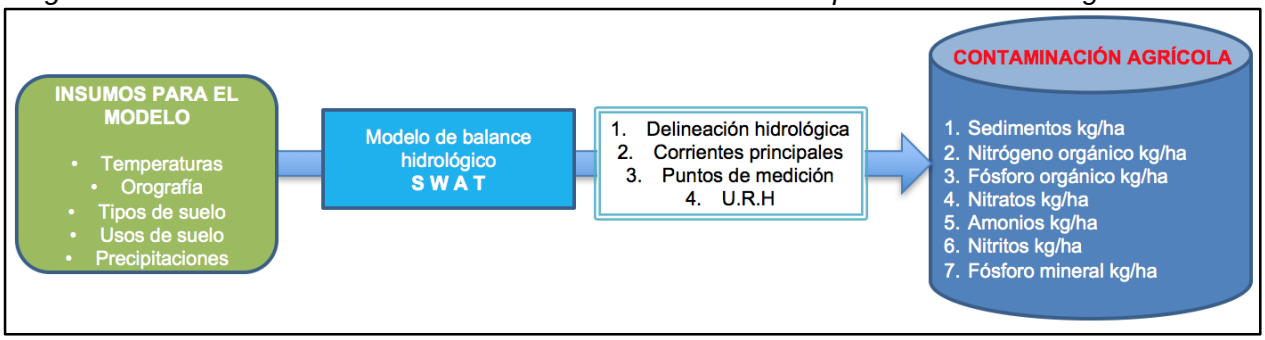


Fuente: Elaboración propia (2017)

Modelado hidrológico

Según (Sorooshian et al., 2013) un modelo es una representación simplificada del sistema del mundo real. El mejor modelo es el que da resultados cercanos a la realidad con el uso de diferentes parámetros. Los modelos se utilizan principalmente para predecir el comportamiento del sistema y para comprender diversos procesos hidrológicos. Un modelo de escorrentía puede definirse como un conjunto de ecuaciones que ayudan en la estimación de la escorrentía como una función de varios parámetros utilizados para describir las características de la cuenca. Los dos insumos importantes requeridos para todos los modelos son datos de lluvia y área de drenaje. Junto con estos, también se consideran las características de la vertiente del agua, como las propiedades del suelo, la cobertura vegetal, la topografía de la cuenca, el contenido de humedad del suelo y las características del acuífero. Los modelos hidrológicos son hoy un día considerado como una herramienta importante y necesaria para el manejo de los recursos hídricos y ambientales.

Diagrama 1 Modelo de simulación de la contaminación difusa proveniente de la agricultura



Fuente: Elaboración propia (2017)

Metodología del Soil and Water Assessment Tool

SWAT realiza sus simulaciones de manera diaria, mensual o anual y está diseñado para predecir el impacto del uso y manejo del suelo en el agua, sedimentos y rendimientos agrícolas en las cuencas hidrológicas. El modelo está basado en procesos y es capaz de realizar simulaciones de largos periodos de tiempo. Los principales componentes del modelo son el clima, la hidrología, temperatura y propiedades del suelo, cobertura vegetal, nutrientes, plaguicidas y uso del suelo.

En el SWAT, una cuenca está dividida en múltiples subcuencas, que luego se subdividen en Unidades de Respuesta Hidrológicas (URH) que consisten en unidades homogéneas, en cuanto al uso de la tierra, manejo, topografía y características del suelo. Las URH se representan como un porcentaje del área de la cuenca. El balance hídrico es la fuerza impulsora detrás de todos los procesos en el SWAT porque afecta el crecimiento de las plantas y movimiento de sedimentos, nutrientes, pesticidas y patógenos, a lo largo de la cuenca. La simulación de la hidrología de las cuencas determina la cantidad de agua, sedimento, nutrientes y pesticidas que son recibidos por el canal principal.

El ciclo hidrológico está impulsado por el clima, el cual provee, humedad y entradas de energía, en forma de precipitación, temperatura, radiación solar, velocidad del viento y humedad relativa que controlan el balance hidrológico de las cuencas. SWAT puede leer estos datos observados directamente desde archivos o generar datos simulados en tiempo de ejecución a partir de los datos mensuales observados. Los procesos hidrológicos simulados por SWAT incluyen: Almacenamiento de agua de la vegetación, escurrimiento superficial, infiltración, evapotranspiración, flujo lateral, láminas de drenaje, perfil del suelo, el consumo por medio del

bombeo (si existe), retorno de flujo y recarga por filtración desde la superficie, cuerpos de agua, estanques y canales tributarios.

SWAT modela el movimiento y la transformación de varias formas de nitrógeno y fósforo, plaguicidas y sedimentos en la cuenca. El balance hídrico de los embalses incluye entrada, flujo de salida, lluvia, evaporación, filtraciones y desviaciones. Una vez que se concluye la fase relacionada al modelado hidrológico, se obtienen los datos referentes a la cantidad de agua que escurre por los diferentes canales de la cuenca.

Ecuación 13 Ecuación del modelo hidrológico utilizado

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^{t} (R_{day} - Q_{surf} - E_a - w_{seep} - Q_{gw})$$

Fuente: (Neitsch et al., 2009).

Insumos para el modelo

Topográfica:
El Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0) es un producto que representa las elevaciones del territorio continental mexicano, mediante valores que indican puntos sobre la superficie del terreno, cuya ubicación geográfica se encuentra definida por coordenadas (X, Y) a las que se le integran valores que representan las elevaciones (Z) (CONABIO, 2017).

Uso de suelo y vegetación:
Los Conjuntos de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 - Serie V, contiene información del Uso del Suelo y Vegetación obtenida a partir de la aplicación de técnicas de fotointerpretación con imágenes de satélite Landsat TM5 seleccionadas del año 2011 (CONABIO, 2017).

Suelos:
El Servicio de Conservación de Recursos Naturales de los Estados Unidos (NRCS) clasifica los suelos en cuatro grupos hidrológicos basados características de infiltración de los suelos (CONABIO, 2017).

Clima:
La información referente al clima para la alimentación del modelo se obtuvo de la base de datos CLImate COMputing project CLICLOM (CICESE, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

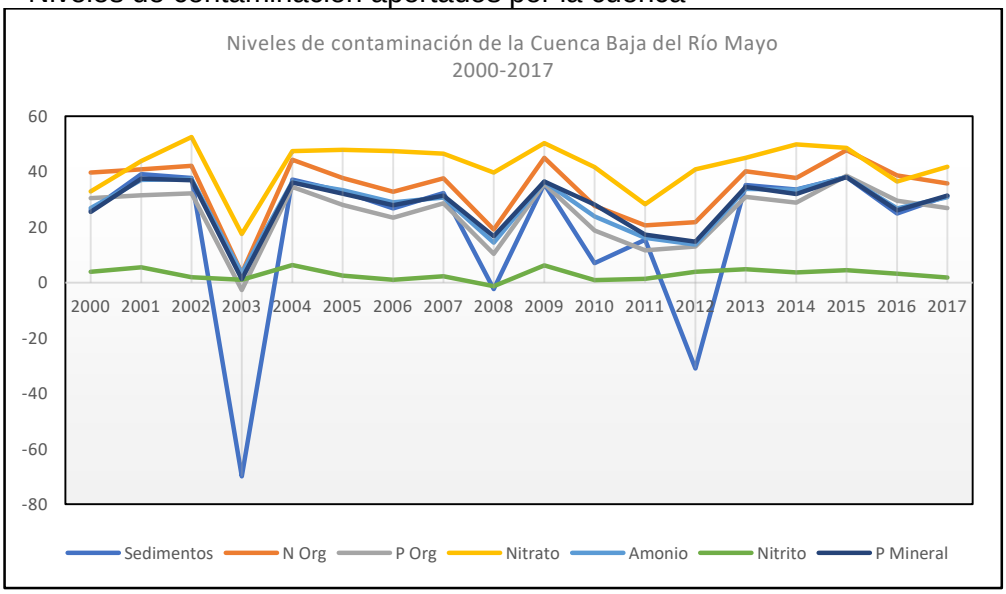
La simulación hidrológica, arrojó diversos indicadores de contaminación generados desde las zonas agrícolas y desplazados hacia los cuerpos de agua, como: cantidad de sedimentos, nitrógeno orgánico, fósforo orgánico, nitratos, amonios, nitritos y fósforo mineral. Estas substancias de acuerdo a la revisión bibliográfica (Xiao y Wi, 2007; Tran et al., 2010; Riva-Murray et al., 2010; Zhou, Wu, y Peng, 2012) generan daños en la calidad del agua, la cual es el insumo principal para desarrollar diversas actividades económicas establecidas en las zonas costeras, en las diferentes cuencas a nivel mundial.

En la actualidad, es difícil imaginar que las aguas residuales sean vertidas en el océano sin procesar, pero es una actividad que aún se realiza. Las substancias contaminantes, fluyen a través de los ríos hacia los océanos, provenientes de la explotación de campos mineros o agrícolas. La liberación de nutrientes químicos en el ecosistema oceánico, produce la reducción de los niveles de oxígeno, la decadencia de la vida vegetal, y una severa disminución en la calidad del agua de mar (Vikas y Dwarakish, 2015)

Diferentes enfermedades pueden ser causadas por factores físicos o ambientales externos, como la sobresaturación de nitrógeno, incremento en la temperatura, condiciones hipóxicas, variaciones de pH, eutrofización y químicos tóxicos como pesticidas y agroquímicos (Boyd, 2001).

Los resultados de la gráfica 1, muestran la cantidad de kilogramos de cada una de las substancias representadas, a la cual se les aplicó una función logarítmica para ser presentadas visualmente. El análisis revela diferentes aportes de substancias contaminantes provenientes de los suelos agrícolas, como resultado de la simulación hidrológica corresponde a los años entre 2000 y 2017.

Gráfica 1 Niveles de contaminación aportados por la cuenca



Fuente: Elaboración propia (2017)

CONCLUSIONES

La utilización de los Sistemas de Información Geográfica, dentro de los terrenos conformados por las cuencas hidrológicas, permite el análisis de una gran cantidad de parámetros para llevar a cabo diferentes análisis de importancia para los tomadores de decisiones.

Los resultados emanados de la aplicación del modelo SWAT en la cuenca baja del Río Mayo en el estado de Sonora, revelan aportaciones importantes de distintas substancias contaminantes, por parte de las actividades agrícolas. Estas substancias, al ser depositadas en las aguas costeras de la cuenca, generan eutrofización de los cuerpos de agua, demeritando principalmente parámetros como el oxígeno disuelto.

Esta información constituye indicadores importantes para ser incorporados en el análisis del grado de sostenibilidad de la actividad agrícola.

LITERATURA CITADA

Cardona, A., Carrillo-Rivera, J. J., Herrera-Zamarrón, G., & López-Álvarez, B. (2010). La contaminación del agua subterránea en México. En A. A. Ibarra, *CALIDAD DEL AGUA Un enfoque multidisciplinario* (pág. 308). México D.F., México: UNAM.

Caruso, B. S., O'Sullivan, A. D., Faulkner, S., Sherratt, M., & Clucas, R. (octubre de 2013). Agricultural Diffuse Nutrient Pollution Transport in a Mountain Wetland Complex. *Water Air Soil Pollution, 224*(10), 1695.

CICESE. (10 de 10 de 2015). *BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICA NACIONAL* . Obtenido de SISTEMA CLICOM: http://clicom-mex.cicese.mx

CONABIO. (15 de enero de 2017). *Portal de Geoinformación, Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad*. Obtenido de www.conabio.gob.mx: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

CONAGUA. (15 de 03 de 2017). *BANCO NACIONAL DE DATOS DE AGUAS SUPERFICIALES (BANDAS)*. Recuperado el 15 de 03 de 2017, de BANCO NACIONAL DE DATOS DE AGUAS SUPERFICIALES (BANDAS): http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/Portada%20BANDAS.htm

Bertalanffy, L. v. (1976). *Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones.* - : Fondo de Cultura Económica.

Boyd, C. E. (2001). *Prácticas de manejo para reducir el impacto ambiental del cultivo de camarón.* Auburn, Alabama, USA: Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University.

Daly, H. E., & Farley, J. (2004). *Ecological Economics Principles and Applications.* Washington, DC: Island Press.

FAO. (2015). *Carta Mundial de los Suelos.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma: FAO.

Haro, A., & Taddei, C. (2014). Sustentabilidad y economía: la controversia de la valoración ambiental. *Economía Sociedad y Territorio*, 743-767.

Haro, A., Arias, H., & Taddei, C. (mayo-agosto de 2015). El valor de los servicios ambientales en la cuenca baja del río Mayo. *Región y Sociedad, 27*(63), 31-59.

Hernández, M., & Medina, A. (2014). La calidad en el sistema agroalimentario globalizado. *Revista mexicana de sociología, 76*(4), 557-582.

Leal Soto, S. D., & al., e. (Ene/Mar de 2014). "Residuos de plaguicidas organoclorados en suelos agrícolas.". *en Terra latinoamericana, 32*(1), 1-11.

Molina, O. (Julio-Diciembre de 2012). Impacto ambiental de agroquímicos en los altos Andes merideños. *Visión Gerencial*, 326-340.

Neitsch, S., Arnold, J., Kiniry, J., & Williams, J. (2009). *Soil & Water Assessment Tool.* Texas: Texas Water Resources Institute.

Riva-Murray, K., Riemann, R., Murdoch, P., Fischer, J. M., & Brightbill, R. (diciembre de 2010). Landscape characteristics affecting streams in urbanizing regions of the Delaware River Basin. *Landscape Ecology, 25*(10), 1489-1503.

Sorooshian, S., Hsu, K.-L., Coppola, E., Tomassetti, B., Verdecchia, M., & Visconti, G. (2013). *Hydrological Modelling and the Water Cycle.* Texas: V.P. Singh, Texas A&M University, College Station, U.S.A.

Tran, C. P., Bode, R. W., Smith, A. J., & Kleppel, G. S. (enero de 2010). Land-use proximity as a basis for assessing stream water quality in New York State. *Ecological Indicators, 10*(3), 721-733.

Vikas, M., & Dwarakish, G. (2015). Coastal Pollution: A Review. *Aquatic Procedia, 4*, 381-388.

Xiao, H. G., & W, J. (enero de 2007). Relating landscape characteristics to non-point source pollution in mine waste-located watersheds using geospatial techniques. *Journal of Environmental Management, 82*(1), 111-119.

Zhang, J., Li, Y., Wang, C., & Huang, G. (22 de Enero de 2015). An inexact simulation-based stochastic optimization method for identifying effluent trading strategies of agricultural nonpoint sources. *Agricultural Water Management , 152*, 72-90.

Zhou, T., Wu, J., & Peng, S. (abril de 2012). Assessing the effects of landscape pattern on river water quality at multiple scales: a case study of the Dongjiang River watershed, China. *Ecological Indicators, 23*, 166-175.

ESTABLECIMIENTO DE ARBUSTIVAS FORRAJERAS DEL ESTADO DE SONORA

Diana M. Mc Caughey-Espinoza[1]
M. Magdalena Ortega-Nieblas[1]
Juvenal Velázquez-Caudillo[2]
Jesús Anaya-Islas[2]
Eduardo Canseco-Vilchis[2]

RESUMEN

El estado de Sonora cuenta con una gran diversidad florística, de gran valor forrajero que actualmente se encuentran en peligro de desaparecer o disminuir sus poblaciones, debido al mal manejo de los agostaderos y el cambio de uso de suelo (urbanización, agrícola, acuícola, industria minera y cementera, etc.), provocado serios problemas a los ecosistemas naturales. Por lo que en este trabajo fue Estudio de la adaptación de especies arbustivas nativas y de importancia forrajera del estado de Sonora. Se acondiciono una área de 2 ha y se le instaló un sistema de riego por goteo. Las especies involucradas fueron 10 arbustivas y 10 árboles, con edad promedio de 2 años. La sobrevivencia al trasplante, de las especies arbustivas fue de 70 al 90% y los árboles presentaron del 60 al 100%. Las arbustivas presentaron diámetros de tallos de 6.20 a 20.76 cm², diámetros de copas de 0.63 a 2.11m², alturas de 0.45 a 1.62 metros y el índice de crecimiento de los diámetros de tallos fue de 22.3 a 43.2%, coberturas de copas fue 28.8 a 67.4% con alturas de 17.0 hasta 48.6%. Los arboles tuvieron diámetros de tallos de 0.85 a 31.93 cm², diámetros de copas de 0.62 a 2.82m², alturas de 0.47 a 1.97 metros y el índice de crecimiento para los diámetros de tallos fue desde 15.2 a 77.0%, con coberturas de copas 12.9 a 61.5% y alturas 7.7 a 82.5%. Con la aplicación de los riegos, algunas especies presentaron floración de 3 a 4 veces al año.

PALABRAS CLAVES:
Jardín botánico, plantas forrajeras, arbustivas.

[1] Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. Hermosillo Sonora, México. Blvd Luis Donaldo Colosio S/N. esquina Sahuaripa y Reforma Edif. 7H Col. Centro. Tel: 662-2893793 ext 4633. diana.mccaughey@unison.mx
[2] Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Hermosillo Sonora, México. Carr. Bahía de Kino Km 21

INTRODUCCIÓN

En México, existen diferentes ecosistemas naturales con una gran variación en sus características fisiográficas, donde los sistemas de producción pecuaria se han tenido que adaptar a las condiciones propias de cada ecosistema. Destacando, por su importancia y productividad, las zonas tropicales, templadas, áridas y semiáridas. Sonora cuenta con 18, 493,400 hectáreas de superficie total, las cuales están distribuidas en 23 tipos de vegetación diferente y donde existe 16, 170,500 ha., que son de agostadero natural (Jaramillo, 1994). Los agostaderos dedicados a la producción animal, se encuentran seriamente deteriorados y su alto potencial productivo ha bajado considerablemente. Entre un 30 y 70 % de las especies nativas y de alto valor forrajero, y que actualmente presentan una fuerte disminución en sus poblaciones, tal es el caso del palo fierro (*Olneya tesota* A. Gray), zámota (*Coursetia glandulosa A. Gray),* cósahui (*Krameria parvifolia* Benth), entre otras, las cuales han tenido un fuerte consumo por los animales domésticos y silvestres, aunado a los desmontes masivos y el cambio de uso de suelo, no les ha permitido propagarse en forma natural, por lo que se encuentran en serios problemas que los podría llevar a desaparecer de sus propios ecosistemas.

El 83% del área total del estado de Sonora está siendo utilizada en programas de explotación ganadera, en donde alrededor de cinco millones de hectáreas, entre las cuales destacan el matorral arbosufrutescente, arborescente y alto espinoso, han sido afectadas en diferentes años por los desmontes totales y parciales para establecer praderas de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), muchas de las cuales han sido abandonadas por haberse establecido en sitios no aptos ó por mal manejo. Ibarra et al., (2005), estiman que existe por lo menos 1 millón de has., que presentan dichos problemas lo que ha bajado considerablemente la producción de forrajera (150-300kg/ha) al producir de 3 a 5 veces menos forraje. Las especies que fueron eliminadas, han sido sustituidas por especies invasoras con baja calidad nutricional, como el caso del chírahui (*Acacia cochliocantha* Willd), gobernadora (*Larrea tridentata* (Sesse y Moc Ex Dc) Coville) y rama blanca (*Encelia farinosa* Torr y A. Gray). Ante esta deplorable situación, es necesario establecer programas integrales de reforestación, que permita hacer una revegetación natural y artificial, utilizando especies arbustivas forrajeras nativas que presenten buenos índices de adaptación y alta capacidad de producción. Sin embargo, la revegetación natural está determinada por las oportunidades de las especies para diseminarse y del manejo que se les dé con el pastoreo del ganado, el cual debe de estar encaminado a la conservación de especies vegetales.

La realidad antes mencionada, demuestra que difícilmente se puede esperar una recuperación a corto plazo de estas áreas, aun cuando los bancos de germoplasma de estas especies existen en forma artificial o natural. Las semillas de plantas de interés alimenticio en la ganadería de la región presentan una baja disponibilidad en los bancos de semillas artificiales. Algunas semillas se encuentran bajo la superficie del suelo esperando las condiciones propicias para germinar, como también ya sabemos que parte de la producción de semillas son consumidas por los animales domésticos y silvestres. Las semillas que existen, en nuestros ecosistemas presentan inhibidores para su germinación por lo tanto requieren tratamientos pre-germinativos, lo que también impide que existan nuevos ejemplares en los ecosistemas en forma natural, y la baja disponibilidad de semillas en los bancos de germoplasma artificiales no son suficientes para llevar acabo siembras masivas en los agostaderos, y que los costos de rehabilitación son muy altos, por lo que deben realizar esfuerzos para buscar nuevas estrategias y mejorando así, las expectativas de estos ecosistemas. Por las razones anteriormente expuestas el objetivo del presente trabajo fue Estudio de la adaptación de especies arbustivas nativas y de importancia forrajera del estado de Sonora, con un sistema de riego presurizado, que permitió tener una fuente segura de semillas de las especies establecidas y de esa manera promover los programas de reforestación en las áreas más deterioradas del estado de Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

El presente trabajo de investigación, inicio en el mes de agosto de 2001 a diciembre del 2002, se llevó a cabo en el Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, localizado en el Km. 21 de la carretera Hermosillo a Bahía de Kino, el cual se encuentra a una altitud de 149 msnm, con latitud de 29°00´53´´ y longitud de 111°07´56,´´ con una precipitación de 150 mm al año y temperatura promedio de 23° C y dentro del tipo de vegetación denominado matorral arbosufrutescente.

El área seleccionada es de 2 hectáreas de terreno de agostadero del Campo Experimental, donde predomina un tipo de suelo denominado Migajon-Areno-Arcilloso y con una vegetación asociada de matorral con buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), el cual se acondicionó con labores de limpieza y cercada con alambre de púas (5 hilos), malla palomera de 50 cm. de altura alrededor

del área, para proteger a las plantas del daño de los roedores y lagomorfos (Figura1).



Figura1.- Jardín botánico y de árbol madre de arbustivas forrajeas

Instalación del sistema de riego

Considerando las condiciones de baja humedad del área y con el fin de asegurar el establecimiento de las plantas, el futuro desarrollo y producción de semillas, se instaló un sistema de riego por goteo, para proporcionar riegos de auxilio a las plantas en los períodos más críticos del año, como también hacer más eficiente la aplicación y uso del agua,

Para la instalación del riego por goteo se empleó el siguiente material: Manguera ciega p.e.de 16 mm., Gotero botón 4 lph, Tubo pvc ¾ c-40, Cople T ¾ x 15 mm, Tapón capa pvc ¾" c-40, Válvula pvc bla¾ cm., Filtro malla azud ¾ 150 MESH, Reducción campana pvc 1"x ¾, Tapón gotero y Capuchón.

La realización de las zanjas, para la instalación de la manguera se utilizó un tractor equipado con vertedera, la zanja se hizo a una distancia aproximadamente de 50 cm. de distancia del tronco (tallo) de las plantas. Estas mangueras están acondicionadas con tres goteros, separados cada uno a 40 cm para crear un bulbo de humedad en cada planta.

Aplicación de los riegos

Los riegos fueron aplicados 4 veces al mes con un lapso de tiempo de 4 horas cada uno, para generar un bulbo de humedad y mantener a las plantas en las mejores condiciones y asegurar su trasplante. A cada planta sele suministro aproximadamente 192 litros de agua al mes. (Marzo, abril, mayo y junio).

Obtención de arbustos y árboles.

Las especies utilizadas para el establecimiento del jardín botánico fueron propagadas y donadas

por el vivero de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR Zona II) y vivero del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora (Cuadro 1).

Distribución de las especies en el área de estudio.

Las especies que se utilizaron para este estudio, fueron seleccionadas tomando en cuenta lo siguiente: La gustosidad por el ganado, El contenido de nutrientes y su estatus como especies claves en el estado de Sonora, con serios problemas de reducción en sus poblaciones naturales que las está llevando a un inminente peligro de extinción en sus áreas naturales.

La distribución de las especies de plantas en el área de estudio y de acuerdo al sorteo realizado las plantas arbustivas se encuentran al lado sur y los árboles al lado norte. Las plantas presentaban una edad aproximada de 1 a 2 años antes de su trasplante,

Trasplante de las especies.

Se utilizaron 10 ejemplares por especie tanto de arbustos como de árboles, para el trasplante se hicieron hoyos de aproximadamente 1 metro de profundidad; con una broca rotativa, posteriormente se le despojó la bolsa de plástico de la planta (dejando el cepellón) y se colocó en el centro del hoyo, sele coloco tierra, se aplasto la tierra, con el fin de retirar el aire que pudiera haberse almacenado y ocasionar que las raíces se sequen y por último se les aplico un riego pesado para ayudar a la sobrevivencia y adaptación de las plantas, aplicándoseles 1 riego cada semana, durante 4 horas. La separación entre plantas fue de 3.5 metros entre cada planta tanto para árboles y arbustos.

Cuadro 1.- Lista de las especies de arbustos y árboles en estudio

Nombre común	Nombre científico
1.-Cósahui del norte	*Calliandra eriophylla* Benth
2.-Cósahui del sur	*Krameria parvifolia* Benth
3.-Chiltepin	*Capsicum annuum* Dunal
4.-Chamizo cenizo	*Atriplex canescens* Pursh, Nutt
5.-Sitiporo	*Desmanthus couvillei* (Britton & Rose) Wiggins ex B. L.Turner
6.-Jojoba	*Simmondsia chinensis* Link C. Karl. Schneid
7.-Zámota	*Coursetia glandulosa* A. Gray
8.-Piojito	*Caesalpinia pumila* (Britton & Rose) F. J. Herm
9.-Chamizo	*Atriplex Polycarpa* (Torr.) S.Watson
10.-Orégano	*Lippia palmeri* S. Watson
11.-Palo verde azul	*Cercidium microphyllum* (Torr) Rose y I. M. Johnst
12.-Palo blanco	*Ipomoea arborescens* (Humb y Bonpl. Ex Willd) G. Don
13.-Guayacan	*Guaiacum coulteri* A. Gray
14.-Mezquite	*Prosopis velutina* Wooton
15.-Palo Fierro	*Olneya tesota* A. Gray
16.-Palo verde chino	*Cercidium floridum* (Benth. ex A.Gray) S.Wats.
17.-Guásima	Guazuma ulmifolia Lam
18.-Mauto	*Lysiloma divaricatum* (Jacq.) J. F. Macbr
19.-Pochote	*Ceiba acuminata* (S.Watson) Rose
20.- Tepehuaje	*Lysiloma watsonii* Rose

Parámetros a evaluar

En el desarrollo de este estudio se realizaron dos tipos de actividades que permitieron alcanzar los objetivos planteados: Se instaló un sistema de riego que nos permitiera asegurar la sobrevivencia de las especies y producción de semillas y se plantaron 10 especies de arbustos y 10 de árboles.

Considerando el comportamiento especial de las especies en cuanto a su capacidad de adaptación y desarrollo en estos ambientes semi desérticos, se consideró adecuado evaluar cada una de las plantas en cuanto a sus características propias, midiéndose los siguientes parámetros: porcentaje de sobrevivencia, altura, diámetro de tallo, diámetro copa, fenología y el índice de crecimiento en % de las especies en estudio.

Para el porcentaje de sobrevivencia se tomó en cuenta el número de plantas que se establecieron de cada una de las especies, después de los 15 días de su trasplante en porciento. La medición dasométrica se llevó a cabo mediante la toma de datos de cada individuo midiendo el diámetro de tallo, diámetro de cobertura y la altura (Meza y Osuna 2003). La medición del diámetro de tallo se realizó al ras del suelo, el diámetro del tallo y cobertura, se usó una cinta métrica expresada en cm y metros, para ello se utilizó la siguiente ecuación.

$a=Xd*\pi/2$ Donde: a=Área
Xd=Diámetro
π=3.1416

El índice de crecimiento se realizó de acuerdo a Carrillo et al., 2007, y se expresó en porcentaje y se calculó utilizando la ecuación:

$$IC= \frac{Xf-Xi \quad * \quad 100}{Xf}$$

Donde:
IC = Índice de crecimiento en %
Xf = Valor obtenido al final del período para altura, diámetro de copa o área basal.
Xi = Valor obtenido al inicio del período para altura, diámetro de copa o área basal.

Para las especies de arbustos y árboles se consideró el promedio de las especies que sobrevivieron al trasplante en el lapso de un año.

Diseño experimental

Para este trabajo se realizó un cuadro latino, tanto para las arbustivas como las arbóreas, con el propósito que no se repitiera la misma especie entre hileras y columnas para posteriormente realizar otros estudios, sobre la preferencia del ganado por cada una de las especies ya establecidas, la influencia de la invasión del zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) con respecto al desarrollo de las mismas, la influencia de la auto propagación por semillas de las especies en estudio con respecto a las otras especies, la capacidad de adaptación los nuevos ejemplares, entre otros.

RESULTADOS y DISCUSION

Sobrevivencia al trasplante de arbustivas

La adaptación de las plantas arbustivas es muy importante sobre todo para los agostaderos de nuestra región. El comportamiento de adaptación y sobrevivencia al trasplante de las plantas arbustivas, fue satisfactorio mostrando de 90% de sobrevivencia para zamota, piojito y orégano, mientras que para sitiporo, cosahui del norte, y chamizo fue de un 80%, y en el caso de chamizo cenizo, jojoba, chiltepín y cosahui del sur fue de 70%, por lo tanto las arbustivas presentaron una excelente capacidad de adaptación y esto nos marca una respuesta favorable a la propagación mediante el trasplante cuando se maneja, con condiciones diferentes al manejo tradicional, si consideramos también que en este estudio la humedad con los auxilios de riego que fueron aplicados durante 4 meses.

Los resultados obtenidos en cuanto a la sobrevivencia al trasplante de las especies de chamizo fueron similares a los obtenidos por Loredo et al., (2007) donde ellos reportaron de un 60 a 90% de sobrevivencia al trasplante de chamizo (*Atriplex canescens* Pursh Nutt), al utilizar de 10 a 50 ton/ha de estiércol caprino. Parra y Sepulveda (1976), mencionan haber obtenido un 95% de sobrevivencia al evaluar el grado de adaptación como cultivo de la jojoba, dichos resultados son más atractivos que los obtenidos en este estudio y pudiera deberse a que los investigadores utilizaron plantas de jojoba más jóvenes por lo cual presentaron mejores resultados de adaptación que las plantas de más de un año de edad. Mc Caughey-Espinoza et al., (2016), evaluaron la sobrevivencia al trasplante del orégano como cultivo y obtuvieron un 95% de sobrevivencia al trasplante, con esto podemos señalar que los resultados son similares a los obtenidos en este estudio. Albella y Newton (2009), mencionan que existen valores arriba del 50% de sobrevivencia en algunas especies de arbustos de menos de 5 años de edad en el desierto de Mojave, y en lo que respecta a este estudio la mayoría de las especies de plantas de arbustos que fueron utilizadas presentaron en su primer año de establecimiento un excelente vigor en su adaptación por lo cual podrían superar los 5 años de establecimiento en cuanto a la sobrevivencia que menciona Albella y Newton (2009), con la aplicación de riegos de auxilio en la época crítica del año.

Altura de las plantas arbustivas

Al realizar las mediciones de altura las plantas como el piojito, zámota y chamizo alcanzaron una altura arriba de 1.50 metros, mientras que las plantas de chamizo y jojoba presentaron alturas promedios de 1.49 y 1.12 metros y las plantas que presentaron menores alturas fueron, sitiporo, orégano, chiltepín, cosahui del sur y cosahui del norte, al no alcanzar a llegar a un metro de altura, pero a su vez mostraron desarrollos normales para este tipo de arbustos que de acuerdo a sus condiciones en áreas silvestres donde su crecimiento es mucho menor (Cuadro 2).

Cuadro 2.-Comportamiento en promedio de las plantas de las especies de arbustos

Especies	Trasplante			Después del trasplante		
	Altura metros	Diámetro de tallo cm²	Diámetro de copa m²	Altura metros	Diámetro de tallo cm²	Diámetro de copa m²
Zámota	1.22	16.13	1.24	1.61	20.76	2.11
Piojito	1.23	9.01	1.17	1.62	13.07	1.94
Chamizo cenizo	1.17	12.03	1.21	1.49	18.47	1.96
Jojoba	0.89	6.11	0.99	1.12	10.75	1.39

Sitiporo	0.64	6.91	0.31	0.83	14.52	0.95
Cósahui del norte	0.39	4.90	0.32	0.47	7.87	0.63
Orégano	0.43	6.17	0.53	0.77	10.54	1.27
Chiltepín	0.37	4.23	0.41	0.72	6.28	0.64
Cosahui del sur	0.36	4.81	0.35	0.45	7.63	0.68
Chamizo	1.21	11.93	1.19	1.51	18.81	1.88

Turner et al., (2005) reportaron la altura de algunas especies arbustivas tales como, zamota (*Coursetia glandulosa*) que fue de 1.5 a 5 metros, piojito (*Caesalpinia palmeri)* 3 metros y Jojoba (*Simmondsia chinensis*) de 1 a 3 metros, tomando en cuenta que dichas plantas ya son consideradas como plantas adultas. Por otra parte Loredo et al., (2007), utilizaron estiércol de caprino obtuvieron una altura promedio de 57.3 cm en chamizo (*Atriplex canescens* Pursh Nutt). Mc Caughey-Espinoza et al., (2016), evaluaron la altura del orégano en dos sitios silvestres y cultivado, las plantas de los sitios silvestres presentaron alturas de 1.59 metros en Álamos y Puerto del orégano 0.92 metros, mientras que las plantas de orégano cultivado presentaron un promedio de 0.68 metros de altura durante los tres cortes que se les realizo, mientras en este estudio las plantas de orégano en promedio presentaron una altura de 0.77 metros.

Diámetro de tallo de las arbustivas

En lo que se refiere al incremento del diámetro de los tallos, en zamota, piojito, chamizo cenizo, sitiporo y chamizo presentaron un promedio de 13.07, 14.52, 18.47, 18.81 y 20.76cm² en promedio respectivamente de acuerdo al número de plantas sobrevivientes al trasplante, mientras que el resto de las especies de arbustivas como en el caso de jojoba, orégano, cosahui del norte, cosahui del sur y chiltepín presentaron de 10.75, 10.54, 7.87, 7.63 y 6.28cm² (Cuadro 2). En las zonas áridas, el establecimiento y crecimiento de las plantas es muy variado de acuerdo a las especies de plantas e incluso entre las plantas de la misma especie, por lo tanto una de las limitantes más importantes es el agua con la cual no cuentan por periodos prolongados, en los cuales no hay presencia de lluvias.

Diámetro de copa de las arbustivas

Al evaluar el diámetro de copa algunas especies como, Zamora, chamizo cenizo, piojito chamizo y jojoba, presentaron alturas de 2.11 a 1.39m², y quedando como rango intermedio el orégano con 1.27m² y el resto de las especies fue menor mostrando 0.64 a 0.95m² (Cuadro 2). Mientras que Loredo et al., (2007), presentaron promedios de diámetro de copa en chamizo (*Atriplex canescens* Pursh Nutt) de 1.03m², utilizando estiércol de caprino. Villa et al., (2011) en el cultivo de orégano (*Lippia graveolens* HKB) y a los 140 días después del trasplante obtuvieron un diámetro de copa de 1.15 m². Mc Caughey-Espinoza et al., (2016), al evaluaron el diámetro de copa del orégano de dos sitios silvestres y cultivado, obtuvieron que las plantas de los sitios silvestres presentaron un diámetro de copa en promedio de 1.12 m² en Álamos y Puerto del orégano 0.92 m², mientras que las plantas de orégano cultivado presentaron un promedio de 0.80 m² de altura durante los tres cortes que se les realizo, mientras que en este estudio las plantas de orégano en promedio presentaron una altura de 1.27 m². Si consideramos que las plantas en los dos sitios silvestres son plantas adultas ya establecidas y adaptadas a las condiciones adversas que existen en nuestra región y las de cultivo también a pesar que se les aplican riegos dichas plantas no presentan un diámetro de copa mayor a 1m², debido a que se podan (cosecha).

Índice de crecimiento de las arbustivas

Como una consecuencia directa con la aplicación de los riegos de auxilio para el establecimiento de las plantas arbustivas, se mostró un índice de crecimiento en el diámetro de tallo de 22.3 a

52.4%, para el caso del diámetro de copa fue del 67.4 al 36.7% respectivamente en el índice de crecimiento y por último la altura que fue de un 48.6 a un 19.9%, dichos crecimientos en estos tres parámetros evaluados muestran claramente que al suministrar agua en épocas criticas del año las plantas reaccionan satisfactoriamente presentando un comportamiento de crecimiento mejor que el de las plantas que están en su habitad natural, mostrando un mayor follaje y crecimiento, más kilogramos de materia fresca o seca, para el ganado doméstico o fauna silvestre, y tienen un alto valor nutricional considerándose una fuente de proteína de una excelente calidad y digestibilidad que caracteriza a las arbustivas forrajeras de nuestra región, como también más producción de semillas y de mejor calidad para futuras plantaciones en agostaderos deteriorados (Cuadro 3).

Cuadro 3.- Índice de crecimiento en porciento de las especies de arbustos

Especies	Índice de crecimiento en %		
	Diámetro de tallo cm²	Diámetro de Copa cm²	Altura cm
Zamota	22.3	41.2	24.2
Piojito	31.1	39.7	24.1
Chamizo cenizo	34.9	38.3	21.5
Jojoba	43.2	28.8	20.5
Sitiporo	42.4	67.4	22.9
Cosahui del norte	37.7	49.2	17.0
Oregano	41.5	58.3	44.2
Chiltepin	32.6	35.9	48.6
Cosahui del sur	37.0	48.5	20.0
Chamizo	36.6	36.7	19.9

La sobrevivencia al trasplante de árboles

Con respecto a la respuesta de las plantas de las diferentes especies de árboles que fueron trasplantados al final del estudio se obtuvo que estas presentaron una excelente adaptación que fue de 60 a 100% de sobrevivencias (Tabla 6), destacando especies como el palo blanco, mauto y tepehuaje los cuales obtuvieron 100% de sobrevivencia, seguidos de estos tenemos a palo verde chino, mezquite, palo fierro, palo verde azul con un 90% y guayacan con 80%, y tenemos a la guasima y pochote que presentaron de 70 y 60% de sobrevivencia. Esto nos indica que las especies de árboles que presentaron arriba del 80% de sobrevivencia al trasplante presentan una gran capacidad para responder al manejo de programas de trasplantes en áreas protegidas. Por otra parte debemos de considerar que las especies que presentaron menor sobrevivencia al trasplante se puede decir que tienen diferentes necesidades para su adaptación.

Ríos et al., (2011) evaluaron la sobrevivencia en mezquite (*Prosipis laevigata* (H. & B.) Jonhst), utilizando plantas con alturas de 45-60cm y le aplicaron 20gr de hidrogel y obtuvieron una sobrevivencia al trasplante del 88.33%, lo cual podemos señalar que es similar a la que se obtuvo en este estudio como también de la importancia de mantener a las plantas hidratadas para obtener porcentajes arriba del 50% de sobrevivencia en el trasplante.

Altura de las plantas de árboles

También se evaluó el desarrollo para el grupo de especies de crecimiento arbolado (Cuadro 4).

en cuanto a la altura que alcanzaron durante el periodo de evaluación encontrándose un impacto mayor con el auxilio de riego, ya que, alcanzaron altura cercana a los 2 metros, como fue en el caso de palo verde chino, palo blanco, mezquite y palo verde azul con 1.97, 1.95, 1.93 y 1.92 metros respectivamente. Seguido de estos tenemos al pochote, guasima, mauto, y tepehuaje con alturas de 1.82, 1.37, 1.25 y 1.17 metros. Las especies de árboles que presentaron más lento su desarrollo en cuanto altura fue el palo fierro con 0.90cm y el guayacan con 0.47cm. A pesar que existieron plantas que no alcanzaron aproximadamente los 2 metros de altura podremos considerar que dichas alturas son superior al desarrollo normal de dichas especies en los agostaderos, por lo tanto el proporcionarles agua en la época crítica del año fue muy satisfactorio al ver resultados.

De acuerdo a los resultados obtenidos por García et al., (2014), en mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.) de una edad de 11 años (5 años en vivero y 6 de establecimiento) presentaron una altura promedio de 3.719 metros. Dichos resultados difieren con los obtenidos en este estudio ya que las plantas de mezquite (*Prosopis velutina* Wooton) que se utilizaron tenían una edad de 3 años aproximadamente (2 años en vivero y 1 año de establecimiento), y presento una altura promedio de 1.93 metros. Mientras que Ríos et al., (2011), presentan alturas en mezquite (*Prosipis laevigata* (H. & B.) Jonhst) de 52.3-87.8 cm, dichos datos nos muestran que estas plantas son plantas jóvenes y la medición fue a los 3 meses después del trasplante, mientras que las plantas de mezquite (*Prosopis velutina* Wooton) que se utilizaron en este estudio presentaron una altura promedio de 1.93 metros al año de su trasplante por lo cual presentaron un excelente comportamiento con el auxilio del riego.

Turner et al., (2005) evaluaron la altura en arboles de *Ipomea arborescens* y encontraron plantas de más de 12 metros, en palo fierro (*Olneya tesota)* de 5-10 metros, palo verde azul (*Cercidium microphyllum)* 6 metros y palo verde chino (*Cercidium floridum)* más de 12 metros. Si consideramos algunas de las especies de árboles evaluados en este estudio se muestra claramente que palo blanco, palo fierro, palo verde azul y palo verde chino presentaron excelentes alturas a pesar de la edad, en el caso de palo fierro es una especie de lento crecimiento.

Tabla 4- Comportamiento en promedio de las plantas de las especies de árboles

Especies	Trasplante			Después del trasplante		
	Altura metros	Diámetro de tallo cm²	Diámetro de copa m²	Altura metros	Diámetro de tallo cm²	Diámetro de copa m²
Palo verde chino	1.33	22.16	1.68	1.97	28.34	2.58
Palo blanco	1.41	19.13	2.07	1.95	31.93	2.78
Guayacán	0.38	0.67	0.54	0.47	0.85	0.62
Mezquite	1.31	23.42	1.89	1.93	30.68	2.82
Palo fierro	0.69	6.12	0.81	0.90	7.45	0.98
Palo verde azul	1.41	22.94	1.36	1.92	29.28	2.65
Guasima	0.98	4.13	1.53	1.37	17.16	2.25
Mauto	0.89	0.97	0.42	1.25	4.21	1.09
Tepehuaje	0.64	0.89	0.64	1.17	1.11	1.06
Pochote	1.48	19.52	1.56	1.82	23.15	2.01

Diámetro de tallo de los árboles

En lo que se refiere al incremento del diámetro del tallo de las especies arbóreas el palo blanco,

presento mayor diámetro en promedio de 31.93cm², seguido de este se encuentro al mezquite con 30.68 cm², y palo verde azul con 29.28cm², y palo verde chino con 28.34cm², quedando en un rango intermedio, el pochote con un promedio con un promedio de 23.15cm² y la guasima con 17.16cm², mientras que el guayacan, tepehuaje, mauto y palo fierro, fueron registraron menor incremento en el diámetro tallo con promedios de 0.85, 1.11, 4.21, 7.45cm², lo que puede atribuirse a que las especies de guayacan y palo fierro, son árboles que presentan diferentes comportamientos entre si y estos dos últimos tienen un lento crecimiento, comparado al resto de las especies de arbole en estudio y en el caso del mauto y tepehuaje son plantas jóvenes de un año de edad aproximadamente (Cuadro 4)

Al comparar los resultados con los de Ríos et al., (2011), evaluaron el diámetro de tallo en mezquite (*Prosipis laevigata* (H. & B.) Jonhst), obteniendo 8.63cm² a los 63 días después del trasplante utilizando 20gr de hidrogel por planta. García et al., (2014), reportaron un diámetro de tallo en mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.), de 93.415 cm², dichos árboles se podrían considerar como adultos y tomando en cuenta que el sitio de plantación fue una área agrícola, con una precipitación pluvial anual de 648 mm, por lo cual los datos no son similares a los obtenidos en este estudio tomando en cuenta que en nuestra región tenemos una precipitación pluvial de 150mm al año por lo cual obtuvimos un diámetro de tallo en mezquite (*Prosopis velutina* Wooton) de 30.68 cm².

Cabe señalar que los resultados que obtuvimos en este estudio, los árboles mostraron un excelente porte (vigor) obteniéndose buenos diámetros de tallos por lo tanto es importante señalar que la aplicación de los riegos, se reflejó notoriamente en la adaptación de las especies en el trasplante como, también tener el área protegida para evitar la presencia de ganado y lagomorfos.

Para obtener resultados a corto o mediano plazo de las áreas degradadas es importante enfocarnos en trabajos que nos permitan obtener resultados más precisos, y para ello es importante utilizar especies de la región ya, que son las que se adaptan con mayor facilidad a las condiciones existentes (altas y bajas temperaturas, escasas precipitaciones pluviales, plagas de insectos y enfermedades) lo que las hace menos vulnerables a morir como, también ir concientizando a las personas de la importancia de dichas especies maderables y no maderables en nuestros ecosistemas, para así mismo ir cambiando la cultura ambiental, la cual ha sido uno de los principales problemas con los que nos enfrentamos día a día, y así mismo poder mantener nuestros ecosistemas naturales.

Diámetro de copa de las plantas de árboles

Con respecto al desarrollo foliar de estas especies de árboles, se puede observar en el (Cuadro 4), donde plantas de palo blanco, palo verde azul, palo fierro y palo verde chino, mostraron una excelente cubierta vegetal con 2.78, 3.65, 3.12 y 2.58m² respectivamente que demostraron un excelente desarrollo de estas especies cuando tienen humedad disponible a través del año. Así mismo sus tallos alcanzaron un buen desarrollo mostrando una base definida y fuerte donde destacan estas mismas especies.

García et al., (2014), evaluaron en diámetro de copa en arboles de mezquite (*Prosopis grandulosa* Torr.) obteniendo un promedio de 17.88m², al compararlos con los obtenidos de este estudio el mezquite (*Prosopis velutina* Wooton) mostro un diámetro de copa de 2.82 m², tales resultados difieren mostrando una gran diferencia y puede deberse a la edad de los árboles, Garcia et al 2014, utilizaron arboles de una edad de 11 años mientras que los árboles en estudia llegaron a una edad de 3 años al ser evaluados, ente otros factores.
A pesar de que son plantas del desierto Sonorense son consideradas, que requieren poca agua,

por los resultados que se obtuvieron en este estudio, podemos mencionar que es importante la disponibilidad de agua para el establecimiento y crecimiento de las especies, ya que estas en su estado silvestre su crecimiento es lento aunado al pastoreo de animales silvestres o domésticos, baja precipitación, podas inmoderadas e incendios forestales lo que propicia un stress en las plantas y puede llegar en un momento dado a que estas mueran.

Índice de crecimiento de los árboles

También se presentó en el caso de las especies de árboles en este trabajo un importante índice de crecimiento (Cuadro 5) en cuanto al diámetro de tallo, mauto presento un 77.0%, guasima 75.9%, palo blanco 40.1%, y los que presentaron un índice de crecimiento medio fue para el resto de las especies con 15.2 a 23.7%. En lo que comprende para el índice de crecimiento del diámetro de copa fue para mauto 61.5%, palo verde azul 48.7% y tepehuaje 39.6%, seguidas de estas tenemos árboles que presentaron de 12.9% a 32.0% y en altura tenemos al palo verde chino con un 82.5% y palo blanco con 82.3%, siendo estos los que presentaron un mejor índice de crecimiento en cuanto altura, el resto de las especies de árboles mostraron de un 7.7 a 45.3%. De acuerdo a los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje del índice del crecimiento de los arboles podemos señalar que fueron favorables al presentar en los tres parámetros evaluados un claro crecimiento mostrando un tallo más firme, mejor altura y más follaje lo que es ideal para establecer programas de reforestación en áreas perturbadas del estado de Sonora, que nos permitan a corto o mediano tener áreas rehabilitadas con especies nativas (endémicas) y que presentan un contenido nutricional muy importante en cuanto a la producción de forraje y por ende se produciría mayor cantidad de carne o leche, como también tener mejor porcentaje de apariciones, logrando que la actividad ganadera del estado sea más rentable. Como también sin dejar a un lado, los beneficios que estas especies endémicas nos proporcionan gratuitamente a nuestro ecosistema.

Cuadro 5.-Índice del crecimiento en porciento de las especies de árboles

Especies	Índice de crecimiento en %		
	Diámetro de tallo cm^2	Diámetro de Copa m^2	Altura cm
Palo verde chino	21.8	34.9	82.5
Palo blanco	40.1	35.5	82.3
Guayacán	21.2	12.9	19.1
Mezquite	23.7	33.0	32.1
Palo fierro	17.9	17.3	23.3
Palo verde azul	21.7	48.7	26.6
Guasima	75.9	32.0	28.5
Mauto	77.0	61.5	21.6
Tepehuaje	19.8	39.6	45.3
Pochote	15.2	22.4	7.7

De acuerdo a todo lo anterior, es de gran importancia tomar interés en trabajar con plantas maderables y no maderables, las cuales nos genera una gran variedad de productos importantes para la existencia de los seres vivos. Las especies de plantas utilizadas en este estudio, para algunas de ellas fue imposible plantearlas en los resultados por tener nula información y de otras especies existe una escasa información sobre estudios similares con dichas especies.

Época de floración de arbustivas y árboles en estudio

La mayoría de las especies presentaron una madurez adecuada para iniciar su etapa de floración como, fue el caso de las especies de zamota, orégano, chiltepín, palo blanco entre otros presentaron más de 3 veces al año floración y se atribuye a los riegos que se le aplicaron en las épocas criticas del año, lo que es muy importante ya que esto permitirá tener suficiente material vegetal para realizar futuras propagaciones con estas especies y asegurando el material genético. Cabe mencionar que este tipo de plantas silvestre, algunas de ellas, presentan floración de una a dos veces al año, como también la producción de semilla varia año con año, y esto depende de la época de lluvias. En el mes de noviembre las plantas de palo blanco, palo verde chino, mezquite, palo fierro, palo verde azul, pochote, mauto, cosahui del sur, cosahui del norte, zamota, piojito, orégano, chamizo, chiltepín y sitiporo presentaron floración. En el mes de febrero: jojoba, chamizo cenizo, zamota, piojito, orégano, chiltepín. En Marzo: palo blanco, palo verde chino, mezquite, palo fierro, tepehuaje, jojoba, orégano, chamizo y sitiporo. Abril: cosahui del norte, jojoba, chamizo cenizo, zamota, piojito, orégano, chamizo y chiltepín. Junio tepehuaje, orégano y chiltepín y en el mes de Julio fueron: de palo blanco, palo verde chino, mezquite, palo fierro, piojito, orégano, chamizo y chiltepín, cosahui del sur, guayacán y mauto, dichas especies presentaron floración.

Los resultados obtenidos en este estudio son muy importantes debido a que los cambios fisiológicos de cada una de las especies de nuestra región han sido poco estudiadas lo que nos indica no se les ha dado la importancia que estas poseen en nuestros ecosistemas naturales, por lo cual es complicado realizar comparaciones.

Conclusiones y recomendaciones

El sistema de riego presurizado estimuló a las plantas de árboles y arbustos permitiendo asegurar su trasplante y su floración en más épocas del año y también presentaron buen desarrollo tanto de altura, diámetro de copa y tallo, por lo anteriormente mencionado esto nos genera más producción de semilla.

Se recomienda que al plantar la especie ya sea árbol o arbusto tengan un promedio de aproximadamente dos años de edad, ya que con esto se obtiene un 90% de sobre vivencia en el trasplante independientemente de la procedencia de las especies.
Cercar bien el área experimental con malla ciclónica, ya que esta ayudará a proteger mejor a las especies en estudio de los roedores.

Dar a conocer la importancia que estas especies representan como plantas forrajeras, como restauradoras del medio ambiente, por la fisonomía y restauración del suelo y como medicinales.

Utilizar las semillas que se produzcan en el jardín botánico de las especies establecidas, en las instituciones gubernamentales o por la misma institución para seguir estudiando estas especies, Esto con el fin de investigar la viabilidad de la semilla, o de reforestar áreas deterioradas y establecer una área con plantas de gran importancia forrajera para nuestra región es una opción que se tiene para evitar la desaparición de dichas especies y así asegurar el germoplasma para establecer plantaciones en los agostaderos los cuales están explotados o abandonados, también para conocer y entender más sobre nuestra flora endémica, de la cual nos falta mucho por aprender.

LITERATURA CITADA.

Abella, S. R., & Newton, A. C. (2009). A systematic review of species performance and treatment effectiveness for revegetation in the Mojave Desert, USA. Arid environments and wind erosion. Nova Science Publishers, Inc., Hauppauge, NY, 45-74.

Carrillo Flores R., Gómez Lorence F., Arreola Ávila J. G., 2007. Efecto de poda sobre potencial productivo de mezquitales nativos en la comarca lagunera, México. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Dgo. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 6:47-54p

García M. G. E. Jiménez P. J. Aguirre C. O. A. González R. H., Carrillo P. A., Espinosa R. M. y García G. D. A. 2014. Biomasa de dos especies de matorral en tres densidades de plantación en Tamaulipas, México. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales 10 (2): 52-59p

Ibarra F., Martín M. H., Moreno M. S., Denogean F. G. y Gerlach L. 2005. El zacate buffel como una alternativa para incrementar la rentabilidad de los ranchos en la zona serrana de Sonora. Revista Mexicana de Agro negocios, 9 (16): 521-529.

Jaramillo V. V., 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas templadas de México. Ed. INCA RURAL-COTECOCA. México, 11-40 p

Loredo O. C. 2007. Chamizo: Forraje de calidad en zonas semiáridas. SAGARPA-INIFAP. Folleto técnico 30. 53P

Parra H. y Sepúlveda B. 1976. Avances de la investigación sobre la jojoba en el estado de Baja California Sur. Memorias de la II Conferencia Internacional sobre la Jojoba y su Aprovechamiento. 10-12 de febrero de 1997. CONACYT. Ensenada B. C. N México. 25-36 p.

Mc Caughey-Espinoza D. M., Ortega-Nieblas M. M. y Robles-Burgueño M. R. 2016. Establecimiento del cultivo del Orégano *Lippia palmeri* Watson calidad del aceite esencial. X Simposio Internacional sobre Flora Silvestre en Zonas Áridas. 12-14 de octubre 2016. 163-173p

Meza S., R., Osuna E., L. 2003. Estudio dasométrico del mezquite en la zona de las pocitas, B. C. S. SAGARPA-INIFAP-CIRNOR. México. Folleto científico. 3:1-7p

Ríos S. J., Rivera G. M., Valenzuela N. L., Trucios C. R., y Rosales S. R. 2011. Diagnosis of mesquite reforestation and methods for increasing survival in Durango, Mexico. Revista Chapingo serie Zonas aridas 11 (2): 53-67 p

Turner, R. M., Bowers, J. E., & Burgess, T. L. (2005). Sonoran Desert plants: an ecological atlas. University of Arizona Press: Tucson, AZ

Villa-Castorena, M., Catalán-Valencia, E. A.;Arreola-Ávila, J. G.; Inzunza-Ibarra, M.A. López, A. R. 2011. Influencia de la frecuencia del riego en el crecimiento de orégano (*Lippia graveolens* HKB). *Revista Chapingo, serie ciencias forestales y del ambiente*, 17 (spe), 183-193.

EL AGAVE AZUL (*Agave tequila* Weber) LA SUSTENTABILIDAD DEL MPIO. EL GRULLO, JALISCO

Rubén Darío Guevara-Gutiérrez[1]
Héctor Arnulfo Pérez-Guerrero
Oscar Arturo Barreto-García[1]
Oscar Raúl Mancilla-Villa[2]
José Luis Olguín-López[1]
José Manuel Ramírez Romero[1]

[1]*Departamento de Ecología y Recursos Naturales del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. rguevara@cucsur.udg.mx*
[2]*Departamento de Producción Agrícola del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara*

RESUMEN

En el municipio de El Grullo, Jalisco-México, se cuantificaron las plantaciones de agave azul a nivel parcela las que conforman un mosaico social; en ellas se identificó el manejo proporcionado al cultivo (compañías y agricultores) así como la distribución dentro del municipio, los costos de comercialización y las formas de manejo (agronómico y cultural), con lo que se procuró proponer planteamientos de manejo y desarrollo a nivel municipal, impactando la sustentabilidad regional y aportando elementos que apoyen la creación de bases de datos del cultivo a nivel municipal que fortalezca la base oficial existente de SAGARPA, Consejo Regulador del Tequila (CRT), y el sistema producto agave azul de la región; esta base solamente considera aquellas parcelas registradas ante el CRT y que de alguna manera, reciben apoyo por parte del gobierno (PROCAMPO). El desarrollo metodológico consistió en georeferenciar cada parcela; se estimó la tasa de deforestación, finalizando con entrevistas semi-estructuradas a los manejadores.

Palabras clave: Agave azul, sustentabilidad, deforestación, cambio de uso de suelo.

INTRODUCCIÓN

La SAGARPA (2013) define la sustentabilidad como "el uso de servicios y productos, que responden a las necesidades básicas, mejoran la calidad de vida y a la vez, minimizan el uso de recursos naturales y materiales tóxicos, así como las emisiones de desechos y contaminantes durante el ciclo de vida del servicio o producto, sin poner en riesgo las necesidades de las generaciones futuras"; los impactos ecológicos que estas emisiones pudieran generar menciona esta secretaria se definen como la “modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”. Guevara *et al.* (2009) y Guevara *et al.* (2013) mencionan que ante la modificación del recurso, se genera el proceso de degradación del ambiente, inducido y acelerado por el ser humano, disminuyendo o destruyendo el potencial de los recursos naturales (suelo, agua y planta principalmente) efecto del establecimiento extensivo e intensivo del agave azul. Gerritsen y Martínez (2010) menciona que estas extensiones son basadas en la problemática enfrentada por las industrias procesadoras de agave azul y caracterizada por la dinámica de la oferta la demanda del producto y la escases de la materia prima ante presencia de plagas y enfermedades en el cultivo. Duran (2006) reconoce que la demanda del producto piña de agave alteró el ciclo natural del cultivo.

Debido a la demanda del tequila, el Consejo Regulador del Tequila (CRT) buscó nuevas tierras para el cultivo, propiciando el cambio de uso de suelo y patrón de cultivo en la región Sierra de Amula en el estado de Jalisco, efecto exponenciado debido al establecimiento extensivo e

intensivo de las plantaciones. Este impacto en la región, ha sido básicamente sobre el Bosque Tropical Caducifolio (BTC) como efecto del cambio de uso del suelo y/o deforestación (Guevara *et al.,* 2009). Dicho problema ha generado un daño irreversible sobre los recursos naturales, en el cual se ven afectados la flora por efecto de la deforestación y la fauna por efecto de la pérdida de su hábitat; así como en los recursos naturales no renovables, como lo son el agua y el suelo, por efecto del proceso erosivo, lo cual puede ser observado con la identificación de diversas formaciones erosivas en las parcelas de agave (Guevara *et al.,* 2007; Guevara *et al*., 2005).

A través de los años el agave azul ha presentado diversos cambios en su curva de crecimiento; en el municipio de El Grullo entre 1995 a 2002 tuvo una producción promedio de 195.7 hectáreas (Gerritsen y Martínez, 2010) hasta llegar a una producción de 461.50 hectáreas en el año 2008 (SAGARPA – OEIDRUS, 2013). En esas fechas debido a la demanda establecida por la industria de agave - tequila el costo del kilogramo de piña de agave oscilaba entre 16 y 18 pesos (ganancias aproximadas de 2´800,000.00 pesos) y la producción de una hectárea de maíz 1,200.00 pesos aproximadamente, lo que reflejó ser un buen negocio para los agricultores (Guevara, 2010).

Gerritsen y Martínez (2010) mencionan que la expansión del cultivo de *Agave Tequila* Weber en la Región Sierra de Amula y principalmente en el municipio de El Grullo, Jalisco, significó una serie de cambios en cuestión de la producción del cultivo, manifestando en una tendencia positiva en la producción a partir del año de su implantación de 2001 hasta el 2008, y a partir del 2009 reportándose una tendencia negativa en la producción del cultivo hasta la fecha.

Duran (2006) mencionó que debido a la demanda del producto de piña de agave para el procesamiento del producto tequila, el ciclo natural del cultivo ha sido alterado con el uso de agroquímicos, sacando el producto en un tiempo más corto. Guevara *et al.* (2009) establecen que el empleo de los agroquímicos fue con el objetivo de evitar la maleza en el suelo, situación que mantuvo los suelos sin arvenses generando efectos irreversibles sobre la fertilidad del suelo y arrastre del suelo hacia presas, ríos o sistemas de riego efecto de la escorrentía producida posterior a la lluvia.

Flores y Zamora (2003) establecen que la aceptación del cultivo de agave azul en la región, fue debida al apoyo que éste recibió por parte de los programas de gobierno a partir de 1997; adicional a ello, el establecimiento de una compañía tequilera en el municipio de Autlán de Navarro en 1996 y el reconocimiento de estar ubicados dentro del Territorio de Denominación de Origen (TDO) para la producción de tequila favorecieron a la aceptación del cultivo y su establecimiento en la región. Esta aceptación provocó el desplazamiento de cultivos principalmente de maíz y sorgo, como efecto directo de su baja rentabilidad. Situación que menciona Duran (2006) generó la pérdida de sistemas de producción tradicionales. En este sentido Guevara *et al.* (2013) reconocieron que el principal motivo que propició que los agricultores aceptaran el agave azul en la Región Sierra de Amula en el Estado de Jalisco como uno de los cultivos de mayor importancia, fueron los beneficios económicos que de él se obtendrían, sin considerar las repercusiones ecológicas que traería en el manejo y conservación de sus recursos naturales o, en la transformación cultural de manejo de otros cultivos manejados tradicionalmente.

En la actualidad las extensas plantaciones de agave azul son propiedad de grandes empresas tequileras o arrendadas por ellas en contratos que generalmente dejan al dueño de la tierra en desventaja (Parsons, 2012). Núñez (2011) menciona que los contratos de arrendamiento dan beneficio y seguridad económica a quien renta la tierra, deja de ser dueño durante el tiempo que dure el cultivo. Guevara (2010), reconoce la importancia de estos contratos siempre y cuando beneficien ambas partes, sin embargo, establece que más del 50% los contratos no son firmados

por las compañías que arrendan, sino que estos son firmados por los intermediarios o en el peor de los casos no son firmados. Gerritsen y Martínez (2010) manifiesta que aunque el pago por la renta es bajo, es aceptable porque no hay inversión monetaria ni trabajo que sustente económicamente al propietario, a lo que suma como ingreso los subsidios agrícolas como el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO).

En el presente trabajo se plantea conocer la distribución de las plantaciones de agave azul, el manejo proporcionado al cultivo por las compañías de agave-tequila y agricultores, costos de comercialización y adicional a ello, la identificación de las diversas formas de manejo (agronómico y cultural), lo que conforma un mosaico social y a partir del que se procuran planteamientos de manejo y desarrollo del cultivo a nivel municipal que impacte la sustentabilidad regional, aportando elementos que apoyen la creación de bases de datos del cultivo a nivel municipal que fortalezca la base oficial existente de SAGARPA y el Consejo Regulador del Tequila (CRT), y a su vez, a la cadena del producto agave azul de la región. Se considera que la base oficial de datos de agave azul (SAGARPA y CRT) solamente toma en cuenta aquellas parcelas registradas ante el CRT, que de alguna manera reciben algún apoyo por parte del gobierno (PROCAMPO). La importancia del presente estudio se establece en el impacto que ha generado la distribución de las áreas del cultivo agave azul (*Agave tequilana Weber*) sobre el desarrollo económico, ecológico y social a nivel municipal. Esta actividad es desarrollada por compañías productoras de agave - tequila y agricultores, situación que adicional a las diversas formas de manejo agronómico y cultural, supone impacto sobre los ejes de la sustentabilidad

Basado en las especulaciones del mercado la piña de agave para la producción de tequila, licor, miel e inulina entre otros, hace suponer que en la actualidad, la dinámica de mercado (oferta y demanda) genera fuertes expectativas sobre la demanda de la materia prima y los costos de producción por efecto del consumo. Esta situación, en el municipio se ha observado representa la transformación o cambio de formas y tradiciones culturales de las actividades de los agricultores, ya que éstos en su mayoría dependían de otras actividades productivas. Es entonces que basados en las perspectivas de los agricultores con respecto a los beneficios generados de las plantaciones y su impacto en su vida cotidiana, se supone que será representativo de lo que sucede con los demás productores de otros municipios de la región.

METODOLOGÍA

Descripción del área de estudio. El municipio de El Grullo se localiza al suroeste del estado de Jalisco (Figura 1), presenta alturas sobre el nivel del mar de 800 a 1700 metros; clima semi-seco con invierno y primavera secos y cálidos, con invierno benigno; temperatura media anual de 24.1º, máxima de 32ºC y mínima de 16.1ºC, Precipitación media anual de 854 milímetros (Julio a Octubre). Su extensión es de 15,720 hectáreas (49.2% agrícolas, 28.7% pecuaria; 12.7% forestal; 1.0% urbano y 1,321 hectáreas no especificado). La propiedad presenta una extensión de 6,395 ha (40.68%) privadas; 8,004 ha (50.91%) ejidales y 1,321 ha no especificado.

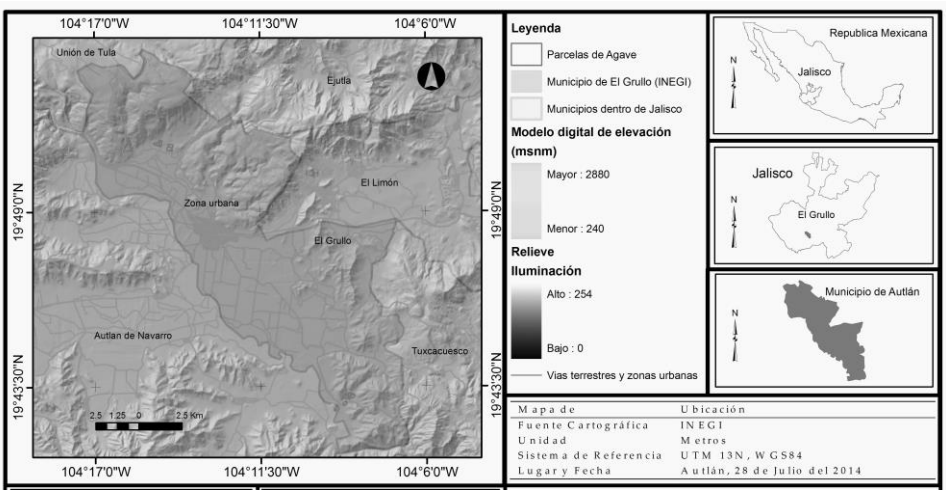


Figura 1. Ubicación del municipio El Grullo, Jalisco.

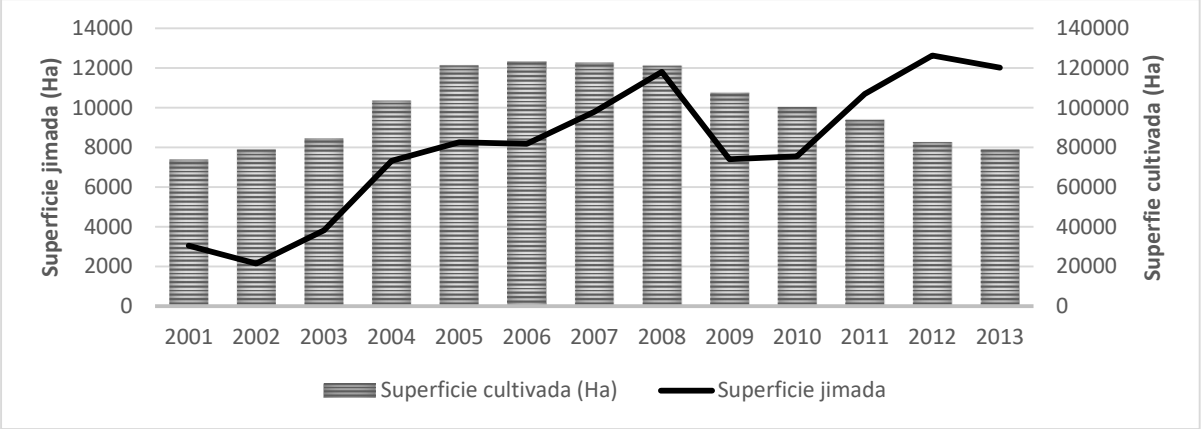
Métodos. Los métodos aplicados consistieron en: 1) Georeferenciación con GPS de cada parcela, considerando el sistema de referencia UTM, el Datum WGS84; 2) Identificación de las prácticas de manejo del cultivo realizadas por empresas o particulares; 3) Creación de base de datos y mapas del parcelado sobre edafología, modelo digital de elevación, pendiente y uso de suelo, basados cartografía de INEGI y empleando el programa IDRISI (V-3.2); 5). Cálculo de la tasa de deforestación mediante la relación:

$$T = \left(\frac{\ln A - \ln B}{n} \right) 100$$

Dónde: lnA, superficie del año actual (ha); lnB, superficie del año anterior (ha); n, diferencia de años entre A y B. Para estas etapas se emplearon Orthofotos, mapas de INEGI, imagen de satélite Landsat Tematic Maper, digitalizados en el programa Arc-Info (V-3.1) y analizado en el SIG Arc-View (V-3.1) e IDRISI para Windows como formato vector para ser convertido a formato RASTER (Eastman, 1992), bajo una clasificación supervisada de resolución 20m x 20m. 7) Aplicación de entrevistas semi-estructurada (cuestionarios) para manejadores de parcelas (Compañía y agricultores), siendo el tipo de diseño de investigación cuantitativo descriptivo, en el que define el problema, se utilizó un diseño transversal múltiple; escala de razón (Malhotra, 2004).

RESULTADOS

El estado de Jalisco es considerado el principal productor de agave azul y tequila del país (Gráfica 1), registra la mayor superficie plantada dentro de la Región de Denominación de Origen (RDO), la que ha tenido un crecimiento constante e irregular desde el 2000 hasta 2005, periodo donde el precio de la piña de agave registró su máximo valor ($11,432.13 tonelada) (OEIDRUS, 2013). Este precio hace suponer que los agricultores se motivaron a plantar dicho cultivo durante el 2005 a 2008, manteniéndose la superficie plantada en 120,000.00 hectáreas. En años subsiguientes debido a la sobreproducción del cultivo, su precio bajó hasta $1,086.37 por tonelada, por lo cual la superficie empezó a disminuir hasta registrar una superficie 79,076.67 hectáreas en 2013.

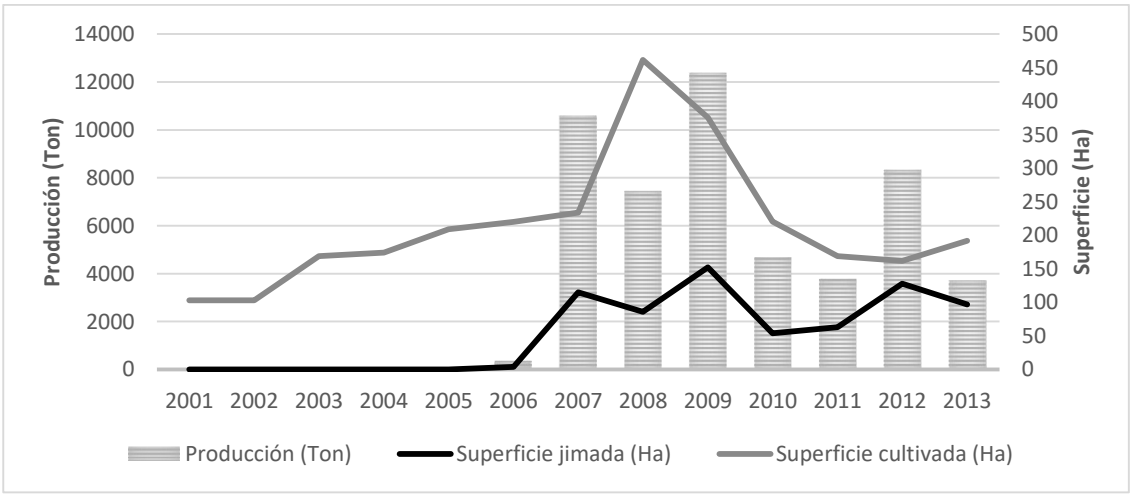


Gráfica 1. Producción de Agave azul en el estado de Jalisco.

En el municipio a partir del 2002 la tendencia del crecimiento del cultivo al 2008 fue positiva alcanzando un máximo de 461.50 hectáreas (Gráfica 2). Incremento que Guevara (2010) considera fue resultado de los $18.00 Kg que en esas fechas se pagaba por la piña de agave jimada.

De los registros obtenidos de las plantaciones en el municipio El Grullo, se observan que únicamente 47.88 hectáreas son distribuidas sobre 16 parcelas ubicadas en la zona norte en la comunidad Las Pilas y zona sur en la comunidad El Aguacate y cercanías del rancho Cucuciapa (Figura 2). Los reportes oficiales por la SIAP (2014) presentan una diferencia de 75% menos que la superficie la superficie oficial. Debido a esta diferencia se establecen los supuestos:

Los registros del parcelado realizado por el OEIDRUS-SIAP fue establecida dentro y fuera de la zona limítrofe del municipio, por ello se asume error de registro.
Los registros de las bases de datos oficiales no son confiables.



Gráfica 2. Producción de agave azul, municipio de El Grullo, Jalisco.

La sobreposición del parcelado sobre el uso de suelo, manifiesta la sustitución o cambio de uso de suelo y patrón de cultivo (Cuadro 1). Basado en estos resultados, se manifiesta que 50% de la superficie total del parcelado ha sustituido a otro cultivo, 95% de éste fueron cultivos de temporal (maíz principalmente); 35.5% del parcelado representa cambio de uso de suelo del suelo o deforestación (selva baja caducifolia) y 13% sustituyó a pastizales.

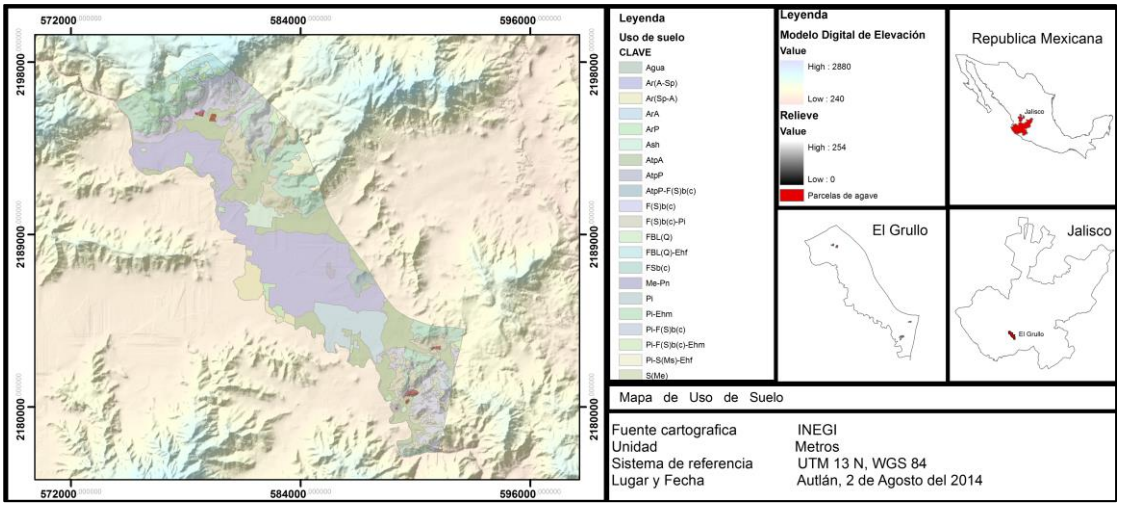


Figura 3: Distribución del parcelado de Agave azul y uso de suelo, El Grullo, Jalisco.

Los tipos de suelos en que fue plantado el agave azul son: Feozem gleyco y Feozem háplico (50.7%), la superficie restante se conforma por Gleysol y Fluvisol. Basado en Luegue (2005), los suelos Feozem está caracterizado por ser suelos muy fértiles y aptos para ser cultivados, pero también ser sumamente proclives a la erosión, lo que significa que más de la mitad de la superficie del parcelado se encuentra en terrenos favorables para un buen desarrollo del cultivo.

El grado de pendiente es un factor considerado de gran importancia en la prevención del proceso erosivo y de gran relevancia para el establecimiento de cualquier cultivo; se identifica que el parcelado fue plantado sobre 6 categorías (Cuadro 1); 59% fue plantado sobre pendientes de 5% o menores, lo que refleja parcelas aptas para realizar actividades agrícolas, y sobre las que existió cambio de patrón de cultivo y de suelos más aptos para esta actividad.

Productores de Agave azul. 100% de los propietarios del parcelado radica en el municipio; no obstante en este municipio habitan 4 ejidatarios que plantan agave sobre 124 hectáreas en otros municipios (Autlán de Navarro y El Limón) u otros que proyecta plantar en los límites de Autlán de Navarro y Ejutla 200 ha.

Cuadro 1. Ubicación de parcelado sobre tipos pendiente.

Rango de Pendiente	Tipo de terreno	Superficie (ha)	Proporción (%)
0-2%	Llano	11.36	23.73
2-5%	Suave	16.92	35.34
5-10%	Accidentado medio	11.64	24.31
10-15%	Accidentado	4.44	9.27
15-25%	Fuerte accidentado	2.68	5.60
25-50%	Escarpado	0.84	1.75
>50%	Muy Escarpado	-	-

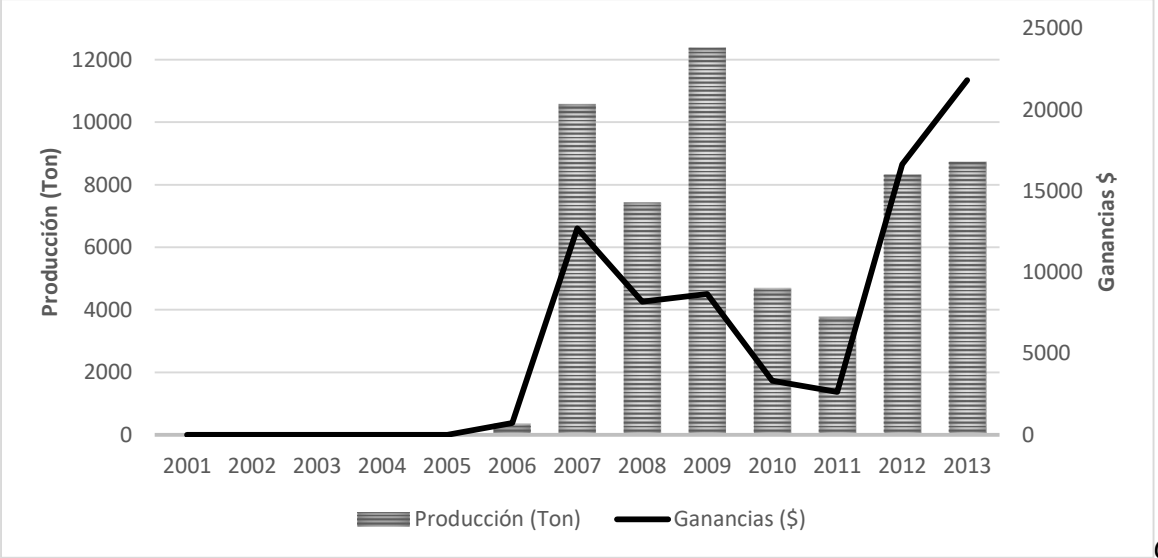
Ganancias económicas. Posterior al año 2001 en que se planta por primera vez el cultivo de agave azul en el municipio de El Grullo, Jalisco (registros oficiales), 2006 fue el año en que se realizó la primera jima del cultivo para el municipio, siendo hasta la fecha una actividad continua a través del tiempo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valor de producción del cultivo Agave azul, El Grullo, Jalisco.

Año de producción	Superficie jimada (Ha)	Producción (Ton)	PMR ($/Ton)	Valor de producción ($)
2001	0	0	0.00	0.00
2002	0	0	0.00	0.00
2003	0	0	0.00	0.00
2004	0	0	0.00	0.00
2005	0	0	0.00	0.00
2006	4	360.00	2,000.00	720.00
2007	115	10,580.00	1,200.00	12,696.00
2008	86	7,439.00	1,100.00	8,182.90
2009	152	12,377.60	700.00	8,664.32
2010	53.75	4,695.06	707.00	3,319.41
2011	63	3,780.00	700.00	2,646.00
2012	128	8,320.00	2,000.00	16,640.00
2013	97	8,730.00	2,500.00	21,825.00

En 2006 la primera jima de 4 hectáreas, representó ganancias económicas basadas en el precio oscilante a $2,000.00 por tonelada (SIAP, 2014), para ese año generaron ganancias de $720.00. Al año siguiente, la superficie jimada fue de 115 hectáreas alcanzando una producción de 10,580.00 toneladas, producción que no se reflejó en las ganancias por la venta del producto, ya que el valor de la producción fue de $12,696.00 como respuesta al desplome del precio del agave que alcanzó un valor para ese año de $1,200.00 tonelada. El desplome del precio del agave azul propició que el valor de la producción no se viera reflejado económicamente, ya que la superficie jimada osciló entre 53.75 y 152 hectáreas, obteniendo una producción máxima para el municipio de 12,377.60 toneladas en el 2009 dando un valor de producción de $8,664.32, valor que demuestra que este periodo el valor de la producción no era redituable para el agricultor.

A partir del año 2012 debido al ciclo natural de desarrollo del cultivo, aumentó la superficie jimada de cultivo, acompañado del aumento del precio de $2,000.00 tonelada hasta $2,500.00 en 2013 (SIAP, 2014). Durante este año en el municipio se jimaron 97 hectáreas obteniendo una producción de 8,730.00 toneladas, que comparadas a lo obtenido durante el 2009 (año de mayor producción con 12,377.60 toneladas), se obtiene el mayor beneficio económico debido al precio de la materia prima de ese año, generando ganancias de $21,825.00, registrando una diferencia de $9,447.4 en comparación al 2009; generando ganancias y con ello que el valor de la producción sea redituable para los agricultores (Gráfica 4).



Gráfica 4. Ganancias económicas del agave azul, Mpio. El Grullo, Jalisco.

Arrendamiento. Basados en las encuestas, 100% de los agricultores tienen arrendadas sus parcelas con una empresa "Destiladora". Expresan que la empresa, es responsable de las labores, situación que obedece a edad avanzada de los propietarios o que sus hijos han emigrado, lo que evita que la familia continúe de forma tradicional con las labores del campo. El contrato, asegura un ingreso anual al productor, lo que representa el único medio de asegurar su producto y así la entrada de recursos económicos. Se observa que la falta de un sistema de riego, evita la proyección para establecer otro cultivo; y finalmente la incertidumbre ante la falta de un comprador que garantice la compra del producto, evita que el propietario plante por su cuenta.

Situaciones generan un cerco en beneficio de la industria agave–tequila a ser solamente ellos quienes cultiven el agave azul, obligando a los agricultores a acceder a las condiciones en que trabaja esta industria, lo que genera el desarraigo de los productores a sus tierras, al grado de no estar enterados del manejo proporcionado a sus parcelas durante el desarrollo de las plantaciones (al menos en 6 años que duran las plantaciones) o las condiciones en que será entregada su propiedad al finalizar el contrato. Cuestionando a los productores sobre el poder conocer los contratos, ellos se mostraron renuentes bajo una respuesta negativa. Adicional a ello, se reconoce que ninguno de los productores está inscrito ante el Consejo Regulador del Tequila (CRT), cadena u organización referente a la cadena productiva de agave azul, lo que provoca inconvenientes debido a la falta de identidad de grupo y la ausencia de apoyos.

Residuos de la jima. Los residuos de la jima, comentan los propietarios es deshacerse de ellos mediante la quema o ser acumulados en las orillas de las parcelas para su lenta incorporación al suelo (Figura 3). Los habitantes de la región ignoran algún uso secundario o artesanal de estos residuos; no obstante están interesados en la capacitación para el uso de éstos.

Perspectiva social y económica. El cultivo de agave azul desde su llegada a la región generó grandes perspectivas de bienestar económico y social entre los productores. Este cultivo como generador de empleos en promedio 20 personas trabajan de jornaleros para la empresa, adicional al pago de arrendamiento. El beneficio económico presenta una tendencia cíclica dependiente de la oferta y la demanda, que se refleja en el aumento o disminución de la superficie plantada (SIAP, 2014). El agave azul ha proporcionado la seguridad de percibir al menos un ingreso anual fijo, sin arriesgar su economía en otros cultivos, lo que ha provocado el desplazamiento de otros cultivos, pero principalmente del cultivo de maíz; y en los agricultores el desinterés por trabajar sus

parcelas. Provocando la modificación de las estructuras sociales y culturales al ser modificado los patrones de uso del suelo (pérdida de conocimientos tradicionales en las formas de cultivar) y por consiguiente en la percepción económica familiar del municipio y de la región.



Figura 5. Residuos de jima de agave

Impacto ambiental. Las formas en que es manejado el cultivo por parte de las compañías (uso indiscriminado de agroquímicos, cultivo en laderas, cambio de uso de suelo y el suelo desnudo entre otros factores) ha sido fuertemente cuestionado, ya que favorece el impacto hacia los recursos naturales (Selva Baja Caducifolia), pérdida de hábitats de fauna silvestre, reducción de la captación de agua de lluvia y por consiguiente la recarga de los mantos acuíferos, así como la degradación del suelo.

CONCLUSIONES

A más de 15 años de la presencia del agave azul en el municipio, es caracterizada por la tendencia cíclica dependiente de la oferta y demanda de la materia prima para la producción de tequila; materia prima oscilante en el mercado manipulado por intermediarios; tendencia de crecimiento en superficie que se supone se mantendrá en los próximos años. Adicional a ello se reconoce la falta de organización y planeación por parte de los agricultores, del sistema producto y de la industria agave–tequila para realizar de forma sustentable el desarrollo del cultivo.

Se observa que el arrendamiento ha provocado en los propietarios el desarraigo a sus parcelas, provocado de forma conveniente a la compañía realizar prácticas agronómicas y culturales poco sustentables, sin importar el daño ecológico, económico y social en perjuicio no sólo del agricultor sino también del municipio y la región. Se identifica que el manejo proporcionado al cultivo impacta sobre los recursos naturales (suelo, agua, vegetación y fauna), siendo frecuente la asociación del parcelado al cambio de uso de suelo y patrón de cultivo, a suelos desprovistos de vegetación, al uso indiscriminado de agroquímicos y pesticidas, al establecimiento de parcelas en alto grado de pendiente y la ausencia de prácticas de conservación (únicamente se implementa el surcado).

La falta de garantía que presentan los cultivos (sea el caso del agave azul, del maíz u otro) se ve reflejado en los bajos precios registrados en las actividades del sector primario, situación que se ha provocado en los agricultores la búsqueda de otras alternativas productivas de subsistencia en otros cultivos para sus terrenos, como lo fue el caso del agave azul en el municipio.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Duran A. A. L., (2006). Agave azul *(Agave tequilana Weber)* y el desarrollo rural sustentable: Estudio de caso del municipio de Tonaya, Jal. Requisito de titulación para el grado de Licenciatura para Ingeniero en Recursos Naturales y Agropecuarios. Universidad de Guadalajara. Pp. 20-50

Eastman, J.R. (1992). IDRISI. Clark University .Worcester, MA. USA. Pp. 153-210.

Flores P. E.M. y Zamora D. J. J., (2003). Análisis socio ambiental de la expansión del cultivo de agave azul *(Agave tequilana WEBE*R) en los municipios de Autlán de Navarro y Tuxcacuesco, Jalisco. Requisito de titulación para el grado de Licenciatura para Ingeniero en Recursos Naturales y Agropecuarios. Universidad de Guadalajara. Pp. 40-60

Gerritsen W. P. R. y Martínez R. L. M. (2010). Agave azul, Sociedad y Medio Ambiente. Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSUR), Universidad de Guadalajara.

Guevara G. R. D., Galván C. J. C., Pelayo S. R., Miramontes C. A. I. (2009) Degradación de suelos: “Efecto de manejo del cultivo de agave azul”. Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSUR), Universidad de Guadalajara y SAGARPA OEDRIUS.

Guevara G. R. D. Miramontes C. A. I. Pelayo S. R. Ramírez R. J. M. (2007). Distribución de la superficie del cultivo Agave Azul, municipio de Autlán de Navarro, Jalisco-México. Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara. http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible6/63/87.pdf

Guevara G. R. D. Ramírez R. J. M. Galván C. J. C. Baltazar B. J. C. Mancilla V. O. R. Lorente A. R. G. Guzmán H. L. (2005). Estudio del crecimiento de la frontera del cultivo de agave azul en la región costa sur del estado de Jalisco. III Congreso Internacional de Ordenación del Territorio. Universidad de Guadalajara. http://es.scribd.com/doc/37934618/Agave-Azul-Jal

Guevara G.R.D., R. Pelayo S., A. I. Miramontes C. (2013). Agave azul, distribución e impacto sobre la frontera forestal. Evaluación bajo la perspectiva ambiental del desarrollo sustentable. Editorial Académica Española, EAE. 92p.

Núñez H. A. (2011). La construcción de nichos alternos en el mercado de las bebidas espirituosas en México: Los licores de agave de Tonaya sin la protección de la Denominación de Origen del Tequila, ni Mezcal. Requisito de titulación para el grado de Maestro (A) en Antropología Social Pp. 80-100

Parsons. J. R. (2012). Los agaves en la economía tradicional. La jornada del campo. Núm. 53

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2013). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de http: www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2013). Impacto ambiental y tipos. Recuperado de http: www.semarnat.gob.mx/transparencia/transparenciafocalizada/impactoambiental/Paginas/impactoambiental.aspx.

PRODUCCIÓN DE GLOMALINA EN TRES ESPECIES DE GRAMÍNEAS

Pavel Francisco Espino-Cháirez[1]
J Natividad Gurrola-Reyes[1]
José Luis Hernández-Mendoza[2]
Jesús Gerardo García-Olivares[2]
Isaías Cháirez-Hernandez[1]

RESUMEN

La glomalina es una glicoproteína recalcitrante producida por hongos micorrízicos arbusculares y su presencia es utilizada como un indicador de la salud de los suelos. *Bouteloua curtipendula*, *Bouteloua gracilis* y *Chloris virgata* son especies que tienen una función ecológica y económica en los pastizales localizados en la región de los valles del estado de Durango, por lo que se busca caracterizar la producción de glomalina de estas especies y ver si varían entre si. Se muestrearon 15 sitios de estudio en la región de los valles del Estado de Durango de septiembre a octubre de 2015, de ahí se obtuvieron por triplicado muestras de suelos cercanas a las raíces de los pastos *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula* y *Chloris virgata.* La obtención de los datos de glomalina de fácil (GFE) y difícil extracción (GDE) fue mediante la metodología sugerida por Wright y Upadhyaya de 1998. Los valores encontrados son heterogéneos, donde la producción de *B. curtipendula* fue de 2.58 de media un rango de 0.60 - 6.89 mg g^{-1} de GFE y 9.11(2.61-33.27) mg g^{-1} de GDE, *B. gracilis* 2.41 (0.46-7.54) mg g^{-1} de GFE y 9.13 (2.03 - 34.68) de mg g^{-1} GDE y *C. virgata* 2.10 (0.49-7.15) mg g^{-1} de GFE y 6.76 (1.77-19.57) mg g^{-1} de GDE. Se aplico un ANOVA ($p<0.05$) encontrándose que la producción de GFE es diferente entre *B. curtipendula* y *C. virgata*, y que la producción de GDE es diferente entre *B. curtipendula* y *B. gracilis* contra *C. virgata*. Con estos resultados se concluye que existen diferencias de producción entre las especies de gramíneas y que para poder explicar dichas diferencias hacer falta variables explicativas para entender mejor este fenómeno.

PALABRAS CLAVE

Bouteloua curtipendula, *Bouteloua gracilis*, *Chloris virgata*, Pastizal, Glomalina

INTRODUCCIÓN

La glomalina es una glicoproteína termoresistente, insoluble al agua, que forma parte de la fracción de ácido fúlvico de los suelos y es producida por los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en los cuales forma parte de la pared de las hifas y sus esporas, asimismo, posee de 0.8% a 8% de hierro (Wright y Upadhyaya, 1996; Wright y Upadhyaya, 1998; Wright *et al*., 1998; Wright y Anderson, 2000; Wright, 2000; Rillig, 2004; Driver *et al*., 2005). Fue descubierta cuando se desarrolló el anticuerpo monoclonal Mab32b11, solo se ha reportado que el phylum Glomeromycota (Géneros: *Glomus, Acaulospora, Gigaspora, Scutellospora* y *Entrophospora*) lo produce en cantidades significantes (Wright *et al*., 1996), por tanto, es la principal fuente de origen en el medio ambiente (Lovelock *et al*., 2004a).

La glomalina se clasifica como glomalina de fácil extracción (GFE), glomalina de difícil extracción (GDE), estas clasificaciones son operativas, dicho de otra manera, son los métodos de extracción las que delimitan su categorización (Wright y Upadhyaya, 1996).

De manera general variados autores han sugerido que la glomalina puede ser utilizado como un indicador de múltiples factores tales como: indicador de cambios de C en los suelos, de la alteración de la estabilidad de los agregados del suelo (Rillig *et al*., 2003a; Rillig *et al*., 2001a).

Lutgen *et al*. (2003) Señalan que los cambios estacionarios en las cantidades de glomalina son relativamente pequeños en los reservorios de los suelos, indicando que una muestra es más que suficientes para poder medir dichos indicadores, al mismo tiempo, agregan que la glomalina no sirve como indicador de la actividad de los HMA y tampoco con su relación con el largo de las hifas, sin embargo, Wright y Upadhyaya (1999), Lovelock *et al*. (2004a), Rosier *et al*. (2008) y Bedini *et al*. (2009) indican lo contrario, la glomalina si puede servir de indicador de la actividad de los HMA, pero solo teniendo en cuenta si son en condiciones de laboratorio y experimentos controlados (in-vitro, condiciones de invernadero), y si es en campo esto solo aplica en la acumulación a corto plazo.

Al ser los HMA organismos mutualistas obligados, estos dependen de su hospedero para su alimentación y desarrollo, es por ello que en este trabajo se busca caracterizar la producción de GFE y GDE que presentan las especies de gramíneas *Bouteloua curtipendula*, *Bouteloua gracilis* y *Chloris virgata,* las cuales son especies que tienen una función ecológica y económica en los pastizales localizados en la región de los valles del estado de Durango, con el fin de conocer su producción y ver si varían entre si.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

El trabajo se llevó a cabo en la región de los valles del estado de Durango, que son las planicies a 1800 a 2100 msnm localizadas en los municipios de Canatlán, Durango, Guadalupe Victoria, Nombre de Dios, Panuco de Coronado, Vicente Guerrero y Villa Unión.

Sitios de estudio

Se utilizaron los registros históricos del herbario del CIIDIR Durango para determinar la distribución de las especies *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula* y *Chloris virgata* en la región, de ahí fueron seleccionados 15 sitios de estudio al azar en base a la presencia de las especies analizadas.

Muestreo de suelos

El muestreo de llevo a cabo a partir de la segunda semana de septiembre hasta la primera de octubre de 2015. Se utilizó la NOM-021-SEMARNAT-2000 y se tomaron muestras de suelos cercanas a las raíces de los pastos *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula* y *Chloris virgata* por triplicado del horizonte A (5-30 cm); cada una de las muestras fueron seleccionadas de manera aleatoria en cada sitio de estudio. Las muestras de suelos fueron secados a la sombra por 72hr, y pasados por un tamiz de 2mm, y almacenados en bolsas de plástico Ziploc® a 4°C hasta su utilización.

Extracción y cuantificación de glomalina

Para la obtención de la glomalina de fácil extracción (GFE) y difícil extracción (GDE) se llevó a cabo con la metodología sugerida por Wright *et al.*, (1998). La GFE se extrajo de 1 g de muestra de suelo, agregando 8 ml de citrato de sodio a 20mM, pH 7.0, a 121°C por 30 min en autoclave, la muestra se centrifugó a 3200 rpm por 25 min y se recuperó el sobrenadante. La GDE se extrae con de 1 g muestra de suelo, más 8 ml de citrato de sodio a 50mM, pH 8.0, a 121°C por 90 min en autoclave, la muestra se centrifugó a 3200 rpm por 25 min y se recupera el sobrenadante,

para la GDE se requieren múltiples ciclos extracción hasta que la solución de la muestra tenga un característico color pajizo. Los sobrenadantes se refrigeraron a 4 °C hasta su utilización. Para medir la cantidad de proteína presente en los sobrenadantes se realizó un ensayo de Bradford (Bradford, 1976) con el uso de suero de albumina bovina (BSA) como estándar, la proteína es cuantificada por miligramo de proteína por gramo de suelo (mg g^{-1}).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 presenta el sitio y las coordenadas de donde fueron extraídas las muestras, solo dos sitios no mostraron la presencia de *C. virgata* por lo que se tuvo que ir a sitios alternativos cercanos para poder realizar el muestreo.

Cuadro 1.- Caracterización de los sitios de estudio

Sitio y coordenadas UTM 13N	*Spp* colectada
Aguilera (532115 O 2701542 N)	*B. curtipendula, B. gracilis, C. virgata*
Antonio Amaro – Agostadero (601345 O 2687259 N)	*B. curtipendula, B. gracilis, C. virgata*
Antonio Amaro - sección B (600858 O 2686427 N)	
Carretera Antonio Amaro - Villa Unión (596777 O 2663104 N)	*B. curtipendula, B. gracilis, C. virgata*
Biopapel (559190 O 2655398 N)	*B. curtipendula, B. gracilis, C. virgata*
Carretera Durango - Nombre de Dios (567290 O 2645549 N)	*B. curtipendula, B. gracilis, C. virgata*
Francisco Javier Mina (553314 O 2709412 N)	*B. curtipendula, B. gracilis, C. virgata*
Carretera Nombre de Dios -Villa Unión- Basurero (588024 O 2649849 N)	*B. curtipendula, B. gracilis, C. virgata*
Carretera Nombre de Dios - Villa Unión- Estación Poanas (588592 O 2644798 N)	
Carretera Nuevo Ideal – Canatlán (515716 O 2727728 N)	*B. curtipendula, B. gracilis, C. virgata*
Nicolás Bravo (530027 O 2693709 N)	*B. curtipendula, B. gracilis, C. virgata*
Panuco de Coronado (564539 O 2704391 N)	*B. curtipendula, B. gracilis, C. virgata*
Termoeléctrica (552676 O 2678997 N)	*B. curtipendula, B. gracilis, C. virgata*
Tuitan (575325 O 2657823 N)	*B. curtipendula, B. gracilis, C. virgata*
Vicente Guerrero (605464 O 2621858 N)	*B. curtipendula, B. gracilis, C. virgata*

En la Figura 1 se observa la producción de Glomalina de Fácil Extracción (GFE) agrupada por especie de planta en diagramas de caja, se observa que tienen rangos similares entre si, aunque se observa que *C. virgata* es ligeramente menor a las demás. Existen datos atípicos en todas las

especies y uno extremo para en el caso de *C. virgata*, aunque la presencia de este tipo de datos no es deseable hay que considerar que el total de mediciones son de 117 por plantas, y considerando que las mediciones fueron realizadas en un estudio de campo son tolerables ya que representan menos del 4% del total de las mediciones, además se observa que los valores mínimos son similares entre las especies, los valores máximos observados sin incluir a los datos aberrantes, *B. curtipendula* tiene un valor cercano a 6 mg de GFE g^{-1} de suelo, mientras que *B. gracilis* es cercano a 5 y *C. virgata* es aproximado a 4.5.

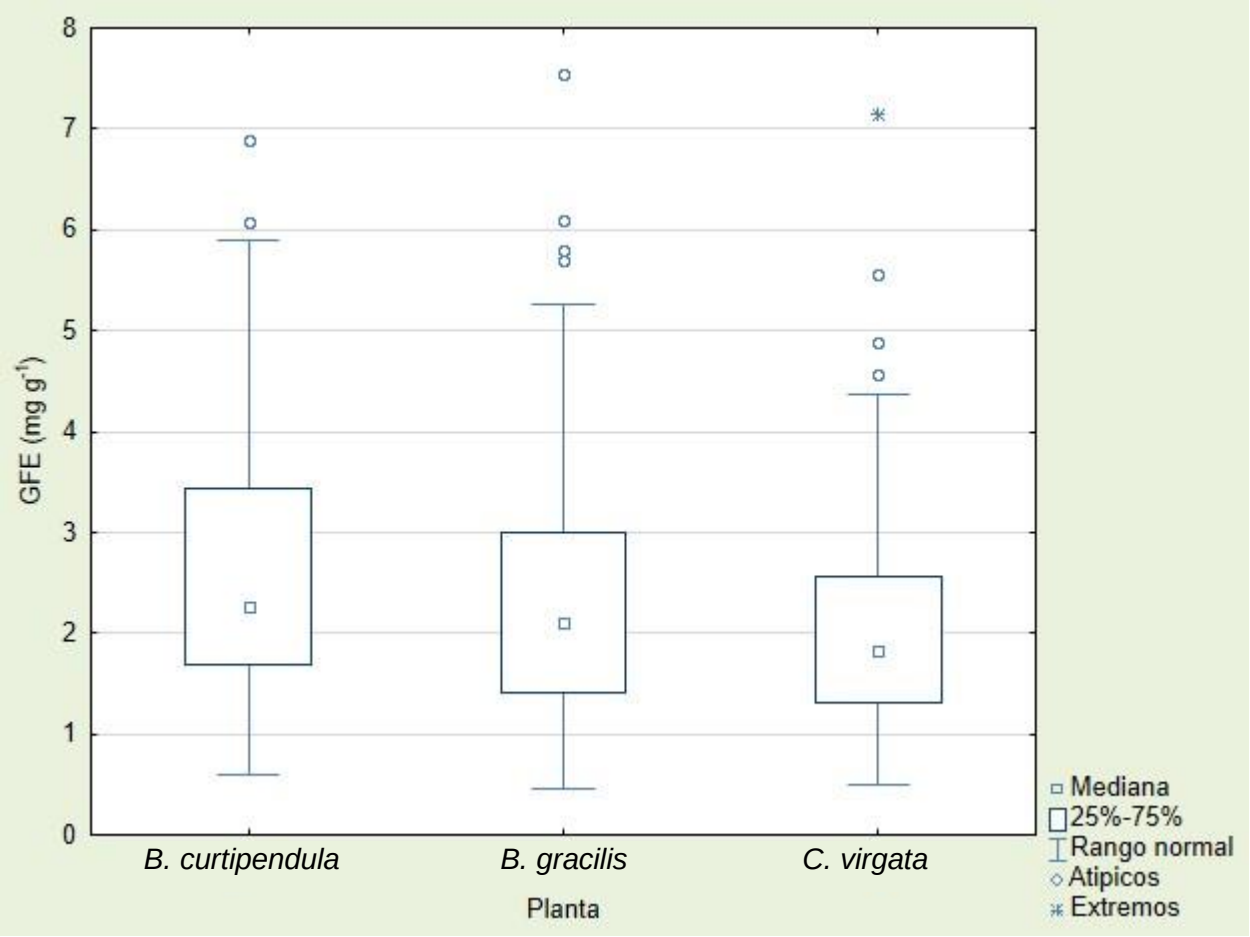


Figura 1.- Diagrama de cajas de la producción de GFE agrupada por especie

La Figura 2 muestra la producción de Glomalina de Difícil Extracción (GDE) agrupada por especie de gramínea, se observa que el valor minino base por cada especie es similar entre si, y se observa que existe una clara diferencia en el rango y máximo de la producción, donde *C. virgata* es claramente inferior a *B. curtipendula* y *B. gracilis*. La existencia de datos atípicos y extremos es patente en el diagrama de cajas, donde *B. gracilis* es el que presenta más datos y *C. virgata* el menor, se tendría la siguiente relación en base a 117 mediciones por cada planta ≈4% de error para *B. curtipendula*, ≈6% para *B. gracilis* y ≈2% para *C. virgata.* Considerando solo el rango normal se observa que *B. gracilis* tiene un valor máximo ligeramente superior a 20 mg gr^{-1}, *B. curtipendula* cercano a 19 mg gr^{-1} y *C. virgata* ligeramente menor a 15 mg gr^{-1}.

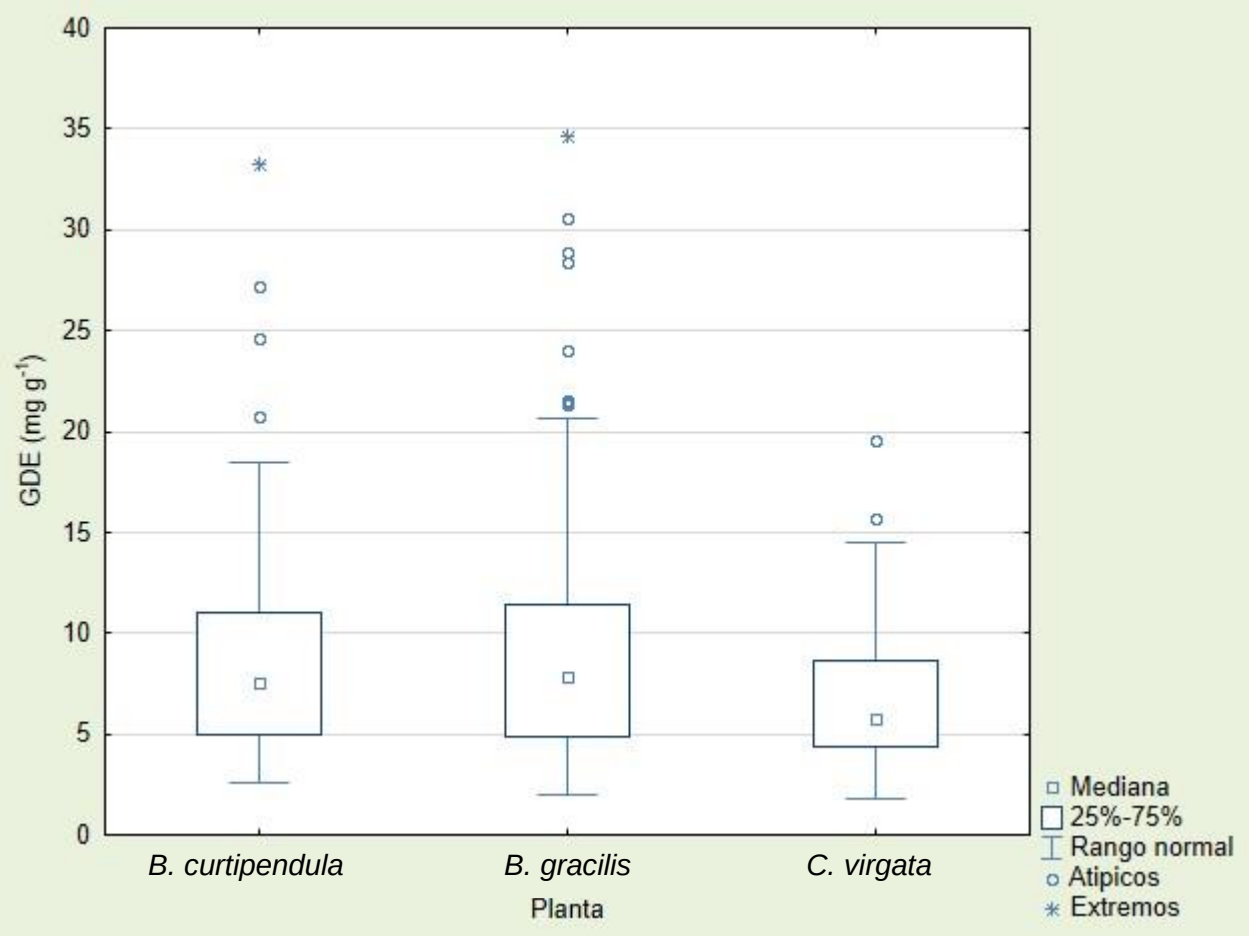


Figura 2.- Diagrama de cajas de la producción de GDE agrupada por especie

El Cuadro 2 nos muestra la media, error estándar y rango de la GFE y GDE agrupado por especie, en él se realizó un ANOVA para visualizar si existen diferencias significativas en la producción entre las especies de gramíneas, se observa que *B. curtipendula* y *C. virgata* son diferentes entre si en la producción de GFE, aunque se observa que sus rangos son similares los valores medios son los que determinan esta diferenciación. En cuanto a la GDE se observa con más claridad dos grupos en donde *B. curtipendula* y *B. gracilis* son significativamente diferentes a *C. virgata*, produciendo más GDE. Se observa con más claridad en sus medias y rangos donde *C. virgata* tiene menor producción.

Cuadro 2.- Medias de GFE y GDE en *B. curtipendula*, *B. Gracilis* y *C. virgata.*

Planta	GFE (mg g^{-1})		GDE (mg g^{-1})	
	Media	Rango	Media	Rango
B. curtipendula	2.58 (0.12)^{a}	0.60 - 6.89	9.11 (0.50)^{a}	2.61 - 33.27
B. gracilis	2.41 (0.12)^{ab}	0.46 - 7.54	9.13 (0.58)^{a}	2.03 - 34.68
C. virgata	2.10 (0.10)^{b}	0.49 - 7.15	6.76 (0.29)^{b}	1.77 - 19.57

Media de (*n=117)*, las observaciones seguidas por una letra diferente son significativamente diferentes (*P*≤0.05). Error estándar entre paréntesis.

La GFE está relacionada con la glomalina de más reciente producción (Lovelock *et al*., 2004b; Steinberg y Rillig, 2003), con lo que podemos observar es que, en estos resultados, existe un

valor base mínimo independientemente de la especie, sin embargo, las producciones medias y máximas varían entre especies con lo que inferimos que *B. curtipendula* influye más en la generación de GFE que *C. virgata,* pero no de *B. gracilis,* dando así a entender que las especies generan diferentes influencias en las producciones de GFE. Si comparamos estos resultados con las observaciones a nivel ecosistémico en pastizales, agostaderos, estepas mediterránea y matorrales estos van de 0.14 a 3.36 mg gr^{-1} (Bird *et al*., 2002; Lutgen *et al*., 2003; Nichols y Wright, 2005; Rillig *et al*., 2002; Rillig *et al*., 2003; Wright y Upadhyaya, 1998), comparando los valores medios observados Cuadro 2 estos entran en el rango que muestran ellos, aunque hay que resaltar que existen valores superiores por las mismas plantas tales como las valores máximos registrados que son de 6.89 a 7.54 mg gr^{-1}.

La GDE por otra parte está relacionada con la acumulación de la glomalina recalcitrante en los suelos (Wright y Upadhyaya, 1998), y es aquí en este caso donde las diferencias entre *B. curtipendula*, *B. gracilis* y C*. virgata* se notan con mayor claridad. Se ve como C. virgata tiene una menor acumulación a comparación de las otras dos, una posible explicación sería el sistema radicular que pueden llegar a desarrollar *B. curtipendula* y *B. gracilis* dado que son plantas perenes a comparación de *C. virgata* que es una planta anual. La glomalina al ser producida por los hongos micorrízicos arbusculares está directamente influenciada por el ciclo de vida de los mismos, al ser organismos que son mutualistas obligados se ven favorecidos al juntarse con especies vegetales que presentan más superficie radicular (Brito *et al*., 2008). En otros trabajos los valores reportados de GDE han sido con un rango de media de 1.97 a 2.59 mg gr^{-1} en tierras de cultivo (Wuest *et al*., 2005), de 2.54 a 6.16 mg gr^{-1} en los suelos con diferentes vocaciones tales como cultivo o pastizales en los Apalaches (Halvorson y Gonzales, 2006), de 0.40 a 1.70 mg gr^{-1} en suelos quemados en los bosques boreales (Treseder *et al*., 2004), de 63.1 a 111.8 mg gr^{-1} en pastizales con suelos minerales y turba (Schindler *et al*.,2007), de 3 a 14.1 mg gr^{-1} (Wright *et al*., 2000), y en costa rica se observó una media de 6.25 mg gr^{-1}, con un rango de 1.27 a 19.84 mg gr^{-1} en un bosque tropical (Lovelock *et al*., 2004b), el cual comparándolo con las especies analizadas en el Cuadro 2 se observa que tienen medias de 6.76, 9.11 y 9.13 mg gr^{-1} con rangos de 2.61 - 33.27 mg gr^{-1}, 2.03 - 34.68 mg gr^{-1}, 1.77 - 19.57 mg gr^{-1}, siendo especialmente similar a la producción que tuvo la *C. virgata,* por otra parte las *B. curtipendula* y *B. gracilis* obtuvieron valores mayores y rangos más amplios, con lo que nos indica que generan un ambiente adecuado para la acumulación de glomalina, hay que recalcar que la producción en el bosque tropical es generalizado y este estudio solo va enfocado a la producción en el área bajo la influencia de la interacción de la planta con su medio, con lo que el beneficio solo se extenderá hasta donde alcance dicha influencia. Hay que notar que los datos aberrantes pudieron ser producidos debido a la interferencia de la alta cantidad de materia orgánica, compuestos polifenólicos, proteínas hidrofóbicas, complejos polifenol-proteína, la posibilidad de aminoácidos libres, taninos y sustancias húmicas en general (Whiffen *et al*., 2007; Rosier *et al*. 2006; Halvorson y González, 2006; Nichols y Wright, 2005; Schindler *et al*. 2007; Purin y Rillig, 2005; Gillespie *et al.*, 2011). Este tipo de mediciones se han observado con valores de hasta 120 mg gr^{-1} (Rillig *et al*., 2001b; Wright *et al*., 2000) ya que le hizo la medición de GDE en selvas tropicales con alta presencia de materia orgánica, la cual reflejo altos contenidos glomalina.

CONCLUCIONES

La producción media de GFE de cada especie está dentro del rango normal a comparación de otros pastizales, hay diferencias entre especie de plantas. *B. curtipendula* produce más GFE que *C. Virgata*, además esta última acumula menos GDE que *B. curtipendula y B. gracilis.* Los valores de GDE caen dentro de la normalidad comparándolos el bosque tropical, aunque el área de influencia solo se limita a la planta y no a todo el ecosistema. Aunque las conclusiones son evidentes en las diferencias, este estudio no puede concluir por que se generan esas

discrepancias entre especies, por lo que hace falta la inclusión de variables explicativas a nivel ecosistémico, radicular y molecular para poder entender mejor este fenómeno y así aprovechar las características que ofrece la glomalina a los suelos.

LITERATURA CITADA

Bedini, S., Pellegrino, E., Avio, L., Pellegrini, S., Bazzoffi, P., Argese, E. y Giovannetti, M. (2009). Changes in soil aggregation and glomalin-related soil protein content as affected by the arbuscular mycorrhizal fungal species Glomus mosseae and Glomus intraradices. Soil Biology & Biochemistry. 41(7): 1491-1496. doi: 10.1016/j.soilbio.2009.04.005

Bird, S.B., Herrick, J.E., Wander, M.M. y Wright, S.F. (2002). Spatial heterogeneity of aggregate stability and soil carbon in semi-arid rangeland. Environmental Pollution. 116(3): 445-455. doi: 10.1016/S0269-7491(01)00222-6

Bradford, M.M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry. 72(1-2):248-252. doi: 10.1016/0003-2697(76)90527-3

Brito, I., Goss, M.J., de-Carvalho, M., van-Tuinen, D. y Antunes, P.M. (2008). Agronomic Management of Indigenous Mycorrhizas. En: A. Varma (Ed.) *Mycorrhiza* (pp. 375-394). Berlin, Alemania: Springer.

Driver, J.D., Holben, W.E. y Rillig, M.C. (2005). Characterization of glomalin as a hyphal wall component of arbuscular mycorrhizal fungi. Soil Biology & Biochemistry. 37(1):101-106. doi: 10.1016/j.soilbio.2004.06.011

Gillespie, A. D., Farrell, R.E., Walley, F.L., Ross, A.R.S., Leinweber, P., Eckhardt, K., Regier, T.Z. y Blyth, R.I.R. (2011). Glomalin-related soil protein contains non-mycorrhizal related heat-stable proteins, lipids and humic materials. Soil Biology & Biochemistry. 43(4):766-777. doi: 10.1016/j.soilbio.2010.12.010

Halvorson, J.J. y González J.M. (2006). Bradford reactive soil protein in Appalachian soils: distribution and response to incubation, extraction reagent. Plant and Soil. 286(1): 339-356. doi: 10.1007/s11104-006-9047-x

Lovelock, C.E., Wright, S.F. y Nichols, K.A. (2004a). Using glomalin as an indicator for arbuscular mycorrhizal hyphal growth: an example from a tropical rain forest soil. Soil Biology & Biochemistry. 36(6): 1009-1012. doi: 10.1016/j.soilbio.2004.02.010

Lovelock, C.E., Wright, S.F., Clark, D.A. y Ruess, R.W. (2004b). Soil stocks of glomalin produced by arbuscular mycorrhizal fungi across a tropical rain forest landscape. Journal of Ecology. 92(2): 278-287. doi: 10.1111/j.0022-0477.2004.00855.x

Lutgen, E.R., Muir-Clairmont, D., Graham, J. y Rillig, M.C. (2003). Seasonality of arbuscular mycorrhizal hyphae and glomalin in western Montana grassland. Plant and Soil. 257(1): 71-83. doi: 10.1023/A:1026224209597

Nichols, K.A. y Wright S.F. (2005). Comparison of glomalin and humic acid in eight native U.S: soils. Soil Science. 170(12):985-997. doi: 10.1097/01.ss.0000198618.06975.3c

Purin, S. y Rillig, M.C. (2007). The arbuscular mycorrhizal fungal protein glomalin: Limitations, progress, and a new hypothesis for its function. Pedobiologia. 51(2):123-130. doi: 10.1016/j.pedobi.2007.03.002

Rillig, M.C. (2004). Arbuscular mycorrhizae, glomalin, and soil aggregation. Can. J. Soil. Sci. 84(4):355-363. doi: 10.4141/S04-003

Rillig, M.C., Ramsey, P.W., Morris, S. y Paul, E.A. (2003). Glomalin, an arbuscular-mycorrhizal fungal soil protein, responds to land-use change. Plant and Soil. 253(2): 293-299. doi: 10.1023/A:1024807820579

Rillig, M.C., Wright, S.F. y Eviner, V.T. (2002). The role of arbuscular mycorrhizal fungi and glomalin in soil aggregation: comparing effects of five plant species. Plant and Soil. 238(2): 325-333. doi: 10.1023/A:1014483303813

Rillig, M.C., Wright, S.F., Kimball, B.A., Pinter, P.J., Wall, G.W., Ottman, M.J. y Leavitt, S.W. (2001a). Elevated carbon dioxide and irrigation effects on water stable aggregates in a sorghum field: a possible role for arbuscular mycorrhizal fungi. Global Change Biology. 7(3): 333-337. doi: 10.1046/j.1365-2486.2001.00404.x

Rillig, M.C., Wright, S.F., Nichols, K.A., Schimdt W.F. y Torn M.S. (2001b). Large contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to soil carbon pools in tropical forest soil. Plant and Soil. 233(2): 167-177. doi: 10.1023/A:1010364221169

Rosier, C.L., Hoye, A.T. y Rillig, M.C. (2006). Glomalin-related soil protein: Assessment of current detection and quantification tools. Soil Biology & Biochemistry. 38(8): 2205-2211. doi: 10.1016/j.soilbio.2006.01.021

Rosier, C.L., Piotrowski, J.S., Hoye, A.T. y Rillig M.C. (2008). Intraradical protein and glomalin as a tool for quantifying arbuscular mycorrhizal root colonization. Pedobiologia. 52(1): 41-50. doi: 10.1016/j.pedobi.2008.02.002

Schindler, F.V., Mercer, E.J. y Rice J.A. (2007). Chemical characteristics of glomalin-related soil protein (GRSP) extracted from soil of varying organic matter content. Soil Biology & Biochemistry. 39(1): 320-329. doi: 10.1016/j.soilbio.2006.08.017

Steinberg, P.D. y Rillig, M.C. (2003). Differential decomposition of arbuscular mycorrhizal fungal hyphae and glomalin. Soil Biology & Biochemistry. 35(1): 191-194. doi: 10.1016/S0038-0717(02)00249-3

Treseder, K.K., Mack, M.C. y Cross, A. (2004). Relationships among fires, fungi, and soil dynamics in Alaskan boreal forests. Ecological Applications. 14(6):1826-1838. doi: 10.1890/03-5133

Whiffen, L.K., Midgley, D.V. y McGee, P.A. (2007). Polyphenolic compounds interfere with quantification of protein in soil extracts using the Bradford method. Soil Biology & Biochemistry. 39(2): 691-694. doi: 10.1016/j.soilbio.2006.08.012

Wright, S. F., Upadhyaya, A. y Buyer, J.S. (1998). Comparison of N-linked oligosaccharides of glomalin from arbuscular mycorrhizal fungi and soils by capillary electrophoresis. Soil Biol. Biochem. 30(13): 1853-1857. doi: 10.1016/S0038-0717(98)00047-9

Wright, S.F. (2000). A fluorescent antibody assay for hyphae and glomalin from arbuscular mycorrhizal fungi. Plant and Soil. 226(2): 171-177. doi:10.1023/A:1026428300172

Wright, S.F. y Anderson, R.L. (2000). Aggregate stability and glomalin in alternative crop rotations for the central Great Plains. Biol Fertil Soils. 31(3): 249-253. doi: 10.1007/s003740050653

Wright, S.F. y Upadhyaya, A. (1996). Extraction of an abundant and unusual protein from soil and comparison with hyphal protein of arbuscular mycorrhizal fungi. Soil Science. 161 (9): 575-586. doi: 10.1097/00010694-199609000-00003

Wright, S.F. y Upadhyaya, A. (1998). A survey for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. Plant and Soil. 198(1):97-107. doi: 10.1023/A:1004347701584

Wright, S.F. y Upadhyaya, A. (1999). Quantification of arbuscular mycorrhizal fungi activity by the glomalin concentration on hyphal traps. Mycorrhiza. 8(5):283-285. doi: 10.1007/s005720050247

Wright, S.F., Franke-Snyder, M., Morton, J.B. y Upadhyaya. (1996). Time-course study and partial characterization of a protein on hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi during active colonization of roots. Plant and Soil. 181(2):193-203. doi:10.1007/BF00012053

Wright, S.F., Rillig, M.C., Nichols, K.A. (2000). Glomalin: a soil protein important in carbon sequestration. En proceedings of American chemical society annual meeting symposium. pp.721-725. Recuperado de: https://web.anl.gov/PCS/acsfuel/preprint%20archive/Files/45_4_WASHINGTON%20DC_08-00_0721.pdf

Wuest, S.B., Ceasar-TonThat, T.C., Wright, S.F. y Williams, J.D. (2005). Organic matter addition, N and residua burning effects on infiltration, biological, and physical properties of an intensively tilled silt-loam soil. Soil & Tillage Reseach. 84(2): 154-167. doi: 10.1016/j.still.2004.11.008

VARIABILIDAD DE HORAS FRÍO Y SU IMPACTO EN RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE TRIGO EN SONORA

Jesús Mario Moreno-Dena[117]
Vidal Salazar-Solano[1 118]
Isaac Shamir Rojas-Rodríguez[1 119]

RESUMEN

El trigo es uno de los cultivos más importantes de la estructura productiva alimentaria de México. Entre las principales regiones que contribuyen a ese posicionamiento, destacan las zonas productoras del estado de Sonora con casi la mitad del valor de la producción nacional triguera. Junto a los factores de naturaleza económica y social, que en Sonora condicionan la producción agrícola, ha cobrado fuerza la reapreciación de factores ambientales. Desde la perspectiva de la economía ecológica, se asume que el medio ambiente ofrece servicios ambienta-les, como la temperatura, que dan soporte a la actividad antropogénica. La literatura especializada confirma la relación entre el promedio de horas frío que irradia a una plantación de trigo en Sonora y su rendimiento productivo. Sin embargo, no aborda esos impactos en el desempeño económico del sistema productivo. Las conclusiones de los informes de la Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, vaticinan que el clima en el estado de Sonora será más cálido para el 2030. Eventualmente ese fenómeno, desalentaría la productividad de las plantaciones trigueras y con ello las reservas alimentarias nacionales. El propósito del artículo es evaluar los impactos económicos de las variaciones del promedio de horas frío en la plantación de trigo, medidos en términos de creación de valor, así como determinar la rentabilidad del cultivo en cuatro regiones productoras. Para ello se parte de la hipótesis de que la recepción de horas frío registradas durante un ciclo agrícola condiciona el valor de producción generado y la rentabilidad por hectárea. Los principales resultados destacan que la relación entre la irradiación de horas frío, y los rendimientos productivos obtenidos en las regiones seccionadas, confirman su trascendencia como factor determinante en la obtención de rentabilidad en el cultivo.

PALABRAS CLAVES

Producción de trigo, Cambio climático, Horas Frío, Valor de producción, Beneficio-Costo.

INTRODUCCIÓN

El trigo se cultiva en prácticamente todas las regiones del planeta bajo diversas condiciones climáticas. Ha sido alimento básico de la humanidad desde el surgimiento de la civilización en Asia, Norte de África y Europa hace ya más de 8 mil años. En el presente, al aportar más de 720 millones de toneladas cosechadas a la producción mundial de granos (FAOSTAT, 2017), mantiene su relevancia histórica como recurso alimentario junto al maíz y el arroz.

Se trata de uno de los cultivos más importantes de la estructura productiva alimentaria de México; en el ciclo agrícola 2015-2016 fueron plantadas 729 mil hectáreas, para obtener un valor de 14,136 millones de pesos (SIAP, 2017). Entre las principales regiones que contribuyen a engrosar

[117] Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C., Coordinación de Desarrollo Regional. mario_dena@hotmail.com
[118] vidal@ciad.mx
[119] shamir_rojas@hotmail.com

estos indicadores, destaca el liderazgo de las zonas productoras del estado de Sonora al aportar dos quintas partes de la superficie y casi la mitad del valor de la producción nacional triguera.

En las últimas décadas, se argumenta con solidez que junto a los elementos de naturaleza económica y social, que condicionan la producción agrícola, ha cobrado fuerza la reapreciación de factores de índole ambiental. En ese enfoque, aportado desde la perspectiva de la economía ecológica, se asume que el medio ambiente ofrece servicios ambientales, entre los que se incluye la temperatura (Gomez-Baggethun y cols., 2010; Wallace, 2007) y demás componentes de los ecosistemas que proveen soporte al desarrollo de las actividades económicas.

El frío a que son expuestas las plantaciones de trigo (expresado en cantidad de horas), es un servicio ambiental que actúa como inductor del alargamiento de las etapas ontogénicas del cultivo. Esa variabilidad de temperatura en las regiones productoras del estado, propicia que la productividad anual esté asociada a factores climatológicos (Félix y cols. 2009, 7).

Las conclusiones de los informes de la Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (INE, 2006), vaticinan que el clima, en el espacio territorial que incluye al estado de Sonora, sea más cálido para el año 2030. Se espera que la temperatura de la región incremente, en los próximos años, de uno a dos grados centígrados sobre los niveles manifestados al inicio del presente siglo. En ese sentido, a medida que la temperatura promedio incremente, las horas frío tenderán a reducirse, este fenómeno tendría eventualmente efectos negativos en la productividad de las plantaciones de trigo del territorio.

Por su ubicación geográfica, Sonora muestra un gradiente de sur a norte de extremas temperatura y errática precipitación, que caracteriza al clima de su territorio como seco y cálido la mayor parte del año. La oscilación de la temperatura durante en el otoño e invierno, cuando tiene efecto la etapa de desarrollo de las plantaciones de trigo, es de -1° a 31° centígrados y entre 20° a 42° centígrados en el verano. Estos análisis confirman la relación entre el promedio de horas frío que irradia una plantación de trigo en el estado de Sonora, y su rendimiento productivo (Félix y cols., 2009; Cortés y Cols., 2011). Sin embargo, la literatura académica, no aborda los impactos económicos de las variaciones en el promedio de horas frío de un ciclo a otro, en el desempeño del sistema productivo.

El propósito de este artículo es evaluar los impactos económicos de las variaciones del promedio de horas frío en la plantación de trigo, medidos en términos de creación de valor, así como determinar la rentabilidad del cultivo en cuatro regiones productoras: los Distritos de Desarrollo Rural Cajeme, Navojoa, Hermosillo y Guaymas, partiendo de la hipótesis de que la recepción de horas frío registradas durante un ciclo agrícola condiciona el valor de producción generado y la rentabilidad por hectárea.

La estructura del documento se compone de cuatro apartados. El primero, comprende la presente introducción, en la cual se pone de manifiesto la importancia de la producción de trigo en México y se discuten los elementos conceptuales que sustentan la investigación, haciendo énfasis en aquellos que esclarecen la relación entre el clima y el desarrollo de las plantaciones de trigo. En la segunda sección se detalla el procedimiento metodológico que condujo a la obtención de resultados, los cuales son presentados en el apartado tercero. Finalmente, se incorporan las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación.

Sonora y la producción de trigo en México

El desempeño de la actividad triguera nacional durante décadas ha sido apuntalado por las aportaciones de Sonora; entre 1980 y el 2016, cuatro de cada diez toneladas del trigo mexicano han sido cosechadas en las regiones productoras sonorenses (SIAP, 2017). En 2016, estos territorios destinaron más de 292 mil hectáreas a su cultivo y generaron un valor superior a los

6,910 millones de pesos, equivalentes al 40.1% y el 48.9 % de la superficie y el valor de la producción nacional triguera respectivamente (SIAP, 2017). Destacan los territorios agrícolas del valle del yaqui (DDR Cajeme) y valle del mayo (DDR Navojoa), en su aportación conjunta del 90% de la producción estatal de esta gramínea (SIAP, 2017).

El éxito de la actividad triguera en el estado se alcanza gracias a diversos factores, entre ellos: el conocimiento de sus actores productivos acerca de tecnología disponible en centros de investigación; la diversidad de variedades de trigo disponibles, los elevados rendimiento y tolerancia a enfermedades, pero especialmente el contar con apoyos públicos y un mercado relativamente seguro. Pese al liderazgo que Sonora ha sostenido durante décadas en la producción nacional de trigo, resultados del análisis técnico sobre el desempeño competitivo de esa cadena productiva lo sitúan por debajo de los promedios observados en el contexto de cadenas agroalimentarias de entidad. Sin embargo, al ser valorada en función de sus impactos socioeconómicos, su ponderación alcanza una elevada relevancia. Esto contribuye a alentar, entre los productores sonorenses, la idea de que el cultivo de trigo les ofrece gran certidumbre económica (Salazar, Moreno, y Arvizu 2011, 61).

El clima, su relación con la agricultura y la producción de trigo

El clima no solo es uno de los principales determinantes de la productividad en la agricultura (Adams, y cols., 1998), además es su principal fuente de riesgo (Antle, 1998). El sector agrícola, es extremadamente vulnerable a cambios en el clima, estos representan una latente amenaza a la seguridad alimentaria mundial (Ordaz y Cols., 2010); de igual forma, es una limitante para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza. La agricultura debe adaptarse a los efectos del cambio climático y mejorar la resiliencia de los sistemas de producción de alimentos para sostener a una creciente población (FAO, 2015).

Factores e insumos básicos de la producción alimentaria, como el suelo, el agua y la biodiversidad resultan afectados por factores climáticos. Más ampliamente, el clima está presente en las cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria: la disponibilidad de alimentos, el acceso a los mismos, la estabilidad en su suministro y la capacidad por parte de los consumidores de utilizar los alimentos, considerando su inocuidad y su valor nutritivo (FAO, 2008).

Entre los elementos constituyentes del clima, destaca por su impacto en la agricultura, la temperatura, la cual hace referencia a la cantidad de calor existente en un tiempo y espacio determinados, así como a su evolución. La temperatura de la atmósfera es función de la mayor o menor insolación o radiación solar (Strahler 1960, 85-86):

La literatura científica documenta evidencias sobre la existencia de cambios en elementos climáticos, especialmente en temperatura, y de qué manera ocasiona modificaciones significativas en la producción alimenticia, afectando principalmente a los rendimientos productivos, los cuáles a su vez impactan en la estructura de costos, así como en la disponibilidad y el precio de los alimentos[120].

La temperatura es un factor ambiental importante que influye en la expresión de las respuestas del desarrollo y en el tiempo de floración en las plantas (Rawson y Gómez, 2000). Por ello, la productividad anual de un área agrícola se explica en gran medida por la oscilación de la temperatura. Conocer los efectos de variaciones en temperatura, ayuda a los actores agrícolas en la toma de decisiones de adaptación y mitigación, entre ellas el uso de tecnologías específicas para elevar la productividad y obtener un aprovechamiento máximo de las condiciones climatológicas en un área o ciclo específico (Félix y cols., 2009, 7).

[120] Para una revisión amplia de estudios sobre impactos económicos de cambio climático en agricultura consultar López y Hernández, 2016.

El rendimiento económico de la mayoría de las plantas, está en función del fruto o semilla, de ahí que en la agricultura se pone especial cuidado en el desarrollo reproductivo de las mismas, ya que es crítico en la determinación del rendimiento productivo. Si se quiere alcanzar el máximo de producción, los cultivos deben de completar su desarrollo reproductivo dentro de la estación de crecimiento disponible y evitar estrés en fases vulnerables (Loomis y Connor 2002, en Cortés y cols. 2011, 156). Si por alguna circunstancia la planta no cumple los requerimientos de alguna de sus fases, esta se inhibe lo que ocasiona que las siguientes fases no ocurran y no se alcanza a un desarrollo adecuado (Maximov 1940, en Cortés y cols. 2011, 156).

En determinadas especies, la temperatura es también el principal factor que controla la respuesta al ambiente, especialmente en aquellas que requieren acumular un total de horas frío (HF), para pasar de un período vegetativo a uno reproductivo. Una hora frío es definida como la cantidad de horas en un rango determinado de tiempo en donde las temperaturas son inferiores a una cierta cantidad de grados (Gil 1997, en Cortés y cols. 2011, 164). También es conocida como período de vernalización y estas ocurren entre los 0° y 12° centígrados, dependiendo la planta (Miralles 2004, 1).

Para el caso del trigo, la temperatura se considera el factor más importante que induce el desarrollo de la planta desde la emergencia hasta la floración y la madurez (Miralles 2004, 1). Esta afecta los procesos de crecimiento (Kirby, 1995). Los altos registros de temperaturas favorecen una mayor actividad metabólica de la planta, así como una aceleración de los procesos fisiológicos determinantes de su crecimiento y desarrollo; y a medida que las temperaturas descienden, los ciclos fenológicos de las plantas son más lentos, lo cual propicia un mayor rendimiento productivo (FAO, 2001).

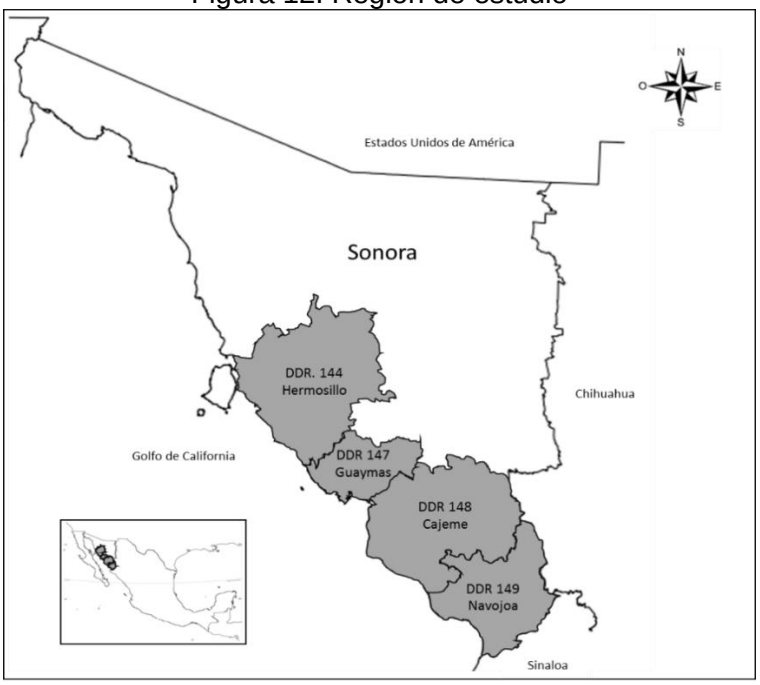
Cuando la temperatura es inferior a los 10° C satisface la respuesta de vernalización y su efecto al hacerlo parece aumentar cuantitativamente de 10 a 0° centígrados, mientras que la temperatura por encima de 10° centígrados se considera inhibitoria de la vernalización, impidiendo el desarrollo óptimo de la especie vegetal (Halloran 1983, en Félix 2009.).

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el propósito converger las acciones, servicios y recursos destinados a fomentar la producción agropecuaria, forestal, agroindustrial, acuícola y en general del desarrollo integral de los habitantes del campo, el territorio mexicano ha sido regionalizado por la Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) en Distritos de Desarrollo Rural. Estos comprenden zonas con características ecológicas y socioeconómicas homogéneas para la actividad agropecuaria, forestal, de las agroindustrias y de acuacultura bajo condiciones de riego, de drenaje y de temporal; esto es con objeto de planear, fomentar y promover el Desarrollo Rural Integral (DOF, 1988). La producción de trigo en Sonora se lleva a cabo en diez de los doce DDR que ordenan su geografía rural.

Para efectos de este estudio se eligieron cuatro Distritos de Desarrollo Rural del estado de Sonora, estos concentran conjuntamente el 92.5% de la producción estatal: DDR 148 Cajeme, DDR 149 Navojoa, DDR 144 Hermosillo y DDR 147 Guaymas (Figura 1). Para el tratamiento de cada Distrito se retomaron los rendimientos productivos por hectárea reportados por el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en el periodo 2006 – 2015 en el ciclo otoño invierno (OI).

Figura 12. Región de estudio



Fuente: Adaptado de INEGI. Disponible en http://cuentame.inegi.org.mx/mapas/

El cálculo de horas frío se realizó con base en información de la red estatal de estaciones climáticas automatizadas de INIFAP-PIEAES-COFUPRO (AGROSON). Una hora frío en el cultivo del trigo en el área de estudio es la temperatura igual o menor a 10° centígrados que registra la estación climatológica durante una hora (Félix y Cols. 2009, 6). La memoria digital de cada estación meteorológica registra lecturas cada 10 minutos y proporciona el dato integrado por hora y por día.

Los registros de temperatura obtenidos provienen de seis estaciones climatológicas ubicadas en los distintos DDR: Campo 16 y Buaysicobe, ubicadas en DDR Cajeme; Sahuaral, en DDR Navojoa; Campo Experimental Costa de Hermosillo (CECH) y La Florida, en DDR Hermosillo; Campo 52, en DDR Guaymas. Los datos obtenidos corresponden al periodo del 1 de noviembre al 31 de mayo del siguiente, ya que el inicio de la producción se retrasa en algunos casos hasta principios de diciembre, además de que hay variedades que tardan hasta 149 días en alcanzar su madurez fisiológica hasta 149 días después de la siembra (Cortés y Cols 2011, 164). En el caso de las estaciones climatológicas ubicadas en los DDR´s Cajeme y Navojoa, no fue posible obtener la cantidad de horas frío durante el ciclo 2013 – 2014.

A partir de los resultados del conteo de horas frío, se estableció una relación entre la temperatura de cada región productora y los rendimientos productivos del trigo. Posterior a este análisis, se efecturaron estimaciones del valor de producción obtenido bajo distintos escenarios de horas frío registrado, así como un análisis costo beneficio para determinar la rentabilidad del cultivo en esos escenarios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La productividad del trigo es cambiante en una misma región de un año a otro, y muestra diferencias entre los Distritos analizados. Se observó que el DDR Hermosillo reportó un mayor rendimiento para el periodo analizado, eguido de Cajeme, Navojoa y Guaymas respectivamente; este último, observó una sensible diferencia respecto al rendimiento de los demás Distritos. La producción se corresponde con la tendencia de los registros de horas frío en cada ciclo agrícola,

se confirma además esa correlación positiva entre ambas variables: Hermosillo consignó el mayor número de horas frío, seguido por Cajeme, Navojoa y Guaymas, según el orden de esos registros (Tabla 1).

Tabla 1. Rendimiento productivo de trigo (toneladas por hectárea)

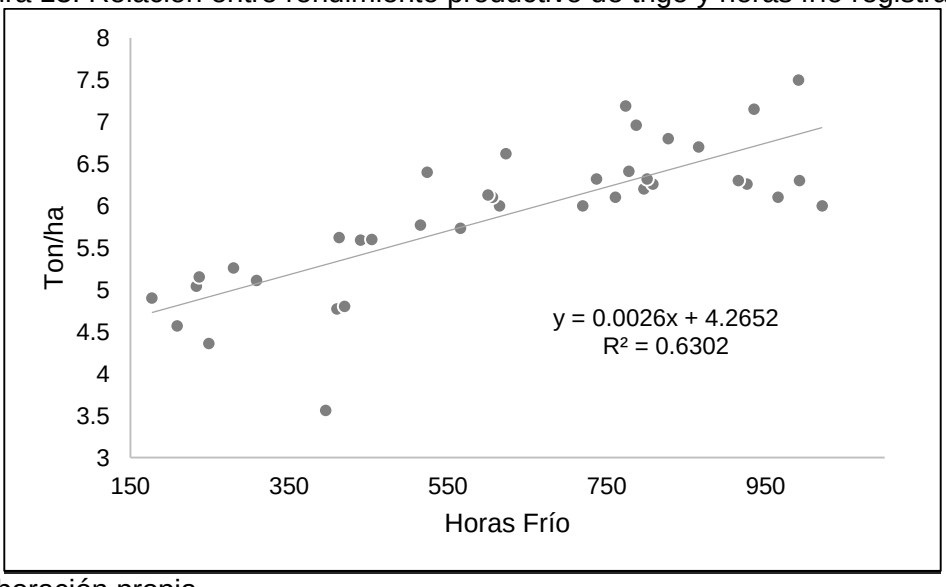
Ciclo agrícola	Cajeme		Navojoa		Hermosillo		Guaymas	
	Ton/ha	HF	Ton/ha	HF	Ton/ha	HF	Ton/ha	HF
2005-2006	6.26	808	6	615	6.2	797	4.36	249
2006-2007	6.32	801	6.1	606	6.1	966	3.56	396
2007-2008	6.26	790	6.1	761	6.3	939	4.77	410
2008-2009	5.73	475	5.62	413	6	799	5.04	233
2009-2010	6.41	576	6.4	524	6.7	864	5.26	280
2010-2011	6.3	780	6.32	737	6	1030	4.8	420
2011-2012	7.15	765	6.96	787	7.5	976	5.6	454
2012-2013	7.19	714	6.62	623	6.8	826	5.59	440
2013-2014	6.22	-	5.5	-	6.13	661	5.15	237
2014-2015	5.11	281	4.57	209	5.77	500	4.9	177
Promedio 2005 -2015	6.3	666	6.02	586	6.35	836	4.9	330

Fuente: Elaborado a partir de información de SIAP (2017) y AGROSON (2017).

Al realizar un análisis de correlación simple se obtuvo un coeficiente de 0.7938, lo cual refleja una alta correspondencia positiva entre las variables analizadas (horas frío y rendimiento por hectárea). La Figura 2 muestra gráficamente esta relación. Al elaborar un modelo de regresión lineal con un nivel de confianza del 95%, es posible predecir el comportamiento del rendimiento productivo del trigo con base en las horas frío.

Partiendo de una base de 177 horas frío, la producción de trigo por hectárea será de 4.725 toneladas, y se incrementará 260 kilogramos por cada 100 horas frío adicionales que se registren por ciclo productivo.

Figura 13. Relación entre rendimiento productivo de trigo y horas frío registradas



Fuente: Elaboración propia

Económicamente, la importancia de las horas frío en el trigo se refleja en el valor generado por hectárea, el cual está en función de a) los rendimientos obtenidos y b) el precio de venta, el cual a su vez se fija con base en la calidad del producto, los costos de producción y el mercado. La tabla 2 presenta una relación del valor por hectárea para los últimos cuatro ciclos agrícolas registrados, así como los costos por hectárea, los cuales se incrementaron en promedio 2.73% anual, de acuerdo con información proporcionada por el Fideicomiso Instituido en Relación con la Agricultura (FIRA, 2017).

Por su parte, los precios variaron entre regiones y también con el tiempo; sin embargo se observa que la diferencia entre el valor y el costo por hectárea es poca, y en algunos casos estos últimos superan el valor generado.

Tabla 2. Valor y costos de producción por hectárea sembrada de trigo

Ciclo agrícola	Costo/ha	Cajeme		Navojoa		Hermosillo		Guaymas	
		Precio/ton	Valor/ha	Precio/ton	Valor/ha	Precio/ton	Valor/ha	Precio/ton	Valor/ha
2012-13	18,739	3,566	25,321	3,423	22,694	3,450	23,463	3,662	20,471
2013-14	19,189	3,221	19,971	3,332	18,526	3,309	20,283	3,137	15,685
2014-15	19,647	4,263	21,829	3,750	17,063	4,286	24,728	4,200	20,580
2015-16	20,315	3,492	23,465	3,910	24,006	3,744	26,996	3,740	20,045

Fuente: Elaborado a partir de información de SIAP (2017) y FIRA (2017).

Para demostrar la relación entre el valor y los costos de producción, se calculó un coeficiente de beneficio-costo (Tabla 3), construido con base en el cociente del valor de producción por hectárea y los costos de producción por hectárea. Cuando la relación es igual a la unidad, significa que el valor generado apenas cubrió los costos de producción; cualquier valor por encima de uno, indica una ganancia proporcional a los costos, la cual es de 100% por cada unidad adicional; por último, si el coeficiente es menor a uno, es resultado de que el valor de producción no cubrió los costos generados en ese ciclo.

Tabla 3. Coeficiente de relación Beneficio-costo en cultivo del trigo

Ciclo agrícola	Cajeme	Navojoa	Hermosillo	Guaymas
2012-2013	1.07	0.99	1.08	0.84
2013-2014	1.14	0.89	1.29	1.07
2014-2015	1.19	1.22	1.37	1.02
2015-2016	1.25	1.12	1.15	1.01

Fuente: Elaborado a partir de información de SIAP (2017) y FIRA (2017).

En el periodo analizado, la mayor ganancia por hectárea fue del 37% sobre los costos de producción, y en algunos casos, estos no se alcanzaron a cubrir. La región que presenta los coeficientes más bajos es el DDR Guaymas, el cual a su vez, registra la menor cantidad de horas frío. Por su parte, el Distrito Hermosillo muestra los mayores beneficios con base en sus costos; esta región fue donde se obtuvo el conteo de horas frío más alto. Retomando la estimación de los rendimientos con base en horas frío, se presentan tres escenarios futuros para el siguiente ciclo productivo en cada región:

a) un escenario base, tomando el promedio de las horas frío para los ciclos productivos otoño – invierno en el periodo 2015 - 2016;

b) un escenario optimista, con el máximo de horas frío registrado;

c) un escenario pesimista con el mínimo de horas frío que se obtuvo en el periodo analizado, y el cual fue para los cuatro DDR, el último ciclo con registro de horas frío (2014-2015).

Los costos de producción por hectárea se calcularon con la tasa de crecimiento promedio registrada de 2012 a 2016 y finalmente, el precio por tonelada se estimó partiendo de los precios del 2016 como año base y subiendo 5.46%, el doble del incremento en los costos.

Tabla 4. Escenarios futuros de valor de producción por hectárea con base en horas frío

Escenario	Cajeme	Navojoa	Hermosillo	Guaymas	Costo de producción por hectárea
Base	22,083	23,869	25,425	20,205	20,870
Optimista	23,443	26,024	27,417	21,477	
Pesimista	18,397	19,827	21,976	18,636	

Fuente: Elaborado a partir de información de SIAP (2017) y FIRA (2017).

Al igual que en los resultados obtenidos del análisis beneficio-costo para el periodo 2012-2016, se estima que en el DDR Hermosillo, donde se presenta la mayor cantidad de horas frío, se obtenga mayores beneficios por hectárea, y que estos sean superiores a los costos, incluso en un escenario pesimista. En contraparte, la producción estimada por hectárea para el DDR Guaymas, no alcanza a cubrir los costos en los escenarios base y pesimista (Tabla 4).

En general, el valor estimado respecto a los costos es bajo y deja una ganancia mínima a los productores, especialmente a aquellos considerados como pequeños y que poseen superficies de cultivo no mayores de 5 hectáreas y deben conformarse con ingresos máximos de 25 mil pesos como fruto de 6 meses de trabajo. Probablemente la producción se vuelve rentable gracias a los apoyos gubernamentales de los cuales son sujeto la mayoría de los productores de trigo, permitiendo incluso obtener ganancias en ciclos donde el valor no cubrió sus costos de producción; de igual forma, se convierte en un buen negocio para los productores que cuentan con grandes extensiones de tierra dedicada a la producción de trigo.

Tal como ocurre en otras regiones trigueras de Sonora, los mejores precios de este cultivo han ayudado a la recapitalización de los productores, pero la crisis financiera mundial y la mayor producción en el planeta han reducido estos precios. Los costos de los insumos continúan altos, disminuyendo las ganancias de los productores trigueros haciendo nuevamente necesario que se trabaje en el mejoramiento de la rentabilidad (Márquez y cols., 2014).

CONCLUSIONES

El trabajo de investigación realizado permitió confirmar la hipótesis planteada, ya que se demostró que la recepción de horas frío registradas durante un ciclo agrícola, influye directamente en los rendimientos del trigo de los Distritos de Desarrollo Rural Cajeme, Navojoa, Hermosillo y Guaymas, ello condiciona el valor de la producción generado por hectárea y la rentabilidad; de esta manera, una baja cantidad de horas frío se refleja en un coeficiente menor beneficio-costo, llegando incluso a no ser suficiente para cubrir los costos de producción del cultivo del trigo.

La diferencia en los registros de horas frío entre las regiones observadas, así como los rendimientos productivos obtenidos en cada una, ponen de manifiesto la trascendencia esta variable climática para la producción de trigo. Su importancia trasciende al ámbito económico, donde las horas frío se convierten en factor determinante para la rentabilidad del cultivo, ya que al dejar márgenes de ganancia reducidos a los productores, origina que estos resientan en mayor medida los cambios en los promedios de horas frío registradas.

Para los próximos años, se espera incrementos en la temperatura de la región, y con ello una reducción en el promedio de horas frío, que eventualmente afecte la producción. La importancia económica y social del trigo, aunada a la amenaza que sus indicadores técnicos presentan frente

a un posible decremento en horas frío, plantean la necesidad de construir estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático, así como reforzar la generación de conocimientos través de modelos predictivos de la variación de los factores climáticos y sus impactos socioeconómicos.

Para tales propósitos es necesario el óptimo aprovechamiento de la infraestructura y los recursos humanos disponibles en el sector de ciencias y tecnología: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) A. C., Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES) A. C., Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), Universidad de Sonora (UNISON), entre otras.

LITERATURA CITADA

AGROSON. 2017. Consulta de datos agroclimáticos. Red Estatal de Estaciones Meteoroló-gicas de Sonora. http://agroson.org.mx/agroson2/agroson6/buscadatos (3 de junio de 2017).

Antle, John. 1998. Climate Change and Agriculture: Economic Impacts. Choices 23(1), 9-11.

Cortés, Juan M., Guillermo Fuentes, José Ortiz, Luis Tamayo, Edgardo Cortez, Alma Ortiz, Pedro Félix e Inés Armenta. 2011. Agronomía del trigo en el sur de Sonora. Ciudad Obregón: INIFAP.

DOF. 1988. Acuerdo por el que se establecen los Distritos de Desarrollo Rural y sus centros de apoyo. Diario Oficial de la Federación. http://www.sagarpa.gob.mx/Transparencia/pot2009/XIV%20Marco%20Normativo/ACUERDO%2008-08-1998.pdf

FAO. 2015. FAO Statistical Pocketbook. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO. 2008. Cambio climático y seguridad alimentaria: un documento marco. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. http://www.fao.org/docrep/010/i0145s/i0145s00.htm (6 de junio de 2017).

FAO. 2001. Trigo regado. Manejo del cultivo. Organización de las naciones unidas y la alimentación. Departamento de agricultura. Roma. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/006/x8234e/x8234e00.HTM

FAOSTAT. 2017. Datos sobre alimentación y agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y el Desarrollo. http://www.fao.org/faostat/es/#home (6 de junio de 2017).

Félix, Pedro., José Ortiz, Guillermo Fuentes, José Quintana y José Grajeda (2009). Horas frío en relación al rendimiento del trigo. Áreas de producción del estado de Sonora. Ciudad Obregón: INIFAP.

FIRA. 2017. Agrocostos. Fideicomiso Instituido en Relación con la Agricultura. https://www.fira.gob.mx/Nd/Agrocostos.jsp (5 de junio de 2017).

Gomez-Baggethun, Erick., Rudolf De Groot, Pedro L. Lomas y Carlos Montes. 2010. The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. Ecological Economics, 1209–1218.

INE. 2006. México, Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México: Instituto Nacional de Ecología.

Kirby, E. J. Michael. 1995. Factors affecting rate of leaf emergence in barley and wheat. Crop Sci. 35:11-14.

López Feldman, Alejandro y Danae Hernández Cortés. 2016. Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. El Trimestre Económico, vol. LXXXIII(4), núm. 332, octubre-diciembre, 2016, pp. 459-496.

Márquez Berber, Sergio R., Gustavo Almaguer Vargas, Rita Schwentesius Rindermann y Alma Velia Ayala Garay. 2014. Trigo en Sonora y su contexto nacional e internacional. Colección: Situación, Retos y Tendencias para el Desarrollo Rural Sustentable. México: Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Cámara de DIPUTADOS, LXII LEGISLATURA.

Miralles, Daniel. 2004. Consideraciones sobre eco fisiología y manejo de Trigo. INTA. http://rafaela.inta.gov.ar/publicaciones/documentos/miscelaneas/101/trigo2004_n1.pdf (6 de junio de 2017).

Ordaz, Juan L., Diana Ramírez, Jorge Mora, Alicia Acosta y Braulio Serna. 2010. Costa Rica: Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura. Ciudad de México: CEPAL.

Rawson, Howard y Helena Gómez Macpherson. 2000. Irrigated wheat. Roma: FAO

Salazar, Vidal., Jesús Mario Moreno y Marizol Arvizu. 2011. El Sector Rural del estado de Sonora: Recursos Naturales, demografía y estructura agropecuaria y pesquera, en Borbón, C. (Editor) Diagnóstico del sector agropecuario y pesquero del Estado de Sonora. Problemáticas, población rural afectada y potencialidades. México: CIAD, SAGARHPA, SAGARPA.

SIAP. 2017. Producción anual agrícola. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. http://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119 (4 de junio de 2017).

Strahler, Alan. 1960. Physical Geography. New York: John Wiley & Sons.

Wallace, Ken J. 2007. Classification of ecosystem services: Problems and solutions. Biological Conservation 139 (3-4), 235-246.

IMPACTO AMBIENTAL DEL BOMBEO EN LA AGRICULTURA DE ALTAR-PITIQUITO-CABORCA

Ana Cristina Velazquez-Mar[121]
Vidal Salazar-Solano [122]

RESUMEN

El tipo de riego a emplear en la agricultura se diferencia según la disponibilidad de agua. En el sur de Sonora, la presencia de cuerpos de agua es mayor, por lo que se utilizan sistemas de riego por gravedad (o rodado), por el contrario, el centro y noroeste del Estado se caracterizan por un clima muy seco cálido a muy cálido y la disponibilidad de agua superficial es casi nula. En estas regiones secas, es necesario la utilización de sistemas de extracción de agua de pozos profundos, lo que a su vez genera un elevado consumo de electricidad. La energía eléctrica utilizada para operar las bombas de riego proviene, en su mayoría, de fuentes fósiles lo que genera emisiones indirectas de gases de efecto invernadero (GEI), que a su vez producen un impacto negativo al medio ambiente. Con el fin de conocer un indicador de sustentabilidad ambiental en la agricultura, en este trabajo se estiman las emisiones de GEI generadas por la operación de las bombas de riego en la región del Distrito de Riego 037 (Altar-Ptiquito-Caborca) y su participación en el total de emisiones de GEI a nivel estatal, utilizando la metodología descrita en el Programa GEI México. Los resultados muestran que el bombeo en la región del Distrito de Riego 037 contribuye con más de una quinta parte de las emisiones de GEI de todo el sector agropecuario sonorense.

PALABRAS CLAVE

Agricultura, Emisiones, Gases de Efecto Invernadero, Riego, Bombeo

INTRODUCCIÓN

El desarrollo sustentable se define como aquel que satisface las necesidades de las generaciones presentes en forma igualitaria, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Brundtland, 1987), este concepto no sólo se circunscrita al nivel de los indicadores económicos, sino que además incorpora el cuidado del medio ambiente, así como la distribución justa y equitativa en la sociedad, es decir, afirma que para lograr el bienestar y progreso en las naciones, deben interrelacionarse tres aspectos fundamentales: económico, ambiental y social.

[121] *Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Coordinación de Desarrollo Regional.* ana.velazquez@estudiantes.ciad.mx

[122] *Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Coordinación de Desarrollo Regional.* vidal@ciad.mx

A partir del Protocolo de Kioto (ONU, 1997), se reconoce que la protección del medio ambiente implica imponer restricciones a la emisión de gases de efecto invernadero[123] (GEI) en las actividades productivas a escala global, pues estos gases (GEI), son los principales responsables de las variaciones en el clima de nuestro planeta, produciendo heladas, inundaciones y sequias, a lo que se le denomina cambio climático (INE, 2007).

El cambio climático ha condicionado paulatinamente a los actores productivos a invertir en infraestructura, servicios, insumos y capacitación, para asegurar la rentabilidad económica de sus operaciones.

En el caso de la agricultura en el estado de Sonora, México, el agotamiento los recursos hídricos y recurrente sequía condujo a sus actores al abandono de sus actividades tradicionales y al ajuste del patrón de cultivos regional, únicamente han logrado sobrevivir con éxito quienes cuentan con acceso a recursos para adaptar su infraestructura productiva, al incorporar sistemas de irrigación eficientes que aseguren cultivos de mayor valor agregado por unidad de agua consumida (Velazquez-Mar, 2016).

Los sistemas instalados en esta zona, consumen grandes cantidades de energía para bombear el agua subterránea generando así emisiones indirectas de GEI, pues la generación de electricidad en México aún depende en su mayoría de la quema de combustibles fósiles.

Es entonces, que las medidas adoptadas por los productores, aunque reducen el impacto ambiental negativo en cuanto a la explotación del agua, son solamente acciones de adaptación al cambio climático, por lo que resulta urgente combatir este fenómeno desde sus orígenes ya que representa un riesgo para el bienestar humano, así como la seguridad alimentaria a nivel mundial (Nelson et al, 2010).

En este sentido, este trabajo tiene como objetivo estimar las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la operación de las bombas de riego en el distrito de riego 037, como parte de un indicador de sustentabilidad ambiental de la zona. Para ello se utiliza la metodología planteada en el programa GEI México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y descripción del área de estudio

Según el SIAP (2017), los principales distritos agrícolas en Sonora se ubican en Cajeme (Valle del Yaqui), Hermosillo (Costa de Hermosillo) y Caborca, ubicándose en sur, centro y noroeste, respectivamente, estas zonas tienen diferentes sistemas de irrigación debido a la diferencia en la disponibilidad de agua.

En la zona sur, el agua es más abundante por lo que se utiliza en su mayoría el riego por gravedad (o riego rodado), por el contrario, en la zona centro y noroeste, el agua es escasa y debe extraerse de pozos profundos, utilizándose exclusivamente los sistemas de riego por bombeo (Velazquez-Mar, 2016).

En la zona noroeste, se encuentra el Distrito de Riego 037 (DR037). Este distrito es uno de los 112 Distritos de Riego que creó la Comisión Nacional del Agua en 1926 (CNA, 2012), abarca los municipios de Altar, Pitiquito y Caborca, todos ellos caracterizados por un clima muy seco que va

[123] Los GEI citados en el Protocolo de Kioto son: bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidroflourocarbonos (HFCs), perflourocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF_6). Fuente: Protocolo de Kioto, 1997

de semicálido, a muy cálido (INEGI, 2016:43). Es en este distrito donde se llevó a cabo la investigación en el periodo comprendido de agosto 2014 a agosto de 2016.

El patrón de cultivos se ha modificado en las últimas cinco décadas, ya que, durante 1960 los principales cultivos del DR037 estaban adaptados a un menor uso de los recursos hídricos, destacaba la producción de algodón, trigo, alfalfa, sorgo y olivo con un total de 65,000 Has cultivadas (Llano, 2000).

A finales de 1999 la producción agrícola se modificó notablemente, pues los cultivos de alfalfa y sorgo desaparecieron en su totalidad, mientras que el algodón y el trigo redujeron en un 80% su superficie cultivada, por otro lado, se duplicó el cultivo del olivo y se comenzó a cultivar vid y espárrago, así como frutas perennes, de tal manera que se establecieron los cultivos de vid (13,000 Ha), espárrago (6,500 Ha), algodón (6,000 Ha), trigo (4,000 Ha) y olivo (3,000 Ha) como los principales productos agrícolas de la región (íbid).

A partir del año 2010, se ubican como principales cultivos en esta región: trigo, alfalfa, espárrago, olivo-aceituna y vid de mesa.

Actualmente, el Distrito de Riego 037 se distingue como productor de espárrago y aceituna (CNA, 2015) consolidándose como el primer lugar nacional en la producción de ambos cultivos, pues al 2014 en esta región se concentraba el 49% y 44% del total producido a nivel nacional lo que representa una superficie cosechada de 8,588 Ha y 1,587 Ha, respectivamente, otros cultivos importantes en cuanto a la superficie cosechada del DR037 en son uva con 7,563 Ha, trigo grano con 4,091 Ha, alfalfa verde con 3,489 Ha y papa con 2,730 Ha (SIAP, 2015).

La modificación en la producción agrícola del DR037 obligó a los productores a intensificar la irrigación, lo que ha ocasionado una mayor explotación de los recursos hídricos (Llano, 2000), según cifras de la CNA se incrementó la superficie irrigada a través de sistemas de riego por bombeo de pozos profundos pasando de 98% en 2010 al 100% en 2014 (CNA, 2010a, 2010b; 2015).

En la zona agrícola de Altar-Pitiquito-Caborca existen 816 pozos registrados ante la Asociación de Usuarios del Distrito de Riego 037 (ASUDIR037), entre ellos predominan los pozos de 10” a 12” (514), aunque también se registran de 8” (230), de 6” (50) y paduas (22).

Por otra parte, la cantidad de pozos en la región ha disminuido, según Llano (2000) en el año 2000 existían 830 pozos, pero al 2016 solo se registran 816 ante la ASUDIR037, de los cuales solamente 538 se encuentran en operación.

Todos los pozos registrados en la ASUDIR037 cuentan con una bomba vertical de turbina operada con energía eléctrica proveniente de la subestación Caborca que a su vez es abastecida por la planta termoeléctrica Puerto Libertad situado en el municipio de Pitiquito.

La energía eléctrica generada en dicha planta proviene de la quema de algún combustible fósil, anteriormente se utilizaba únicamente combustóleo, pero dada la necesidad de transitar hacia una producción energética de menor costo y de menor impacto ambiental, recientemente se instalaron tuberías para transportar gas natural que es usado como fuente primaria para la generación eléctrica.

Según información de la ASUDIR037, la antigüedad de las bombas oscila entre los 10 y 15 años, cada una cuenta con un motor del tipo trifásico con un voltaje de 440v, cuya potencia va desde los 125 HP hasta los 350 HP, dependiendo de los requerimientos en el volumen de extracción de cada pozo. Por las características de los cultivos ubicados en la región es necesario la operación de las bombas en todo el año, sin embargo, la cantidad de riegos y la periodicidad del riego varían según las necesidades de cada cultivo.

La región agrícola del DR037 utiliza sistemas de bombeo para poder extraer el agua de pozos profundos, estos sistemas utilizan la energía eléctrica proveniente de la red, es por eso que, tomando en cuenta las características de las bombas y sus motores, en promedio en el DR037 se requieren 0.7117 kwh (0.0007117 Mwh) para la extracción de cada metro cúbico de agua según información de la ASUDIR al 2015. Por lo anterior, se estima que se demandan 216,094.432 Mwh (0.7779 PJ) anuales destinados a irrigación en el DR037, cantidad que representa el 22.88% de la energía utilizada en el sector agropecuario en el Estado (3.40 PJ), según el balance de energía estatal más actual que data de 2010 (CEES, 2010; COCEF, 2010). Cabe señalar que, a diferencia del consumo energético en el sector agropecuario nacional, donde el diésel se posiciona como primer lugar dentro de los energéticos más utilizados, en Sonora el 91% del consumo de energía corresponde a la electricidad (3.40 PJ) y el 8.8% al gas LP (0.33 PJ).

Considerando que los primeros seis cultivos en cuanto a superficie cosechada acaparan más del 82% de la producción agrícola en el distrito de riego y tienen un requerimiento de agua similar, las proporciones en el consumo de energía eléctrica según la superficie cosechada de cada cultivo se estiman que en promedio es de 6.31 MWh/Ha. La tabla 1 muestra las estimaciones en consumo de energía eléctrica por cultivo.

Tabla 5 Consumo de Energía Eléctrica de los Principales Cultivos

Cultivo	Superficie Cosechada (Ha)	Participación en la producción agrícola del DR	Consumo de energía eléctrica (PJ)	Consumo de energía eléctrica (MWh)
Esparrago	8,588	25%	0.1951	54,204
Uva	7,563	22%	0.1719	47,735
Trigo grano	4,091	12%	0.0930	25,821
Alfalfa verde	3,489	10%	0.0793	22,021
Papa	2,730	8%	0.0620	17,231
Aceituna	1,587	5%	0.0361	10,017
Otros	6,190	18%	0.1406	39,066
Total	34238	100%	0.77794	216,094.4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SIAP,2015 y ASUDIR037, 2015

Técnicas y métodos utilizados

Con base en el programa GEI México[124], la SEMARNAT (2014) elabora la "*Teoría y conceptos generales para elaborar inventarios verificables de emisiones de gases de efecto invernadero*", documento que tiene como objetivo poner al alcance de las organizaciones una guía para cuantificar y posteriormente inventariar sus emisiones de GEI. Cabe mencionar, que la

[124] Programa nacional voluntario de contabilidad y reporte de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), es una iniciativa coordinada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental, y el Consejo Coordinador Empresarial, a través de la Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES). Cuenta con el apoyo técnico del Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD). *Fuente: SEMARNAT, 2014*

metodología utilizada en el documento es el Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero y su actualización a través de la Enmienda del Estándar de Contabilidad y Reporte publicada por el *World Resources Institute* (WRI) y el *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) en 2013.

El consumo de eléctrica es considerado como emisiones indirectas, es decir, las emisiones no se generan físicamente en el lugar donde se consume la energía. Para efectos del presente trabajo se estimarán las emisiones derivadas del consumo de energía eléctrica para la irrigación por bombeo.

Para el cálculo de las emisiones de GEI se utilizará la siguiente fórmula tomada del Programa GEI México:

$$E\ (tCO_2e) = \ Dato\ de\ actividad\ (MWh) * Factor\ de\ Emisión\ (tCO_2e/MWh) \quad (1)$$

Donde:

E= Emisiones de GEI expresadas en toneladas de CO_2 equivalente

Dato de actividad: Energía utilizada por la actividad expresada en MWh

Factor de Emisión: Promedio estadístico calculado a partir de las emisiones de un gas de efecto invernadero que provienen de la generación de energía eléctrica (inyectada a la red) expresada en toneladas de CO_2 equivalente por MWh.

El factor de Emisión en México para el periodo de investigación fue de 0.4999 tCO2e/MWh, es decir el uso de energía eléctrica obtenida por medio de la red de transmisión de CFE emitió 0.4999 Toneladas de CO_{2e} por cada MWh consumido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por la operación de las bombas de irrigación en el DR037, se generan 108,025.61 tCO2e anuales, lo que representa el 0.01579% de la emisión estatal total. Por otra parte, el sector agropecuario sonorense en 2010 consumió 3.40 PJ de electricidad, lo que a su vez generó 472,127.78 tCO2e. (CEES, 2010; COCEF, 2010). La tabla 2 muestra las emisiones de GEI detalladas según el cultivo del DR037.

Tabla 6 Emisión de GEI del DR037

Cultivo	Superficie Cosechada (Ha)	Participación en la producción agrícola del DR	Emisión de GEI (tCO2e)
Esparrago	8,588	25%	27,096.68
Uva	7,563	22%	23,862.62
Trigo grano	4,091	12%	12,907.84
Alfalfa verde	3,489	10%	11,008.42
Papa	2,730	8%	8,613.64
Aceituna	1,587	5%	5,007.27
Otros	6,190	18%	19,529.14
Total	**34,238**	**100%**	**108,025.61**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONUEE y ASUDIR037

Como resultado final de la estimación, se tiene que la contribución del DR037 supera a la quinta parte de las emisiones totales del sector agropecuario sonorense, con una aportación del 22.88%.

CONCLUSIONES

Los fenómenos climáticos se han intensificado a raíz del incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero en la atmosfera, esto obliga a los productores a modificar sus prácticas habituales y adaptarlas a las nuevas condiciones del clima.

Los actores productivos del DR037 han hecho esfuerzos de adaptación al utilizar tecnología eficiente de riego que incrementa el valor del cultivo por unidad de agua consumida, sin embargo, estas acciones no eliminan los impactos negativos pues el uso de la energía eléctrica para la operación de las bombas representa más del 20% de las emisiones de GEI de todo el sector agropecuario en Sonora.

La sustentabilidad ambiental recae en el uso justo y la distribución equitativa de los recursos naturales, en este supuesto, la forma de generación y utilización de la energía eléctrica actual, limita la disponibilidad de los recursos naturales – en este caso los combustibles fósiles y las condiciones climáticas - para las generaciones futuras, es por eso que para incrementar los niveles de sustentabilidad ambiental de la agricultura en la región, es necesario la eliminación de las emisiones de GEI sin afectar los indicadores económicos de una actividad que actualmente es atractiva.

Se hace evidente entonces, la necesidad de llevar a cabo acciones de mitigación más que de adaptación al cambio climático. En este sentido, se reconoce la urgencia de transitar hacia la utilización de energía eléctrica que provenga de fuentes renovables no contaminantes para eliminar las emisiones de GEI que son la principal causa del cambio climático.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento de esta investigación, al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. y a todo el personal

académico, docente, administrativo y técnico que en él labora; por brindarme todas las herramientas necesarias. Al Doctor Vidal Salazar Solano por haberme guiado y facilitarme el entendimiento del proceso de investigación, por su tiempo y atención hacia mí y mi trabajo.

LITERATURA CITADA

Brundtland, G. H. 1987. *Nuestro futuro común. Comisión Mundial del Medio ambiente y del Desarrollo*. ONU. Disponible en http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol =A/42/427

COCEF (Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza) / Gobierno del Estado de Sonora Col., (2010), *Emisiones de gases de efecto invernadero en sonora y proyecciones de casos de referencia 1990-2020*, México

CEES (Comisión de Energía del Estado de Sonora), (2010), Balance de Energía del Estado de Sonora, México. Disponible en línea en http://www.coees.sonora.gob.mx/images/descargas/Energias-Renovables/Balance-de-energia-Sonora-2010.pdf

CNA (Comisión Nacional del Agua). (2010a), *Estadísticas del agua en México,* edición 2010, CONAGUA, México.

_____ (2010b), *Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Año agrícola 2008-2009*. CONAGUA, México.

_____ (2012), www.conagua.gob.mx, consultado en internet el 28 de septiembre de 2014 http://www.conagua.gob.mx/contenido.aspx?n1=1

_____ (2015), *Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Año agrícola 2013-2014*. CONAGUA, México, consultado en internet el día 25 de septiembre de 2015 en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGIH-6-15.pdf

INE (Instituto Nacional de Ecología), (2007), "*Estudio Sobre Economía del Cambio Climático en México"*, México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2016), "Anuario estadístico y geográfico de Sonora 2016", Gobierno del Estado de Sonora / Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. Disponible en línea en http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2016/702825083694.pdf

Llano Ortega, Manuel, (2000), "*Centro de investigación sobre el agua y el sol, para el desarrollo sustentable de tierras áridas, en el desierto de Altar: CIASOL*", Universidad de Sonora, México

Nelson, Gerald C., Mark W. Rosegrant, Amanda Palazzo, Ian Gray, Christina Ingersoll, Richard Robertson, Simla Tokgoz, Tingju Zhu, Timothy B. Sulser, Claudia Ringler, Siwa Msangi y Liangzhi You, (2010), *Food Security and Climate Change Challenges to 2050 and Beyond*, International Food Policy Research Institute, Washington, EUA.

ONU (Organización de las Naciones Unidas), (1997), *Protocolo de Kioto*. Japón.

SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales), (2014), *Teoría y conceptos generales para elaborar inventarios verificables de emisiones de gases de efecto invernadero*. Gobierno Federal, México. Consultado el 12 de julio de 2015 en http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/fomento/documentos/2014/guia-inventaros-gei.pdf

SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera), (2015), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. Disponible en http://www.gob.mx/siap

Velazquez-Mar, Ana Cristina, (2016), “Energía solar fotovoltaica y sustentabilidad en la agricultura del distrito de riego Altar-Pitiquito-Caborca” (Tesis de Maestría), Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., México.

ANÁLISIS DE LA DEGRADACIÓN DE POLÍMEROS PLÁSTICO, POR ACCIÓN DE HONGOS PROVENIENTES DE LA ANTÁRTIDA

Rodrigo Oviedo-Anchundia[125]
Daynet Sosa-Catillo[1]
Milton Barcos-Arias[1]
Nora Franco[126]
Andrés Rigail-Cedeño[127]
Julio Cáceres-Zambrano[3]

RESUMEN

Los polímeros plásticos son utilizados en la fabricación de productos que son desechados en corto tiempo, razón por la cual es uno de los principales componentes de la fracción de residuos en los desechos sólidos. Su degradación en la naturaleza implica varias décadas, sin embargo, es posible utilizar otras alternativas para reducir el tiempo de vida de los plásticos por medio de la degradación biológica. Durante el presente trabajo se estudió la biodegradación en medio líquido, de muestras de 10, 20 y 40 mg, de polietileno, poliestireno y poliuretano respectivamente. Una parte del experimento se llevó a cabo utilizando las muestras poliméricas sometidas a un tratamiento en una cámara de envejecimiento artificial de acuerdo a la norma ASTM G155, por 500 horas. Las muestras envejecidas y no envejecidas se incubaron a 18 ºC durante 3 meses en presencia y ausencia de hongos provenientes de la Antártida con el objeto de determinar si existe o no biodegradación. La degradación fisicoquímica y biológica de los plásticos se evaluó analizando los cambios en la estructura química (FTIR). La actividad biológica producida sobre los polímeros se analizó cuantificando el peso perdido en función del tiempo. La exposición de los polímeros a la cámara de envejecimiento artificial dio como resultado la degradación oxidativa de los plásticos (detectada por cambios morfológicos y estructurales), lo que favoreció su degradación. De las tres cepas utilizadas durante el estudio (*Geomyces* sp*., Penicillium* sp*. y Mortierella* sp*.), Penicillium* sp*.*, presento mayor porcentaje de degradación 28,34, 8,39 y 3,53% en Poliuretano, Poliestireno y Polietileno en plásticos envejecidos.

PALABRAS CLAVE
Biodegradación, microorganismos, envejecimiento,

INTRODUCCIÓN

Los plásticos en general son productos muy utilizados que se fabrican en grandes cantidades, sin embargo, debido a su difícil degradación se han vuelto un serio problema ambiental a nivel mundial. Cada año se fabrican alrededor de 400.000 billones de botellas y un trillón de bolsas plásticas en el mundo (EPA, 2012) . Solo en América Latina se consumen más de 31 kilos de envases al año por habitante (Uribe, 2010). Se calcula que el 70% de la basura se encuentra en

[125]Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador, Campus Gustavo Galindo Km. 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador. http://www.cibe.espol.edu.ec/
[126] Universidad de Buenos Aires, directora del Grupo de Aplicaciones de Materiales Biocompatibles de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. http://www.cibe.espol.edu.ec/
[127]Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales. Campus Gustavo Galindo Km. 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador. http://www.lemat.espol.edu.ec/

el fondo del océano es decir que más de 13.000 piezas de desperdicios de polímeros plásticos están flotando en cada kilómetro cuadrado de los océanos

Una alternativa frente a este problema es la fabricación de plásticos con pro-oxidantes o polímeros biológicamente degradables que permiten su completa degradación en el ambiente en menor tiempo (Chiellini, 2007) Otra alternativa está relacionada con el uso de bacterias y hongos que han adquirido una gran importancia, debido a que biodegradan de manera efectiva algunos polímeros plásticos (Bonhomme, 2003). Un estudio realizado por Kinoshita Shugita y su grupo de trabajo entre la década de los 70, descubrió en aguas residuales de una fábrica de nylon, un tipo de *Flavobacterium* tenía la capacidad de romper la estructura del nylon en subproductos para su asimilación (Negoro S, 1983)

El objetivo de este trabajo es analizar experimentalmente el proceso de degradación del polietileno, poliestireno y poliuretano, a nivel de laboratorio, por acción de hongos provenientes de la Antártida. Actualmente estos plásticos son muy utilizados como envases o envolturas de sustancias o artículos alimenticios que, al desecharse sin control, tras su utilización, han originado problemas medioambientales en grandes y pequeñas ciudades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este Trabajo fue desarrollado en el Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador, que forma parte del campus Gustavo Galindo de ESPOL, ubicado en el Km 30,5 vía Perimetral, sector Prosperina, Parroquia urbana Tarqui, Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas. El tiempo de investigación fue del 2 de marzo del 2015 al 2 de abril del 2017.

Para este proyecto se realizó un screening de las cepas de microorganismos provenientes de la Antártida, las mismas que se encontraban congeladas a una temperatura de -80 ºC en el banco de microorganismos del CIBE. Las cepas fueron reactivadas en dos medios de cultivos enriquecidos, Agar papa dextrosa (PDA) y Agar Nutritivo (AN).

Del screening de microorganismos realizado para la biodegradación de polímeros se logró seleccionar tres cepas promisorias de hongos los mismas que fueron utilizadas para el desarrollo de este estudio, (G*eomyces* sp*., Penicillium* sp.y *Mortierella* sp.). Cabe mencionar que existen reportes de estos géneros de hongos que poseen sistemas enzimáticos inespecíficos capaces de degradar un amplio rango de sustratos diferentes a los plásticos.

Para el estudio se utilizaron tres tipos de plásticos (polietileno, poliestireno y poliuretano) los mismos que fueron previamente sometidos a un proceso de desinfección sumergiéndolos en una solución de hipoclorito de sodio al 10% (v/v), agua estéril temperada a 60 ºC y etanol al 70% (v/v). El medio mineral que se usó está compuesto de: ($g.L^{-1}$) KH_2PO, 1,0 g; $NaNO_3$, 2.0 g; $MgSO_4(7H_2O)$, 0,05 g; KCL, 0,007 g; $FeSO_2(7H_2O)$, 0,01 g; NH_4CL, 0,01 g; y Plysurf, 0,01 g (Maiti, 2013), se reemplazó el plysurf por tween 20. Preparado el medio se procedió a colocar, 35 mL del medio mineral en frascos de vidrio de 200 mL de capacidad. El material fue esterilizado en un autoclave a una temperatura de 120 °C por un tiempo de 15 minutos.

Haciendo uso de una cámara de flujo laminar se procedió a colocar en los frascos con medio mineral los polímeros desinfectados (20 mg), con sus respectivos inóculos microbianos. Posteriormente los medios fueron colocados en un shaker agitador a 110 r.p.m. y a una temperatura del 18 °C por un tiempo de 90 días. Cada 30 días se evaluó el peso seco de la muestra de polímero, haciendo uso de una balanza analítica. También se realizó el análisis de degradación por FTIR. La región analizada corresponde al intervalo comprendido entre 4000 y

1000 cm^{-1}, donde se puede determinar la presencia de grupos funcionales tales como el grupo amino(-NH), el grupo carbonilo (-C=O), el grupo nitrilo (-C=N), amida (R-CO-N_2), etc. (Settle, 1997).

Los cambios estructurales que ocurren en los plásticos por efecto de la biodegradación pueden ser detectados por la evolución de las bandas correspondientes a los grupos funcionales involucrados en la degradación de los polímeros. Estos ensayos se llevaron a cabo en un espectrómetro de luz infrarroja marca Perkin-Elmer modelo Spectrum 100.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados experimentales correspondientes a la pérdida de peso y a los cambios estructurales de las muestras poliméricas sometidas al proceso de degradación realizado con las tres cepas de hongos, utilizando dos tratamientos, uno que involucra un envejecimiento artificial y otro sin envejecimiento, ambos con sus respectivos controles. En la figura 1 y 2 se muestran los resultados de biodegradación del polietileno bajo los diferentes tratamientos.

Polietileno. –

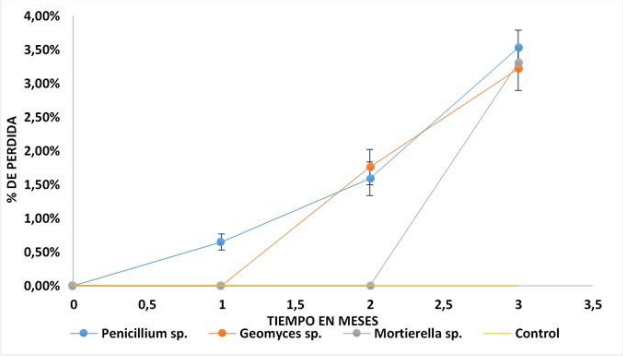


Figura 1. Porcentaje de pérdida de peso del polietileno envejecido en contacto con las 3 cepas de hongo provenientes de la Antártida

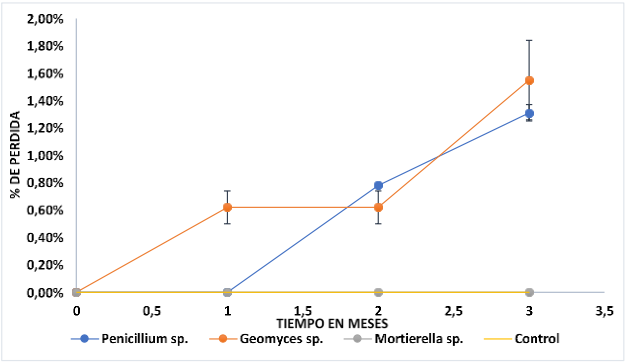


Figura 2. Porcentaje de pérdida de peso del polietileno sin envejecer en presencia de 3 cepas de hongo provenientes de la Antártida

El porcentaje degradado al cabo de tres meses para el PEBD sometido al proceso de envejecimiento y sin tratamiento fue de 3,5 y 1,31% respectivamente cuando se utilizó el hongo *Penicillium* sp*;* de 3,22 y 1,55% respectivamente cuando se utilizó el hongo *Geomyces* sp. y de 3,31 y 0% cuando se utilizó el hongo *Mortierella* sp*.* Los bajos porcentajes de degradación registrados estarían asociados a las propiedades del polímero entre las que podemos mencionar su gran resistencia al ataque de agentes químicos, a ser deformado y a su temperatura de degradación térmica de 95 °C (Reyes, 2009). Comparando los valores obtenidos con los trabajos anteriormente mencionados y teniendo en cuenta que la temperatura que se utilizó en este proyecto se encontró en el rango comprendido entre 16 y 20 °C, podemos suponer que las diferencias encontradas entre los diferentes trabajos radican en la temperatura utilizada porque la misma influye en el proceso de biodegradación (Desai, 2006). En este trabajo se utilizaron hongos traídos de la Antártida adaptados a una temperatura menor que la utilizada en los experimentos reportados, por lo que su proceso de adaptación podría estar relacionado con la baja efectividad en la degradación cuando se los compara con los resultados obtenidos con otros microorganismos propios del Ecuador. En la literatura se encuentra una amplia variedad de resultados respecto a la biodegradación de polietileno utilizando diferentes microorganismos trabajando a distintas temperaturas. En todos los casos, los resultados obtenidos respecto al

porcentaje de biodegradación fueron significativamente mayores que los obtenidos en este trabajo, probablemente debido a las condiciones ambientales a los que estuvieron sometidos los microorganismos. Por ejemplo, Kumari y colaboradores (2009) obtuvieron una degradación de PE de 26,5% a 35 °C, mientras que (Uribe, 2010) logró una biodegradación de 4,09%; 6,47% y 19,77% utilizando distintos consorcios microbianos aislados de muestras de suelo con una temperatura similar.

Se han reportado varios trabajos sobre la degradación biológica del polietileno. Cuevas (1997) aisló del suelo micromicetos como *Aspergillus*, *Penicillum* y *Mycelia sterilia*, capaces de biodegradar al polietileno. Clutario (2001) demostró que el micromiceto *Xylaria* sp. también fue capaz de colonizar el polietileno. Una de las principales estrategias para la degradación del PEBD es la degradación directa por microorganismos, usando al polímero como única fuente de carbono (Roy PK, 2008).

Lee y colaboradores (1991) lograron aislar una enzima fúngica capaz de degradar al polietileno. Otros estudios también han reportado la colonización y degradación de películas de polietileno por hongos (Corti, 2010 y Motta, 2009). Zahra y colaboradores (2010) presentaron una colonización de láminas de polietileno con *Aspergillus fumigatus* y *Aspergillus terreus*. Mientras que, Ojeda (2009) afirma que el género *Aspergillus* es capaz de degradar el polietileno, así como hongos del género *Penicillium.*

En lo que respecta a poliestireno los resultados se muestran en la figura 3 y 4 donde se puede observar que la degradación es más efectiva en el polímero envejecido que para el caso de la muestra sin envejecer, posiblemente debido a la alteración molecular producida por la acción de la energía UV aplicada durante 500 horas de pretratamiento. En la figura 4 podemos notar que el único hongo capaz de producir una pérdida de masa significativa en el polímero sin tratamiento de envejecimiento es *Geomyces* sp. que produjo resultados cuantificables a partir del segundo mes de experimentación. Al igual que en el caso del polietileno se verifica que el proceso de envejecimiento deja a las muestras poliméricas más susceptibles al ataque microbiano y a su biodeterioro.

Poliestireno. –

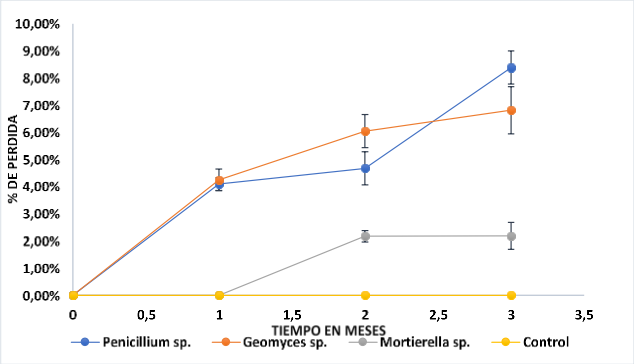


Figura 3. Porcentaje de pérdida de peso del poliestir eno envejecido en presencia de 3 cepas de hongo provenientes de la Antártida

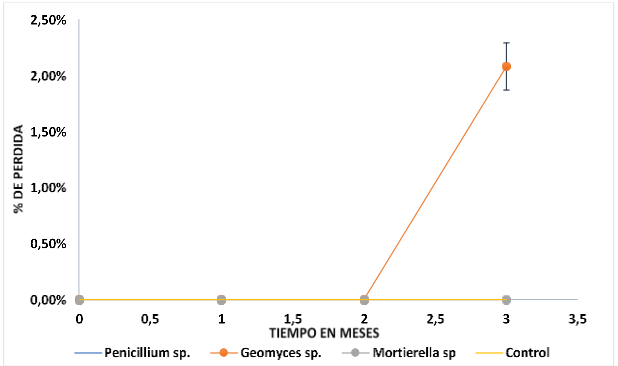


Figura 4. Porcentaje de pérdida de peso del poliestireno sin envejecer en presencia de 3 cepas de hongo provenientes de la Antártida

En este sentido se han reportado trabajos con diferentes tipos de microorganismos que han biodeteriorado al poliestireno, como la cepa *Aureobasidium pullulans*, que es un hongo distribuido en todo el mundo, conocido generalmente como "levadura negra" (Hermanides-Nijhof, 1977).

Este hongo tiene la capacidad de producir un gran número de enzimas hidrolíticas (Ma C, 2007) y un polisacárido extracelular biodegradable conocido como pululano (poli-α-1,6-maltotriosa). De acuerdo con Webb y colaboradores (2000), *A. pullulans* está implicado en las primeras etapas del biodeterioro de algunos materiales como el cloruro de vinilo plastificado y el poliestireno. Este hongo puede ser comparado con los microorganismos que se están utilizando en este trabajo para degradar al polímero, debido a que los hongos ocasionan un daño por acción mecánica cuando las hifas van penetrando al sustrato.

Poliuretano. -

Los resultados para la biodegradación de poliuretano envejecido y no envejecido con sus respectivos controles se muestran en la figura 5 y 6. En la figura 5 se puede apreciar la variación registrada en función del tiempo del porcentaje de pérdida de peso del poliuretano envejecido sometido a la acción de las cepas. Las 3 cepas de hongos producen un efecto degradador sobre el polímero. Los resultados experimentales indican que todas las cepas producen aproximadamente la misma pérdida de peso al cabo de los 3 meses, alrededor de un 26%, aunque la más efectiva fue *Penicillium* sp. Teniendo en cuenta la pérdida de peso de la muestra control se puede inferir que la pérdida de peso ocasionada por la acción biológica es del 14%.

En la figura 6, se presentan los resultados obtenidos cuando se utilizan las muestras poliméricas sin tratamiento de envejecimiento. En este caso el porcentaje de pérdida de peso del poliuretano sin envejecer aumenta monotónicamente desde el comienzo del proceso de biodegradación y siempre resulta menor que el obtenido para las muestras pretratadas. Se verificó que la cepa que degradó con mayor eficacia al plástico es *Penicillium* sp. obteniéndose un 18% pero teniendo en cuenta los resultados de la muestra control la pérdida efectiva por acción de los microorganismos sería del 11%.

En el caso de la muestra control, la pérdida de peso registrada de la muestra con pretratamiento y sin pretratamiento es 12 y 7 % respectivamente. En función del análisis visual del contenido de los recipientes utilizados para los ensayos, se puede afirmar que la variación de peso registrada se debió a la pérdida de fragmentos generados a partir de la muestra por lo que en principio no habría ocurrido una biodegradación del material polimérico.

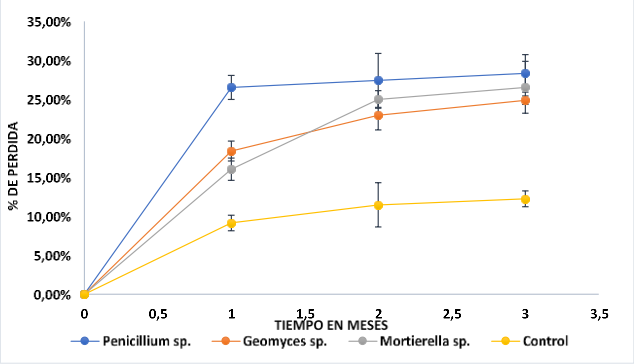


Figura 5. Porcentaje de pérdida de peso del poliuretano envejecido en presencia de 3 cepas de hongo provenientes de la Antártida

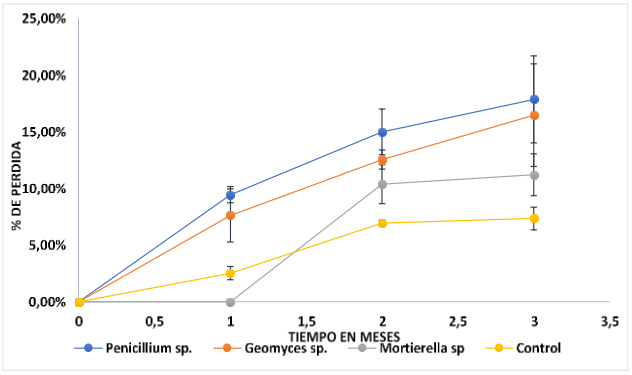


Figura 6. Porcentaje de pérdida de peso del poliuretano sin envejecer en presencia de 3 cepas de hongo provenientes de la Antártida

En todos los casos la pérdida de masa estaría relacionada con la facilidad del hongo para utilizar al plástico como fuente de carbono. Yujiang Fan y Haruo Nishida (2003), demostraron que los parámetros que más influencian el proceso de biodegradación son la composición monomérica del plástico, su porcentaje de cristalinidad y su peso molecular. Jendrossek (1996), afirmó que los polímeros de bajo peso molecular se degradan más rápido que los de alto peso molecular. Huang y Roby (1986) observaron que la degradación del PU se llevó a cabo de una manera selectiva, siendo las regiones amorfas degradadas antes que las regiones cristalinas. Existen numerosos reportes científicos indicando la susceptibilidad de los poliuretanos al ataque de hongos (Darby y Kaplan, 1968, Ossefort y Testroet, 1966). Estos estudios revelaron que los PU tipo poliéster son los más susceptibles a los ataques de hongos, en cambio los PU tipo poliéter son moderadamente resistentes. Boubendir (1993) aisló enzimas con actividades de esterasa y uretano hidrolasa, de los hongos *Chaetomium globosum* y *Aspergillus terreus.*

Caracterización por Espectroscopia de absorción en el infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR). -

En esta sección, se presentan los resultados de análisis de los polímeros por FTIR, para determinar si las bandas correspondientes a los grupos funcionales característicos modificaban su intensidad o manifestaban desplazamientos en el espectro FTIR como consecuencia de la biodegradación de los polímeros. La región analizada corresponde al intervalo comprendido entre 4000 y 1000 cm^{-1} debido a que las bandas de estos espectros generalmente son característicos de los polímeros estudiados (Settle, 1997). El análisis de los espectros obtenidos por FTIR corresponde a una alternativa rápida para evaluar la acción de algún agente sobre los polímeros sintéticos

Polietileno: análisis de los espectros FTIR

Existen reportes en los cuales mencionan que la disminución de la intensidad de las bandas ubicadas a 719 cm^{-1} correspondiente a la flexión del grupo C-H y a 1472 cm^{-1} correspondiente al grupo carbonilo (-C=O) cuando el PEBD se pone en contacto con bacterias (Das, 2015) pero en los resultados obtenidos en este trabajo no se observan diferencias apreciables entre los espectros, por lo que no podemos asegurar que exista una acción biológica relacionada con la biodegradación del material.

Poliestireno: análisis de los espectros FTIR

Experimentalmente se encontró que las caras externas de la muestra actúan como sustrato para el crecimiento del hongo. Una vez que se somete el material al proceso de limpieza para poder determinar el peso, se constató visualmente que las caras internas no presentaban ningún deterioro visible. El análisis de los espectros es indicativo de que el material no se biodegradó porque no hay variaciones significativas entre la muestra control y las muestras sometidas a la acción de los hongos.

Analizando los espectros obtenidos y la pérdida de peso registrada para las distintas muestras se puede concluir que el material sufrió un proceso de Biodeterioro, el cual debido a la interacción del micelio con el polímero, se produce una acción química producto de la excreción o secreción

de ácidos y pigmentos los cuales se depositan sobre el soporte modificando sus propiedades químicas.

Poliuretano: análisis de los espectros FTIR

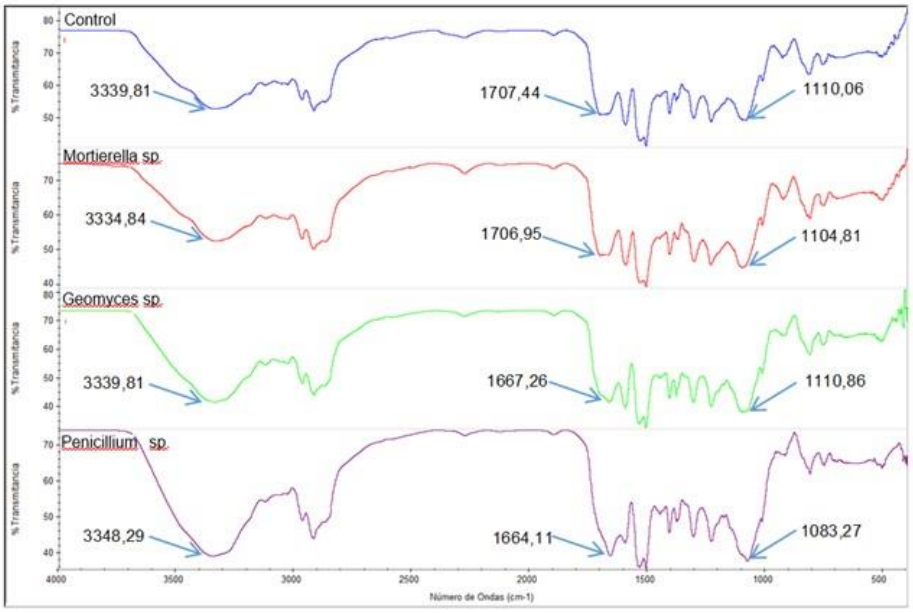


Figura 7. Espectro FTIR del poliuretano envejecido en presencia de 3 cepas de hongo provenientes de la Antártida al tercer mes de degradación

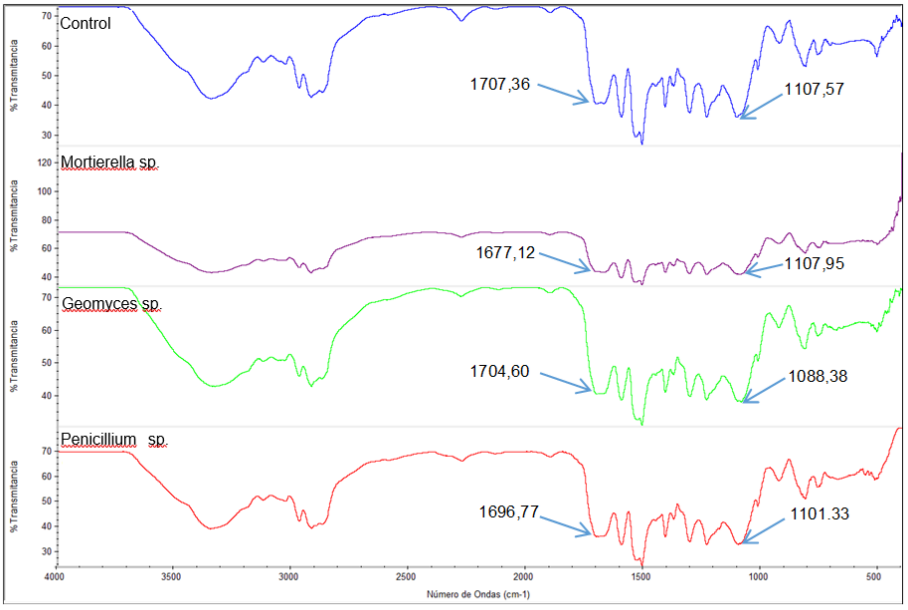
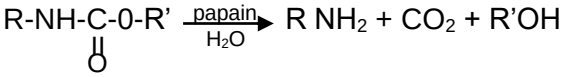


Figura 8. Espectro FTIR del poliuretano sin envejecer en presencia de 3 cepas de hongo provenientes de la Antártida al tercer mes de degradación

El tratamiento de envejecimiento por UV provocó cambios morfológicos y estructurales significativos en el poliuretano. Este proceso generó una degradación oxidativa del polímero, lo que incrementó su susceptibilidad al ataque microbiano.

Las bandas ubicadas entre 3500 cm^{-1} y 3200 cm^{1}, se atribuyen al solapamiento de la señal correspondiente a las vibraciones de estiramiento y flexión del O-H, respectivamente (Jagtap S, 2011). Comparando los espectros de la muestra control sometida al pretratamiento (figura 7) y sin pretratamiento (figura 8) se observa que en las muestras envejecidas, se produce un ensanchamiento de la banda centrada en 3300 cm^{-1}correspondiente al solapamiento del estiramiento del grupo N-H y del grupo OH. Este ensanchamiento estaría relacionado con la aparición de grupos NH primarios formados durante la hidrólisis del grupo uretano que se ve beneficiada por el mencionado pretratamiento. La ecuación de hidrólisis producida es la siguiente:



Los espectros FTIR obtenidos para las muestras de PU sometidas al tratamiento de envejecimiento figura 7 exhiben diferencias en la zona comprendida entre 1720 cm^{-1} y 1500 cm^{-1} que permiten comparar el efecto ocasionado por la acción de las 3 cepas respecto a la muestra usada como control. Para las dos cepas que producen la mayor pérdida de peso (*Penicillium y Geomyces*) aparece una señal alrededor de 1637 cm^{-1} correspondiente al grupo amida y también relacionada con el fenómeno de hidrólisis. Esta señal no es apreciable en ninguno de los espectros correspondientes en la figura 8.

Para las muestras sometidas al pretratamiento en contacto con las dos cepas mencionadas, también se observa un aumento de la señal ubicada a 1541 cm^{-1} correspondiente a la vibración del NH probablemente como consecuencia de la hidrólisis mencionada anteriormente.

Por otra parte, comparando los espectros de ambos gráficos (figura 7 y 8) podemos ver que se encontraron claros desplazamientos hacia menores números de ondas de los picos ubicados en 1707,44 cm^{-1} para la muestra control envejecida y en 1707,36 cm^{-1} para la muestra control sin envejecer. Estos picos están relacionados con interacciones puente hidrógeno entre los grupos NH y los grupos carbonilo. El corrimiento encontrado estaría relacionado con una disminución de las interacciones puente hidrógeno entre los grupos NH y los grupos carbonilo debido a la acción de la biodegradación. En ambas figuras no se observan variaciones en la zona comprendida entre 1000 cm^{-1} y 600 cm^{-1} que corresponde a la huella dactilar del polímero (Azevedo J, 2011; Vaghani S, 2012)

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, es evidente que, al restringir las cepas de hongos de cualquier otra fuente de carbono diferente al polietileno, poliestireno y poliuretano, éstas comenzaran a utilizar al plástico como fuente principal de carbono, logrando su degradación.
El envejecimiento de los polímeros utilizando radiación UV mejoró la degradabilidad del plástico expresada como porcentaje de pérdida de peso.
La evaluación del porcentaje de pérdida de peso resulta un parámetro útil para evaluar el proceso de degradación
La obtención de los espectros FTIR resulta una herramienta útil para clasificar el tipo de degradación (biodegradación o biodeterioro)

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales (LEMAT-ESPOL) por el uso de los equipos en esta investigación.

LITERATURA CITADA

Azevedo J, S. R. (2011). Physical and chemical characterization insulin-loaded chitosan-TPP nanoparticles. *J. Therm. Anal. Calorim.*, 685-689.

Bonhomme, S. C.-M. (2003). Environmental biodegradation of polyethylene. *Polymer Degradation and Stability, Volume 81, Issue 3, 2003*, 441-452.

Chiellini, E. C. (2007). Oxobiodegradable full carbon backbone polymers- biodegradation behavior of thermally oxidized polyethylene in an aqueous medium. In *.Polymer Degradation and Stability, Volume 92* (pp. 1378-1383).

Das, M. P. (2015). An approach to low-density polyethylene biodegradation by Bacillus amyloliquefaciens. Santosh Kumar Biotech.

Desai, A. V. (2006). Petroleum and Hydrocarbon Microbiology. *Applied Environmental Microbiology*, 1-24.

EPA. (2012). *Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos*. Retrieved from Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos: https://www3.epa.gov/

Hermanides-Nijhof. (1977). Aureobasidium and allied genera. Stud Mycol.

Jagtap S, Y. M. (2011). Synthesis and characterization of lanthanum impregnated chitosan flakes for fluoride removal in water. *Desalination*, 267-275.

Ma C, N. X. (2007). Purification and characterization of an alkaline protease from the marine yeast Aurobasidium pullulans for bioactive peptide production from different sources. Mar Biotechnol.

Maiti, S. (2013). Isolation and characterisation of starch/polyvinyl alcohol degrading. *ScienceDirect*, 9-12.

Negoro S, T. T. (1983). Plasmid-Determined Enzymatic Degradation of Nylon Oligomers. *JOURNAL OF BACTERIOLOGY, Vol. 155, No. 1*, 22-31.

Reyes, J. (2009). *"Estudio de factibilidad para la instalación de una planta de recicladora de envases de pet"*. Retrieved from http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/4504/1/I2.1119.pdf

Roy PK, T. S. (2008). Polymer Degradation and Stability, Degradation of abiotically aged LDPE films containing pro-oxidant by bacterial consortium. *Polym Degrad puñalada*, 1917–1922.

Settle, F. (1997). Capítulo 15: Infrared Spectroscopy. In *Handbook of Instrumental Techniques for analytical Chemistry* (p. 252). Prentice Hall.

Uribe, D. G. (2010). Biodegradación de polietileno de baja densidad por acción de un consorcio microbiano aislado de un relleno sanitario, Lima, Perú. *Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de San Marcos*, 133-136.

Vaghani S, P. M. (2012). Synthesis and characterization of pH-sensitive hydrogel composed of carboxymethyl chitosan for colon targeted delivery of ornidazole. *Carbohydrate Research*, 76–82.

EMISIÓN DE CENIZAS POR LA QUEMA DE CAÑA Y EL INGENIO LA GLORIA, VERACRUZ

Guisel Aleyda Castro Gerardo[128]
Cesáreo Landeros Sánchez[1]
Juan Pablo Martínez Dávila[1]
Gustavo López Romero[1]
Eugenio Carrillo Ávila[129]

RESUMEN

La emisión de cenizas, producto de la quema de caña de azúcar y el proceso agroindustrial, es la principal fuente de contaminación hacia el medio ambiente. Además, añadido a este material particulado, se encuentran altas concentraciones de metales pesados como Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Zinc (Zn). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar las concentraciones y la distribución espacial de los metales pesados Cd, Cu, Pb y Zn, presentes en el material particulado emitido por el ingenio La Gloria y la quema de caña de azúcar en los agroecosistemas regionales, en función de la distancia en que tal material se deposita durante el proceso de emisión. Este proyecto se realizó en la localidad de La Gloria, Veracruz en donde se ubica el ingenio del mismo nombre. Se establecieron dos zonas de estudio: la primera, la zona A, de los 50 a los 400 y la segunda, la zona B, de los 401 a los 900 m de distancia del punto de emisión de cenizas del ingenio. En estas zonas se establecieron 51 sitios de recolección de muestras de cenizas, 18 (Zona A) y 33 (Zona B). Se encontró, mediante un análisis de medias, que la concentración de Cd, Cu y Pb en la zona A fue mayor que en la zona B, (100.6179>66.3614 µg g^{-1}; 92.2825>47.2526 µg g^{-1}; 876 8559>701.3888 µg g^{-1}). Además, se observó una mayor concentración de Zn en la zona A que en la zona B (28.5941>26.8798 µg g^{-1}). En relación con la distancia, no se observó diferencia estadística significativa entre zonas.

PALABRAS CLAVE: Contaminación del aire, cenizas, material particulado.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se reconoce la importancia de evaluar las emisiones ocasionadas por la agroindustria azucarera. Ésta última es considerada como una de las actividades antropogénicas que más contribuye a la contaminación atmosférica por la emisión de cenizas y material particulado que generan estos procesos agroindustriales. Asimismo, estas emisiones van acompañadas de concentraciones de metales pesados como Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Zinc (Zn). Finalmente, este material es emitido hacia la atmósfera y, por medio de las corrientes de aire, se distribuye en áreas expuestas como casas habitación, bienes materiales y, enfáticamente, a los agroecosistemas. Además de lo anterior, las áreas cercanas a los ingenios se vuelven muy vulnerables ante este tipo de contaminación y, por consiguiente, se observan efectos negativos sobre los diferentes cultivos y su biodisponibilidad puede resultar peligrosa para la salud ambiental y humana (Méndez *et al*., 2009).

[128] Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, Km 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, vía Paso de Ovejas, entre Puente Jula y Paso San Juan, Tepetates, Veracruz, México. C.P. 91669. clandero@colpos.mx

[129] Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Km 17.5 Carretera Haltunchén-Edzná Sihochac, municipio de Champotón, Campeche, México. C.P. 24450.

Este conjunto de acciones contribuye a incrementar los problemas de contaminación y efectos adversos a la salud del medio ambiente como resultado del aumento del volumen de material particulado industrial y agrícola producidos por la actividad cañera (Basanta *et al.*, 2007).

Además, Iannacone y Alvariño (2005) encontraron que las partículas volátiles producidas por el proceso de combustión, como resultado de la quema y el proceso agroindustrial de transformación de la caña de azúcar dentro de los ingenios, poseen una propiedad higroscópica que facilita su adición con diversas sustancias que se encuentran en el aire y tienden a bioacumularse en las plantas. En consecuencia, este fenómeno contribuye a que los metales pesados se incorporen a la cadena trófica.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar las concentraciones y la distribución espacial de los metales pesados Cd, Cu, Pb y Zn, presentes en el material particulado emitido por el ingenio La Gloria y la quema de caña de azúcar en los agroecosistemas regionales, en función de la distancia en que tal material se deposita durante el proceso de emisión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección del área de estudio

El presente estudio se realizó durante los meses de diciembre de 2015 a abril de 2016 en la zona habitacional y de abasto del ingenio La Gloria, Veracruz. Esta zona se encuentra localizada geográficamente en los 19° 29' y 19° 23' L. N. y entre 96° 21' y 96° 31' L. O., en la planicie costera central del estado de Veracruz, México, en la cual se observa una velocidad de vientos de 43 km/h promedio (Figura 1).

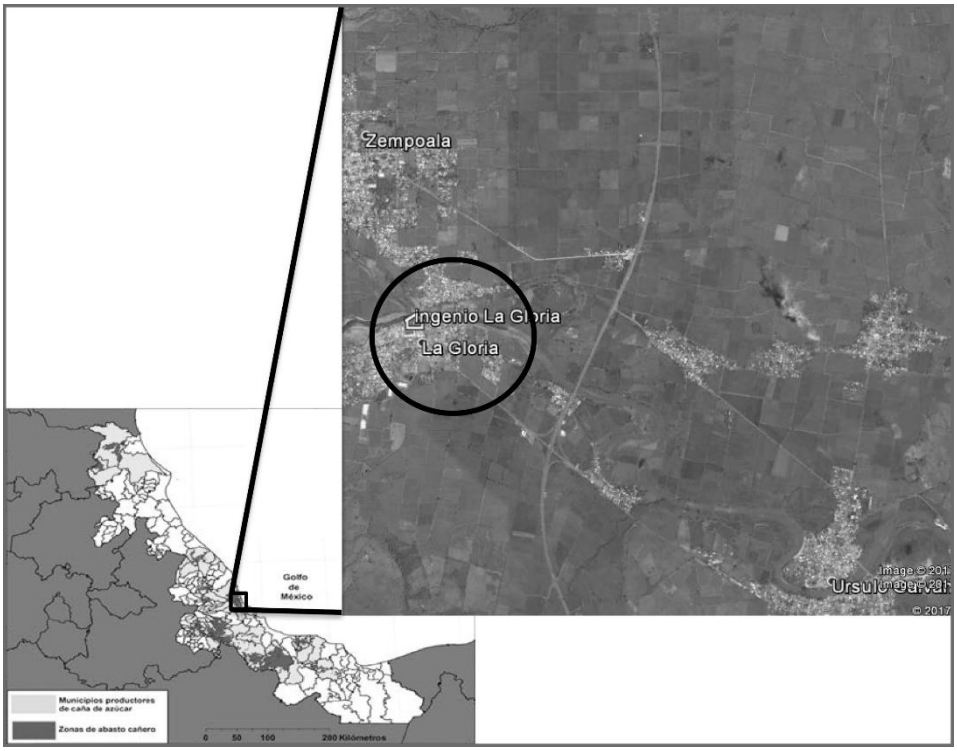


Figura 1. Localización del ingenio La Gloria, Veracruz.

Recolección de muestras de material particulado

Se seleccionaron dos zonas de estudio para la recolección de las muestras de material particulado, una fue identificada como zona A, la más cercana al ingenio, y otra como zona B, con 18 y 33 sitios de muestreo cada una. Ambas zonas reunieron las condiciones propias para el monitoreo atmosférico.

Se instalaron bandejas de plástico para la recolección de muestras de material particulado (cenizas) en los 51 sitios de muestreo dentro de la zona de influencia del ingenio La Gloria y la zona habitacional cercana a éste.

Análisis químico de las muestras de material particulado

Se realizó un análisis químico de las muestras de material particulado mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica. Esto se realizó en el Laboratorio del Instituto Tecnológico de Boca del Río, Ver.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se describen las concentraciones medias entre zonas para las muestras analizadas del material particulado emitido por el ingenio La Gloria y la quema de la caña de azúcar.

Cuadro 1. Concentraciones medias de cada uno de los metales pesados analizados en este estudio.

METALES PESADOS	ZONA A ($\mu g\ g^{-1}$)	ZONA B
Cadmio	100.6179	66.3614
Cobre	92.2825	47.2506
Plomo	876.8579	701.3888
Zinc	28.5941	26.8798

Concentración de metales pesados en el material particulado

Cadmio (Cd). Se encontró que las concentraciones de Cd, en las muestras analizadas, variaron en un rango de 0.451 a 432.81 $\mu g\ g^{-1}$ para ambas zonas de recolección. En la zona A se registraron las mayores concentraciones de Cd; sin embargo, éstas no superaron el rango de valores encontrados por Pais y Beton (1997), quienes reportaron concentraciones entre 1 000 a 3 000 $\mu g\ g^{-1}$.

Por otra parte, se encontró que el Cd superó el límite máximo permisible para uso industrial de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-147- SEMARNAT/SSA1-2014) la cual indica un valor máximo de 39 $\mu g\ g^{-1}$. Asimismo, éste superó la concentración de 6 $\mu g\ g^{-1}$ que establece la Norma Sanitaria establecida por la Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) para moluscos bivalvos, que sirven a su vez como bioindicadores e indicadores del límite permisible de consumo, y, además, se estima que el consumo de éstos representan un riesgo para la salud humana (Landeros-Sánchez *et al*., 2010).

Cobre (Cd). Se observó que los valores de concentración de este metal pesado osciló en un rango de 0.034 a 356.91 µg g^{-1}. Los puntos de muestreo más cercanos a la fuente de emisión presentaron las mayores concentraciones de este metal. Lo anterior, puede ser atribuido a la emisión vehicular de este metal que ocurrió cerca de estos puntos de muestreo (Mohanraj *et al.,* 2004).

Asimismo, se observó que los niveles de concentración encontrados son inferiores a los establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002 de Protección ambiental. Lodos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final, la cual establece como límite máximo permisible la cantidad de 1 500 µg g^{-1} en concentración en sedimentos superficiales urbanos.

Plomo (Pb). El Pb presentó una disposición ascendente en sus concentraciones, las cuales se observaron en un rango de 101.45 a 1892.1 µg g^{-1}.

La NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2014 estableció un límite máximo permisible de 600 µg g^{-1} para la concentración de Pb en zonas industriales. En contraste con los resultados obtenidos en el zona aledaña al ingenio La Gloria, se observó que los niveles de concentración son mayores a los niveles establecidos por esta norma. Esto pone en evidencia que el medio ambiente está siendo afectados tales concentraciones de Pb presentes en el material particulado emitido por este ingenio y la quema de la caña de azúcar.

Por otra parte, se ha reportado que algunas especies de plantas tienen un nivel de tolerancia menor a 1 µg g^{-1} de bioacumulación de Pb en el suelo. Cuando este nivel es superado, los órganos de las plantas no asimilan este metal y, por lo tanto, mueren. Asimismo, el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios y Codex Alimentarius (JECFA) estableció el nivel máximo permisible de Pb en plantas hortícolas en un rango de 100 a 300 µg g^{-1}.

Zinc (Zn). Este elemento presentó las menores concentraciones en comparación con los otros metales pesados que se determinaron en la zona de estudio. Dichas concentraciones se encontraron en el rango de 6.83 a 56.39 µg g^{-1}. Al respecto, Machado *et al.* (2008) reportaron concentraciones de 7.41 µg g^{-1} en material particulado dentro de una zona industrial de la ciudad de Buenos Aires, Argentina, donde, además, se observó un alto tráfico vehicular de motores operados con diésel.

En referencia, la Normativa Nacional Venezolana estableció, en el Decreto 2635, Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos, considerando el valor de 500 µg g^{-1} como límite máximo permisible para este metal (Oficial, 1998). Aun cuando las concentraciones de Zn observadas en este estudio fueron menores a los establecidos por la norma, en comparación con aquellas encontradas para Cd, Cu y Pb, esto no indica que no exista un riesgo para los agroecosistemas.

En análisis de las concentraciones de material particulado antes descrito se muestra gráficamente en la Figura 2.

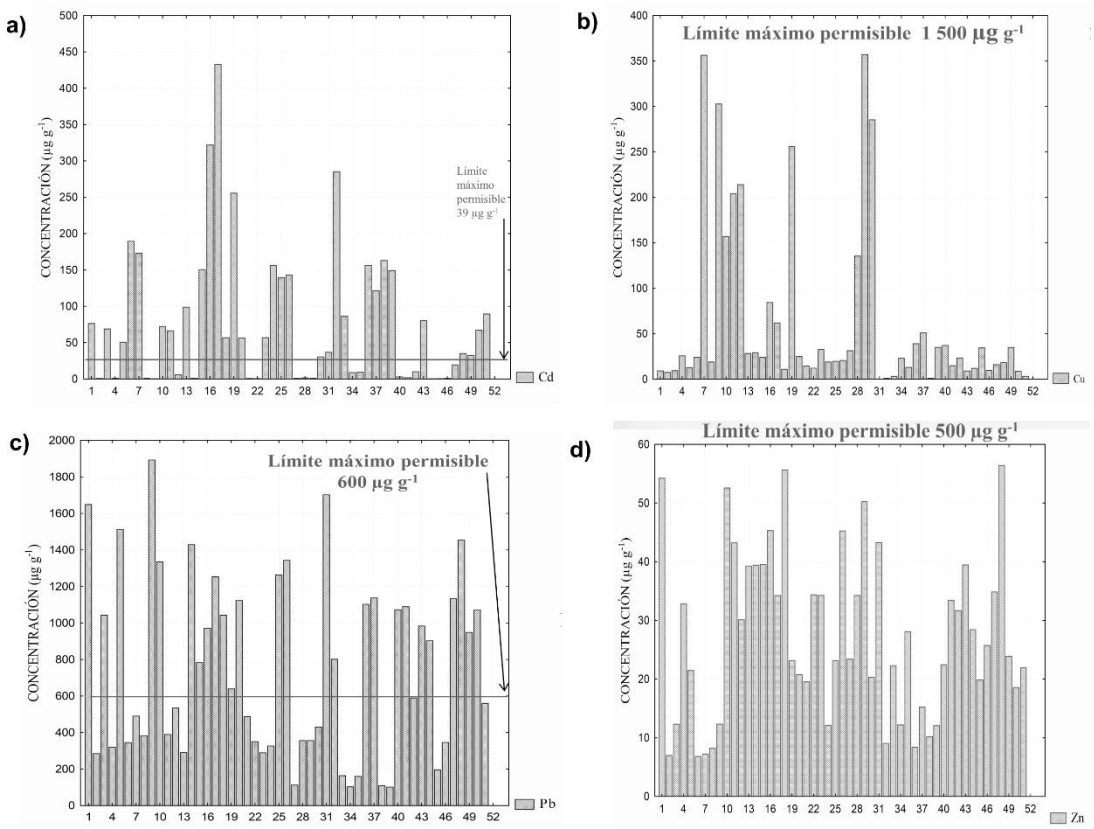


Figura 2.Concentracion y límites máximos permisibles de metales pesados. a) Cd, b) Cu, c) Pb y d) Zn.

Análisis de varianza en Cd, Cu, Pb y Zn

Los valores de concentración de Cd, Cu, Pb y Zn (Figura 3) encontrados en las muestras de material particulado, recolectadas en las zonas de muestro A y B del área de estudio, no presentaron diferencias estadísticas significativas entre zonas ($p>0.05$).

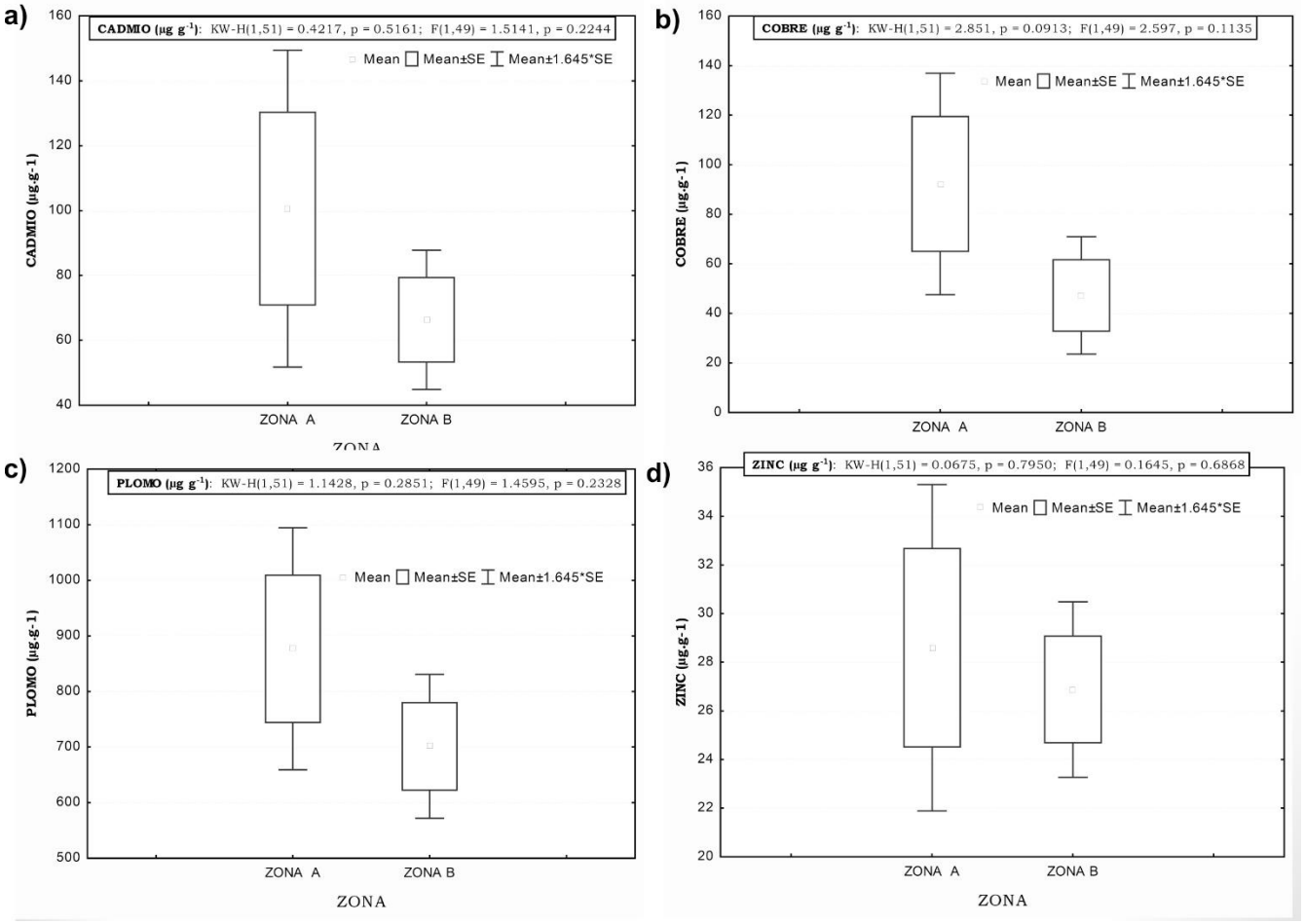


Figura 3. Análisis estadístico de comparación de medias de concentración entre las zonas A y B para los metales pesados a) Cd, b) Cu, c) Pb y d) Zn. .

CONCLUSIONES

Se concluye que existe la presencia de metales pesados como Cd, Cu, Pb y Zn en las dos zonas establecidas en esta investigación, zona A y B, no obstante, las concentraciones de los metales pesados no presentaron diferencia estadística significativa entre zonas.

Cada uno de los metales presentó diferentes concentraciones. El Cd y Cu rebasaron los niveles máximos permisibles establecidos por la norma NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2014 que se refiere a concentraciones de metales pesados en zonas industriales.

En el caso de Cu y Zn presentaron concentraciones bajas. Sin embargo, su mínima presencia no los hace menos peligrosos para los agroecosistemas regionales.

Los metales pesados como el Cd y Pb son considerados cancerígenos para los seres humanos y representan un riesgo latente de enfermedades bronco-respiratorias y oculares a los pobladores que viven en las zonas aledañas al ingenio.

El material particulado emitido por el ingenio La Gloria presenta concentraciones elevadas de los metales pesados estudiados. Éstos afectan la flora, fauna y agua de los agroecosistemas de la región debido a que en las plantas se presentan modificaciones en la apertura estomática,

fotosíntesis y transpiración e inhibe la síntesis de clorofila, también, degrada los suelos y cambia su alcalinidad.

LITERATURA CITADA

Basanta R., Delgado, M., Martínez, J., Vázquez, H., y G. Vázquez. 2007. Sostenibilidad del reciclaje de residuos de la agroindustria azucarera: una revisión Sustainable recycling of waste from sugarcane agroindustry: A Review. Cyta-Journal of Food, 5(4):293-305.

Iannacone, J. O., and L. F. Alvariño. 2005. Ecotoxicological effects of three heavy metals on the root growth of four vascular plants. Agricultura Técnica, 65(2):198-203.

JECFA (Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios y Codex Alimentarius) 2006 Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas alimentarias. Propuestas, 4: 25. ftp://193.43.36.92/codex/Reports/Alinorm06/al2903As.pdf [consultado el 12 de diciembre de2016]

Landeros-Sánchez, C., Lango-Reynoso, F and M. D. R. Castañeda-Chávez. 2010. Bioaccumulation of Cadmium (Cd), Lead (Pb) and Arsenic (As) in *Crassostrea virginica*, from Tamiahua Lagoon system, Veracruz, Mexico. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 26(3): 201-210.

Méndez, J. P., Ramírez, C. A. G., Gutiérrez, D. R., and García, F. P. 2009. Plant Contamination and Phytotoxicity due to heavy metals from soil and water. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 10(1):29-44. http://www.redalyc.org/pdf/939/93911243003.pdf [Consultado 15de enero de 2017]

Mohanraj, R., Azeez, P. A., and T. Priscilla. 2004. Heavy metals in airborne particulate matter of urban Coimbatore. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 47(2):162-167.

Oficial, G. 1998. Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de desechos peligrosos. Decreto 2,635, Gaceta Oficial N 5.245, Extraordinario de la República de Venezuela. Imprenta Nacional. Caracas. Venezuela.

Pais, I., and J. J. Benton. 1997. The Handbook Trace Elements. Lucie Press. 222 pp
A6

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y EVALUACIÓN DE ENDOMICORRIZAS NATIVAS ASOCIADAS A CHILE PIQUÍN SILVESTRE

José Rafael Paredes-Jácome[1*]
Rosalinda Mendoza-Villarreal[1]
Valentín Robledo-Torres[1]
José Manuel Pinedo-Espinoza[3]
Flor Silvestre Hernández-Hernández[1]
Sergio Moreno-Limón[2]

RESUMEN

La simbiosis benéfica entre hongo-planta ha jugado un papel clave en el origen y evolución de las plantas sobre la Tierra, además, el estudio de los mismos ha marcado un gran avance en el campo agrícola y biológico; ya que los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) representan una alternativa de biofertilización en la agricultura. En 2016, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se evaluaron y caracterizaron morfológicamente esporas nativas de endomicorrizas asociadas a plantas de chile piquín silvestre, se realizó muestreo de suelo (perfil: 30 cm) en tres localidades: Múzquiz, La Muralla y Obayos en el estado de Coahuila. Posteriormente se extrajeron esporas de HMA asociadas a la rizósfera de chile piquín mediante tamizado húmedo y decantación (abertura de tamiz: 50 µm, 325 µm y 400 µm), después se realizó la agrupación morfológica (color, forma y tamaño). Se obtuvieron 11 morfotipos (3 Muzquiz, 4 La Muralla y 4 Obayos). Una vez descritos morfológicamente se inocularon a manera de conglomerados utilizando cultivo trampa (trigo), en macetas de 1 L, usando como sustrato arena estéril y suelo con el conglomerado, en proporción 9:1 respectivamente; y fertilización Steiner modificada en fósforo al 20%. Se midieron variables morfológicas del cultivo además del porcentaje de colonización, obteniendo los mejores resultados con los conglomerados de La Muralla y Obayos.

Palabras clave: HMA, conglomerado, trigo.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años el uso desmedido de agroquímicos ha provocado desequilibrio y desbalance en el sistema suelo-planta, por carencia de las actividades microbianas y del potencial productivo de los cultivos (Fernández, 2009). La preocupación surge de la demanda a nivel mundial de alimentos, (ONU, 2011) proyecta que a finales de este siglo la población mundial será cerca de once mil millones; y como consecuencia aumentará la demanda de recursos tales como tierra, energía, biomasa y reservas de fósforo. Dentro de las alternativas sostenibles para la producción agrícola sin dañar el medio ambiente es el uso de biofertilizantes, como los hongos micorrízicos arbusculares. (Smith *et al.*, 2011).

Mas del 80% de las especies de plantas vasculares establecen asociación simbiótica mutualista con los hongos micorrízicos arbusculares, (Peterson *et al*., 2004), los cuales son microorganismos del suelo que interaccionan con las raíces de las plantas, y que contribuyen de manera sustancial en la nutrición de sus hospederos (Smith *et al*., 2010). Asimismo, esta asociación les confiere a las plantas una mayor protección y tolerancia a patógenos y condiciones ambientales adversas como pueden ser niveles elevados de salinidad (Oztekin *et al*., 2013). Esta simbiosis representa una ventaja de suma importancia en entornos heterogéneos donde la asignación de recursos es limitada entre el crecimiento y la resistencia a diferentes estreses lo que lleva a la planta a adaptarse y sobrevivir (Pozo et al., 2015).

A pesar de los grandes beneficios que presenta esta asociación simbiótica, no todas las combinaciones planta-hongo son compatibles, algunos hongos micorrízicos llegan a ser más benéficos para un hospedero y su adaptación está determinada por factores edafoclimáticos, presentando diferencias estructurales y funcionales entre especies e incluso morfotipos en las mismas especies de hongos (Castillo *et al*., 2009). Debido a lo anterior, es importante la selección de microorganismos nativos de la región, ya que aumentan las posibilidades de establecimiento y multiplicación del mismo en condiciones naturales (Armenta *et al*., 2010). La concentración de P en la solución del suelo, la dependencia micorrizal de las plantas, el número de propágulos infectivos y la efectividad de los HMA para incrementar la absorción de P, son factores que afectan la respuesta a la inoculación micorrízica de las plantas (Jaramillo *et al*., 2004). La combinación de los parámetros de crecimiento de la planta, peso aéreo y de raíces, así como la colonización micorrízica, promueve la identificación de manera rápida de microorganismos potenciales para ser introducidos al medio agrícola (Covacevich *et al*., 2010).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar y caracterizar a nivel morfológico aislados de hongos micorrízicos arbusculares nativos asociados a chile piquín silvestre en plantas de trigo bajo condiciones semicontroladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo de suelo

En noviembre del 2016, se tomaron muestras de suelo de 1 kg en áreas naturales silvestres. La muestra se tomó en la rizósfera de chile piquín silvestre con un perfil de 0-30 cm de profundidad, en tres localidades del estado de Coahuila, México; Muzquiz 28° 00' 02.9'' latitud norte- 101° 44' 45.8'' longitud oeste, La Muralla 26° 21' 29.0'' latitud norte - 101° 21' 12.0'' latitud oeste y Obayos 27° 42' 83.1'' latitud norte- 101° 38' 16.1'' latitud oeste.

Análisis morfológico

Las características morfológicas de las esporas fueron descritas mediante esporas montadas en una mezcla (1:1) de reactivo de PVLG y Melzer (Brundett *et al*., 1994). Para la determinación de forma y color se tomó con referencia la colección internacional de HMA (INVAM 2016). Las fotografías fueron tomadas en microscopio óptico (Axio Scope A1, Carl Zeiss, Germany) con cámara DINO EYE modelo AM4023X, las mediciones se realizaron con el software Dino Lite Capture 2.0.

Cultivo trampa

En 2016, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, (25° 23' latitud norte - 101° 02' longitud oeste); se extrajeron esporas de los hongos micorrízicos arbusculares de las muestras de suelo mediante el método de tamizado húmedo (medida tamiz: 50, 325 y 400 µm) y decantación Gerdemann *et al*. (1963) seguido de un gradiente de sacarosa 2 M (Furlan *et al*., 1980; Horn *et al*., 1992). Se realizó agrupación morfológica considerando forma, color y tamaño (INVAM, 2016). Los morfotipos obtenidos se inocularon en plántulas de *Triticum aestivum* L.; en forma de conglomerado (Muzquiz: 3 morfotipos, La Muralla: 4 morfotipos y Obayos: 4 morfotipos); El cultivo se estableció en macetas con capacidad de 1 L, usando como sustrato arena estéril y suelo con el conglomerado (proporción 9:1), cubiertas con plástico celofán para evitar contaminación; las plantas se mantuvieron bajo malla sombra de color blanco (30% sombreo) una temperatura promedio de 32° C, se aplicó solución nutritiva Steiner *et al*. (1973) modificada en fosforo 20%, pH 7-7.5, con riegos diariamente. Así mismo se midieron variables morfológicas al cultivo. Las plantas se sometieron a estrés hídrico, suspendiendo el riego durante los últimos 25 días, con el objetivo de estimular simbiosis hacia *Triticum aestivum* L..

Colonización de raíz

Con el objetivo de determinar el porcentaje de colonización radical se llevó a cabo al tercer mes el análisis de cada una de las macetas inoculadas por conglomerado. Para evaluar la simbiosis de los conglomerados de HMA en trigo se clarificaron y tiñeron con azul de tripano fragmentos de raíz de trigo de 1 cm de longitud, de acuerdo a la técnica de Clarificación-Tinción de raíces y estimación de la colonización radical por hongos micorrízicos arbusculares (Walker *et al*., 2005). Los fragmentos de raíz se montaron de manera vertical sobre portaobjetos (3 laminillas por planta/100 observaciones) agregando una gota de glicerol acidificado fresco para la observación al microscopio para cuantificación de la colonización (McGonigle *et al*., 1990).

Análisis estadístico

Para el procesamiento de los datos se utilizó el paquete Statistical Analisys Systems (SAS) versión 9.0., con un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación de medias Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis morfológico

De acuerdo a las características morfológicas de las esporas asociadas a la rizósfera de chile piquín silvestre se agruparon 11 morfotipos (Cuadro 1), que se analizaron con la prueba de comparación de medias Tukey (≤ 0.05) en la cual se observa que el morfotipo MU3 presenta el mayor diámetro ecuatorial y meridional con 224 µm - 222 µm; mientras que el morfotipo OB4 presenta el menor diámetro con 110 µm – 112 µm; los colores de espora determinados son: 0-0-60-0 (dark-yellow), 10-0-100-0 (yellow-brown), 10-0-100-0 (orange-brown), 0-20-80-0 (yellow-brown) y 40-80-100-10 (dark brown-red) siendo este observado con mayor frecuencia; el total de morfotipos presentó forma globosa-subglobosa.

Cuadro 1. Características morfológicas de esporas de hongos micorrízicos arbusculares asociados a la rizósfera de chile piquín silvestre (*Capsicum annum* L.).

Morfotipos	Color*	Forma	DE µm	DM µm
OB1	40-80-100-10	Globosa-Subglobosa	171b	158bc
OB2	0-0-60-0	Globosa-Subglobosa	133c	122cd
OB3	10-0-100-0	Globosa-Subglobosa	181b	183b
OB4	10-0-100-10	Globosa-Subglobosa	110d	112d
LM1	0-20-80-0	Globosa-Subglobosa	122cd	131c
LM2	0-20-80-0	Globosa-Subglobosa	118cd	122cd
LM3	40-80-100-10	Globosa-Subglobosa	165bc	162bc
LM4	0-20-80-0	Globosa-Subglobosa	150c	151c
MU1	40-80-100-0	Globosa-Subglobosa	136c	132c
MU2	40-80-100-10	Globosa-Subglobosa	112de	102e
MU3	0-20-80-0	Globosa-Subglobosa	224a	222a

*40-80-100-10= dar brown-red, 0-0-60-0= dark-yellow,10-0-100-0=yellow-brown,10-0-100-0= orange-brown, 0-20-80-0= yellow-brown, (INVAM, 2016). DE= diámetro ecuatorial; DM= diámetro meridional. Promedios con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey ≤ 0.05).

Las comunidades de HMA pueden diferir por efectos estacionales y la propia sucesión que se establece por la dinámica de esporulación entre especies. Estudios realizados han reportado la diversidad morfológica de esporas de HMA con tamaño de morfotipos muy similares a este trabajo, cómo Hernández *et al*., (2015), demuestran que es mayor la diversidad de hongos

micorrízicos arbusculares asociados a la rizósfera de tomatillo silvestre en comparación con la rizósfera del cultivado. La diversidad micorrízica juega un papel importante en el origen, evolución, distribución, sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de las plantas (Carreón *et al*., 2016).

Evaluación de morfotipos en cultivo trampa

Los morfotipos de esporas obtenidas y caracterizados se agruparon a manera de conglomerado de acuerdo a su localidad de origen (Cuadro 2); la comparación de medias Tukey (≤ 0.05) demuestra que la inoculación de los conglomerados C1, C2 y C3 fueron estadísticamente diferentes en las variables AP, PFP y PS, en comparación con el control (sin inoculo); mientras que en las demás variables no hubo tal diferencia estadística en comparación entre tratamientos.

Resultados similares fueron obtenidos por Castillo *et al*. (2009) quienes probaron hongos micorrízicos arbusculares nativos y comerciales en plantas de chile y demuestran incrementos en AP siendo mayor los tratamientos con inoculo nativo, seguido del comercial y al final el control. De igual forma estos resultados concuerdan con Alonso *et al*. (2013), quienes encontraron que la inoculación con distintos consorcios micorrízicos aislados de la rizósfera de manzano (*Malus domestica* B.) presentan efectos positivos al promover el diámetro de tallo y área foliar en plantas de *C. annum.* En cuanto a la variable de peso seco (Yildiz, 2010) reporta resultados similares, sin diferencia significativa al utilizar cepas nativas y comerciales de HMA, con 2 y 1.9 g, respectivamente, al igual que el control sin inocular con 1.9 g.

Cuadro 2. Efecto en variables morfológicas de trigo (*Triticum aestivum* L.) inoculado con conglomerados de hongos micorrízicos arbusculares.

Tratamiento*	AP (cm)	LR (cm)	PFR (g)	PFP (g)	PSR (g)	PSP (g)
Control	26b	17a	2b	3b	0.5ab	0.7b
C1	46a	20a	4ab	8a	2a	4a
C2	45a	19a	4ab	7a	1a	4a
C3	49a	23a	6a	7a	2a	3a

*C1= conglomerado morfotipos de Muzquiz, C2= conglomerado morfotipos de La Muralla, C3= Conglomerados morfotipos de Obayos. AP= altura de planta, LR= longitud de raíz, PFR= peso fresco de raíz, PFP= peso fresco de planta, PSR= peso seco de raíz, PSP= peso seco de planta. Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales, (Tukey ≤ 0.05).

Lo anterior demuestra que los hongos micorrízicos arbusculares son un recurso biológico de importancia en la fertilización orgánica y biológica en plantas de importancia agrícola, e inclusive podrían ser una alternativa sostenible para el medio ambiente al disminuir la fertilización química (Armenta *et al*., 2010).

Colonización de raíces (*Triticum aestivum* L.)

De los tres conglomerados obtenidos de la rizósfera de chile piquín silvestre, todos establecieron simbiosis exitosa en plantas de trigo (Figura 1). De acuerdo al análisis estadístico mediante la agrupación de medias Tukey (≤ 0.05), los conglomerados C2 y C3 son estadísticamente iguales con un 46.13 y 53.80 % de colonización micorrízica, respectivamente, pero diferentes significativamente a los demás, el conglomerado C1 estableció menor simbiosis con 28.47 % de colonización micorrízica. En estudios se ha demostrado (Walder *et al*., 2012) que existe una especificidad estricta entre hospedero y hongo micorrízico arbuscular, el resultado de las interacciones dependerá del hospedero y de las condiciones ambientales.

Resultados similares de Hernández *et al*. (2015) quienes describieron morfotipos de HMA nativos, extraídos de rizósfera de tomatillo silvestre y cultivado, al inocularlos en trigo obteniendo diferencias significativas con un 57% de colonización micorrízica. Por su parte, (Ortas *et al.*, 2011) en condiciones controladas encontraron niveles de colonización entre 21 y 66% en plantas inoculadas y en las plantas control sin inocular entre 0 y 14%.

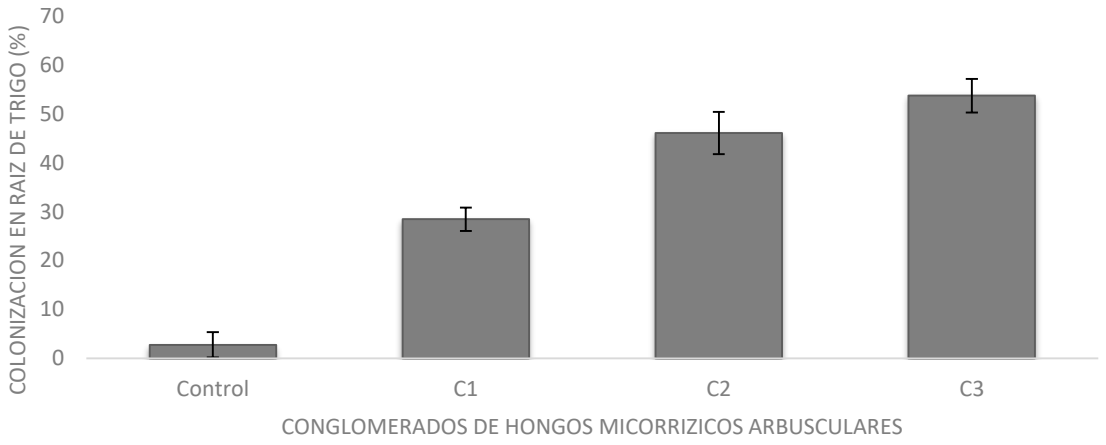


Figura 1. Colonización de conglomerados de hongos micorrízicos en raíz de trigo (*Triticum aestivum* L.) 3 meses después de la inoculación.

CONCLUSIONES

La diversidad morfológica de los hongos micorrízicos arbusculares aislados a la rizósfera de chile piquín silvestre, difiere de acuerdo a las condiciones edafoclimáticas en las que se encuentra de manera natural en cada localidad muestreada.

Los morfotipos aislados y agrupados en conglomerados presentaron potencial de inoculo debido a que establecieron simbiosis exitosa e incrementaron la biomasa del cultivo trampa, sobresaliendo estadísticamente los conglomerados C2 y C3 con mayor porcentaje de colonización siendo los conglomerados con igual número de morfotipos obtenidos.

LITERATURA CITADA

Alonso, C, R.; Aguilera, G. L. I.; Rubí, A. M.; González, H. A.; Olalde, P. V. y Rivas, M. I. V. 2013. Influencia de hongos micorrícicos arbusculares en el crecimiento y desarrollo de *Capsicum annuum* L. Rev. Mex.Cienc. Agríc. 4(1):77-88.

Armenta, B. A. D.; García, G. C.; Camacho, B. J. R.; Apodaca, S. M. A.; Montoya, L. G. y Nava, P. E. 2010. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. Ra Ximhai. 6(1):51-56.

Brundrett, MC.1991. Mycorrhizas in natura ecosystems. In:Macfayden, A.; Begon, M.; Fitter, A. H. (Eds.). Advances in ecological research, London, UK: Academic Press. 21:171-313.

Carreón, A. Y.; Gómez, D. N.; Beltrán N. M. de los A.; Alvarado, H.M.; Varela, F. L. 2016. Diversidad de hongos micorricicos arbusculares provenientes de la rizósfera de aguacate (*Persea americana* Mill) y selección de plantas trampa para su propagación. Biológicas. Dic. 18(2): 1-9.

Castillo, R. C.; Sotomayor, S. L.; Ortiz, O. C.; Leonelli, G. C.; Borie B. F. and Rubio, H. R. 2009. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on an ecological crop of chili peppers *(Capsicum annuum* L.). Chilean J. Agric. Res. 69:79-87.

Covacevich, F. y Echeverría, H. E. 2010. Indicadores para seleccionar inóculos de hongos micorrícicos arbusculares eficientes en suelos moderadamente ácidos. CI. Suelo Argentina 28:9-12.

Fernández, M. L. 2009. Producción controlada de cultivos protegidos. Norma Une 155001 de AENOR. [en línea] [Consultado: abril, 2017]. Disponible en: <http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/fichero>.

Furlan, V.; Bärtschi, H. and Fortin, J. A. 1980. Media for density gradient extraction of endomycorrhizal spores. Trans Br Mycol Soc. 75:336-338.

Gerderman, J. and Nicholson, T. 1963. Spores of mycorrhizal endogene species extracted from soil by wet sieving and decanting. J. BMS. 46:235-244.

Hernández, H. F. S.; Mendoza, V. R.; Robledo, T. V.; Gallou, A.; Cardenas, F. A.; Valdez, A. L. A. 2015.Evaluacion y caracterización morfológica de aislados de micorrizas nativas asociadas a tomatillo. Rev. Mex. de Ciencias Agricolas. Pub. Núm. 12 p. 2277-2289.

INVAM (International culture collection of VA mycorrhizal fungi). 2016. http://invam.wvu.edu/the-fungi/species-descriptions.

Jaramillo, P. S. P.; Silva, B. J. M. y Osorio, V. N. W. 2004. Potencial simbiótico y efectividad de hongos micorrizico arbusculares de tres suelos sometidos a diferentes usos. Rev. Facultad Nacional de Agronomía, Medellín 57:1.

McGonigle, T. P.; Miller, M. H.; Evans, D. G.; Fairchild, G. L. and Swan, J. A. 1990. A new method that gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytol. 115:495-501.

ONU, 2011. World population prospects: the 2010 Revision, standard variants. 2011. http://esa.un.org/wpp/Excel-Data/population. htm.

Ortas, I.; Sari, N.; Akpinar, Ç. and Yetisir, H. 2011. Screening mycorrhiza species for plant growth, P and Zn uptake in pepper seedling grown under greenhouse conditions. Sci. Hortic. 128:92-98.

Oztekin, G. B., Tuzel, Y., Tuzel, I. H. 2013. Does mycorrhiza improve salinity tolerance in grafted plants? Scientia Horticulture 149:55-60.

Peterson. R. Massicotte. H. & Melville. L. 2004. Mycorrhizas: anatomy and cell biology. Ontario Canada: National Research Council of Canada, Ottawa. 176 p.

Pozo, M. J.; Cordier, C.; Dumas-Gaudot, E.; Gianinazzi, S.; Barea, J. M. and Azcón-Aguilar, C. 2002. Localized versus systemic effect of arbuscular mycorrhizal fungi on defence responses to Phytophthorainfection in tomato plants. J. Exp. Bot.53:525-534.

Smith, S.; Jakobsen, I.; Gronlund, M. y Smith, A. Roles of arbuscular mycorrhizal in plant phosphorus nutrition: Interactions between pathways of phosphorus uptake in arbuscular

mycorrhizal roots have important implications for understanding and manipulating plant phosphorus acquisition. Plant Physiology, July 2011, vol. 156, no. 3, pp. 1050-1057.

Smith, S.E.; Facelli E.; Pope S,and Smith FA. 2010 Plant performance in stressful environments: interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. Plant Soil.; 326:3-20.

Steiner, A. A. 1973. The selective capacity of tomato plants for ions in a nutrient solution. In: Proceedings 3rd International Congress on Soilles Culture. Wageningen. The Netherlands. 43-53 pp

Walder, F.; Niemann, H.; Natarajan, M.; Lehmann, M. F.; Boller, T. and Wiemken, A. 2012. Mycorrhizal networks: common goods of plants shared under unequal terms of trade.Plant Physiol. 159:789-797.

Walker, C. 2005. A simple blue staining technique for arbuscular mycorrhizal and other root-inhabiting fungi. Inoculum. 56:68-69.

Yildiz, A. 2010. A native *Glomus* sp. from fields in Aydin province and effects of native and commercial mycorrhizal fungi inoculants on the growth of some vegetables. Turk J. Biol. 34:447-452.

RESTAURACIÓN EN LOS MÁRGENES DEL ARROYO GUAYMAS CON PLANTAS AHUEHUETE (*Taxodium Mucronatum* Ten.) y AGUACATILLO (*Hieronyma laxiflora*), EJIDO EL "PORTILLO", MUNICIPIO DE VILLAFLORES; CHIAPAS.

Luis Antonio Toalá Morales [130]

RESUMEN

En este presente trabajo se expone los trabajos correspondientes de "Restauración en los Márgenes del Arroyo Guaymas con Plantas Ahuehuete (*Taxodium Mucronatum* Ten.) y Aguacatillo (*Hieronyma laxiflora*), Ejido el "Portillo", Municipio de Villaflores; Chiapas".

La palabra ahuehuete procede del Náhuatl, *atl* que significa agua y *juegue*, que quiere decir viejo o abuelo, es decir, viejo del agua. Esta especie muestra una amplia distribución en México, desde los estados de Sonora y Coahuila hasta Tabasco y Chiapas. Se le considera como el árbol nacional, y está ligado a importantes eventos históricos. Los ahuehuetes han estado íntimamente ligados a la historia mexicana y algunos ejemplares se relacionan con hechos muy particulares, caso concreto es el "Árbol de la Noche Triste", donde según la crónica Hernán Cortés "El Conquistador", se sentó a llorar después de que su ejército había sido devastado a manos del imperio Mexica (Martínez, 1999).

Esta especie es conocida, como "El Árbol del Tule" en Oaxaca, reconocida por su corpulencia y longevidad (14.4 m de diámetro, 40 m de altura y aproximadamente 2,000 años de edad), que da vida económica y es un ícono de identidad de todo un pueblo; de igual manera existen ejemplares en el "Bosque de Chapultepec" plantados por reyes Mexicas, que representan un símbolo de nacionalidad. Las edades del ahuehuete en otros bosques de galería del país fluctúan desde menos de 50 hasta cerca de 600 años, como es el caso de sitios en Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Aguascalientes, Guanajuato, Zacatecas, Michoacán, Jalisco, Oaxaca y Chiapas (Op. cit, 1999). En el estado de Chiapas, México; reconocido internacionalmente por su biodiversidad, no se tiene estudios específicos que indiquen el estado actual de los ecosistemas formados con ejemplares centenarios como el ahuehuete, a través de este proyecto la finalidad es conservar estos ejemplares en la reproducción en charolas de poliestireno y en bolsas de polietileno para su restauración en los márgenes del arroyo.

Palabras clave: *Ahuehuete*, conservación, restauración, ecosistemas riparios, *Taxodium mucronatum.*

INTRODUCCIÓN

La fundación del ejido el Portillo, Municipio de Villaflores, Chiapas; México se realizo el día 24 de febrero del año de 1994, teniendo un aniversario de 22 años.

En este ejido se encuentra ejemplares de ahuehuete (*Taxodium mucronatum* Ten), conocido como el "árbol del Tule". Por su edad y dimensiones, este es un árbol único en el mundo, considerado monumento natural según inventario de la Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), (Vargas, 1996). Posee la mayor circunferencia registrada en el mundo (Goetz, 1987) y aparece en el libro de los ´records Guinness´por sus dimensiones (Russell, 1987). Mide aproximadamente 42 m de altura, tiene una circunferencia de 54 m y un

130 Luis Antonio Toalá Morales (luisantonio_189@hotmail.com)

diámetro de 14m. La especie a la que pertenece está estrechamente ligada a la historia y cultura de México, por lo que fue nombrada árbol nacional; el árbol del Tule fue determinante para esta decisión tomada en 1921. Las tres especies conocidas de ahuehuetes: *T. ascendes* B. y *T. distichum* L. en el sureste de Estados Unidos, y *T. mucronatun* Ten. en México, crecen en áreas pantanosas en los bordes de manantiales y ríos donde existe una corriente permanente de agua (Pezeshki *et al*., 1995; Martínez, 1999).

Su ubicación del ejido se encuentra a 25 kilómetros del desvió de Montecristo en la carretera Tuxtla-Villaflores, vía Suchiapa. Su principal vía de acceso es en terracería, teniendo como dos vías de comunicación en el tronque de Montecristo y la otra vía por la colonia Jesús Mª. Garza. Se tiene una población de 507 habitantes, 265 hombres y 242 mujeres, la relación mujeres/hombres es de 0.913. El ratio de fecundidad de la población femenina es de 3.31 hijos por mujer. El porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 17.75% (15.09% en los hombres y 20.66% en las mujeres) y el grado de escolaridad es de 3.84 (4.14 en hombres y 3.5 en mujeres). El 0.2% de los adultos habla alguna lengua indígena. Se encuentran 90 viviendas de las cuales el 0% disponen de una computadora. La extensión de la superficie cuenta con 759-89-93.901 hectáreas; la mayor parte de los terrenos es en ladera presentándose muy poca extensión de terreno en planicie. Se cuenta con 18-18-40.533 hectáreas de áreas naturales protegida y para tierras de uso común 53-83-70.212 hectáreas.

El objetivo del presente trabajo es “Restauración en los Márgenes del Arroyo Guaymas con Plantas Ahuehuete (*Taxodium Mucronatum* Ten.) y Aguacatillo (*Hieronyma laxiflora*), Ejido el “Portillo”, Municipio de Villaflores; Chiapas”. Con la finalidad de reforestar 15 km, para conservar estos ejemplares y en términos de servicios ambientales que aporta este tipo de vegetación riparía, evitar la erosión del suelo, mitigar el cambio climático, capturación de carbono, embelleciendo el paisaje, estabilización del ecosistema, mejorando la calidad del agua, diversificando la fauna y flora y fomentando el ecoturismo.

MATERIALES Y METODOS

El presente proyecto consiste en la reproducción de plantas de ahuehuete y aguacatillo para su reforestación en los márgenes del arroyo para ayudar la conservación de esta especie y conocer su crecimiento vegetativo en campo.

Ubicación geográfica del ejido

El ejido el Portillo presenta un paralelo 16° 27’ de latitud Norte y meridiano 93° 15’ de longitud Oeste con una altitud de 1035 msnm.

Importancia ecológica y de ecosistemas riparios con sabino

Los bosques de galería ocupan una superficie en México de 2.6 millones de hectáreas, las cuales representan el 1.31% de la superficie total del país, estimada en 196.4 millones de hectáreas (Rzedowski, 1986).

Características particulares del proyecto

El origen del germoplasma de la planta se inicio la colecta de plantas nácesolas que se encontraba en las orilla del arroyo, posteriormente se inicio el llenado de bolsas con tierra de limo

de la medida 15 x 20 cm. Se utilizó enraizador al inicio del transplante con la finalidad de tener mayor cantidad de sobrevivencia, la fertilización foliar se utilizo 20-10-20, a la dosis de 10 gramos en 20 litros de agua. Las actividades de deshierbe en los camellones de la planta de aguacatillo y en las bolsas de polietileno, prevención de plagas y enfermedades. Eliminación de los arvenses en todo el perímetro del terreno del vivero el “Potrillo”, para evitar hospederos de insectos plagas.

El cauce del arroyo se encontraba totalmente sin vegetación solo en los periodos del ciclo de lluvia se mantiene con agua, en los meses de sequia el arroyo se encuentra sin ninguna gota de agua; es por eso a través de esta iniciativa se está restaurando en los márgenes del arroyo para volver a recuperar esta vegetación de arboles ripario,

En el año 2012 se realizo el transplante de 6,000 plantas de ahuehuete (*Taxodium Mucronatum* Ten.), en bolsas de polietileno, con la finalidad de reforestar 2 kilómetros en los márgenes del arroyo. La apertura de las cepas (30*30*30), realizándose de ambos lados en la orilla de la línea de la vega del arroyo, para posteriormente realizar la plantación definitiva el día 15 y 16 de noviembre del 2012; la distancia recomendado de 4 x 4 metros con una densidad de población inicial de 625 plantas. Realizándose 8 muestreos en la línea de la vega del arroyo Guaymas, donde se realizo la reforestación, con un porcentaje de sobrevivencia de 85%. La vigorosidad de la planta en estado excelente, con una altura en promedio de 45 cm.

La participación de los alumnos de la escuela telesecundaria bicentenario # 1371, ejido el portillo, Municipio de Villaflores; Chiapas. Ayuda a promover y fomentar la educación y cultura sobre los árboles y arbustos mexicanos principalmente la especie de *taxodium,* de rescatar y proteger el germoplasma de especies arbóreas en peligro de extinción y promover su conservación a corto, mediano y largo plazo. La fomentación que desde la educación básica se incluya en sus planes y programas de estudio, una cultura hacia el árbol, porque los bosques producen el agua, el oxigeno, dentro de los muchos beneficios que se tiene en la conservación de estos ejemplares que se encuentran en muy pocos causes del arroyo, ríos y lagos.

Los procesos de restauración y conservación de diversos sectores del río se deben fundamentar en este tipo de información, la cual es de utilidad para seleccionar y aplicar las mejores prácticas de manejo y de recuperación, particularmente de sitios en proceso de degradación o ya en grado avanzado de deterioro. (Villanueva *et al*., 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los trabajos de reforestación en los márgenes del arroyo se realizaron en las coordenadas que se presenta en el (cuadro 1), los trabajos de plantación definitiva de ahuehuete se inicio con 1 kilómetro con 900 plantas a una altura de la planta de 35 cm, en el año 2012.

Cuadro 1. Sitio donde se realizara la reforestación en el ejido el portillo, municipio de Villaflores; Chiapas.

Sitio	Coordenadas Geográficas			Sitio	Coordenadas Geográficas		
Línea de vega	Latitud N	Latitud O	Margen derecho de Reforestación	Línea de vega	Latitud N	Latitud O	Margen izquierdo de Reforestación
1	16°28'58.39"	93°15'38.49"	x	1.1	16°28'58.11"	93°15'32.78"	x
2	16°28'50.05"	93°15'34.12"	x	2.1	16°28'49.73"	93°15'37.15"	x

Sitio	Coordenadas Geográficas			Sitio	Coordenadas Geográficas		
Línea de vega	Latitud N	Latitud O	Margen derecho de Reforestación	Línea de vega	Latitud N	Latitud O	Margen izquierdo de Reforestación
3	16°28'44.55"	93°15'30.81"	x	3.1	16°28'44.43"	93°15'31.44"	x
4	16°28'34.77"	93°15'38.01"	x	4.1	16°28'34.91"	93°15'38.51"	x
5	16°28'31.74"	93°15'39.82"	x	5.1	16°28'31.68"	93°15'40.21"	x
6	16°28'28.13"	93°15'42.07"	x	6.1	16°28'28.35"	93°15'40.87"	x
7	16°28'24.91"	93°15'39.30"	x	7.1	16°28'24.66"	93°15'40.90"	x
8	16°28'19.81"	93°15'39.03"	x	8.1	16°28'20.11"	93°15'38.20"	x
9	16°28'16.34"	93°15'39.01"	x	9.1	16°28'16.10"	93°15'38.28"	x
10	16°28'12.91"	93°15'38.46"	x	10.1	16°28'13.00"	93°15'37.50"	x
11	16°28'7.79"	93°15'38.16"	x	11.1	16°28'8.01"	93°15'37.37"	x
12	16°27'59.84"	93°15'34.38"	x	12.1	16°28'0.08"	93°15'33.18"	x
13	16°27'50.98"	93°15'31.52"	x	13.1	16°27'51.39"	93°15'30.50"	x
14	16°27'39.99"	93°15'33.06"	x	14.1	16°27'39.78"	93°15'32.20"	x
15	16°27'35.54"	93°15'37.29"	x	15.1	16°27'35.06"	93°15'36.31"	x
16	16°27'26.99"	93°15'37.25"	x	16.1	16°27'27.14"	93°15'36.49"	x
17	16°27'22.89"	93°15'37.82"	x	17.1	16°27'22.90"	93°15'37.18"	x
18	16°27'20.61"	93°15'36.28"	x	18.1	16°27'20.92"	93°15'35.73"	x
19	16°27'19.73"	93°15'37.89"	x	19.1	16°27'19.53"	93°15'37.65"	x
20	16°27'14.28"	93°15'45.41"	x	20.1	16°27'14.21"	93°15'44.42"	x
21	16°27'9.92"	93°15'49.05"	x	21.1	16°27'9.99"	93°15'48.47"	x
22	16°27'5.83"	93°15'51.58"	x	22.1	16°27'5.45"	93°15'51.30"	x
23	16°27'1.97"	93°15'55.07"	x	23.1	16°27'1.96"	93°15'54.53"	x
24	16°26'57.45"	93°15'57.43"	x	24.1	16°26'57.43"	93°15'56.69"	x
25	16°26'51.51"	93°15'59.48"	x	25.1	16°26'51.58"	93°15'58.90"	x
26	16°26'48.14"	93°16'1.53"	x	26.1	16°26'48.42"	93°16'2.06"	x
27	16°26'43.53"	93°16'0.39"	x	27.1	16°26'43.86"	93°16'0.52"	x
28	16°26'43.82"	93°16'3.58"	x	28.1	16°26'43.50"	93°16'3.92"	x
29	16°26'44.46"	93°16'7.33"	x	29.1	16°26'44.06"	93°16'7.08"	x
30	16°26'40.20"	93°16'12.80"	x	30.1	16°26'39.33"	93°16'12.25"	x
31	16°26'39.77"	93°16'20.35"	x	31.1	16°26'39.29"	93°16'20.01"	x
32	16°26'38.30"	93°16'25.70"	x	32.1	16°26'37.71"	93°16'25.34"	x
33	16°26'36.52"	93°16'27.98"	x	33.1	16°26'35.90"	93°16'27.60"	x
34	16°26'30.88"	93°16'29.69"	x	34.1	16°26'30.80"	93°16'29.50"	x
35	16°26'29.43	93°16'31.82"	x	35.1	16°26'29.03"	93°16'31.63"	x

Sitio	Coordenadas Geográficas			Sitio	Coordenadas Geográficas		
Línea de vega	Latitud N	Latitud O	Margen derecho de Reforestación	Línea de vega	Latitud N	Latitud O	Margen izquierdo de Reforestación
36	16°27'20.61"	93°15'36.28"	x	36.1	16°27'20.92"	93°15'35.73"	x
37	16°27'17.62	93°15'34.22"	x	37.1	16°27'18.42"	93°15'33.68"	x
38	16°27'9.14"	93°15'29.44"	x	38.1	16°27'9.17"	93°15'28.41"	x
39	16°26'58.18"	93°15'23.00"	x	39.1	16°26'58.23"	93°15'22.63"	x
40	16°26'51.51"	93°15'18.16"	x	40.1	16°26'52.18"	93°15'17.83"	x
41	16°26'48.91"	93°15'15.89"	x	41.1	16°26'48.39"	93°15'15.27"	x
42	16°26'41.77"	93°15'16.84"	x	42.1	16°26'42.19"	93°15'16.41"	x
43	16°26'40.80	93°15'17.60"	x	43.1	16°26'40.33"	93°15'17.20"	x
44	16°26'36.88"	93°15'20.90"	x	44.1	16°26'36.53"	93°15'20.84"	x
45	16°26'34.70"	93°15'24.50"	x	45.1	16°26'34.80"	93°15'24.30"	x
46	16°26'31.14"	93°15'23.71"	x	46.1	16°26'31.34"	93°15'23.13"	x
47	16°26'38.31"	93°15'11.90"	x	47.1	16°26'38.33"	93°15'11.52"	x
48	16°26'28.69"	93°15'8.33"	x	48.1	16°26'28.36"	93°15'8.48"	x
49	16°26'25.00"	93°15'4.35"	x	49.1	16°26'24.68"	93°15'4.65"	x
50	16°26'23.02"	93°15'0.72"	x	50.1	16°26'23.40"	93°15'0.18"	x
51	16°26'15.18"	93°14'52.71"	x	51.1	16°26'15.46"	93°14'52.40"	x
52	16°26'4.19"	93°14'49.69"	x	52.1	16°26'4.25"	93°14'49.21"	x
53	16°25'56.66"	93°14'39.93"	x	53.1	16°25'57.03"	93°14'39.65"	x
54	16°25'51.94"	93°14'31.98"	x	54.1	16°25'52.57"	93°14'31.71"	x
55	16°25'48.29"	93°14'22.12"	x	55.1	16°25'48.72"	93°14'22.65"	x
56	16°25'46.19"	93°14'20.51"	x	56.1	16°25'45.83"	93°14'19.88"	x
57	16°25'42.38"	93°14'22.46"	x	57.1	16°25'42.34"	93°14'22.05"	x
58	16°25'33.83"	93°14'20.17"	x	58.1	16°25'34.12"	93°14'19.88"	x
59	16°25'28.30"	93°14'16.40"	x	59.1	16°25'28.63"	93°14'15.96"	x
60	16°25'25.28"	93°14'13.27"	x	60.1	16°25'25.66"	93°14'13.08"	x
61	16°25'24.67"	93°14'8.91"	x	61.1	16°25'25.22"	93°14'8.89"	x
62	16°25'25.70"	93°14'9.10"	x	62.1	16°25'25.60	93°14'8.55"	x
63	16°25'27.40"	93°14'4.50"	x	63.1	16°25'26.78"	93°14'4.30"	x
64	16°25'28.10"	93°14'0.60"	x	64.1	16°25'27.36"	93°14'0.44"	x
65	16°25'30.86"	93°13'53.88"	x	65.1	16°25'29.90"	93°13'53.50"	x
66	16°25'33.45"	93°13'44.41"	x	66.1	16°25'32.90"	93°13'44.20"	x
67	16°25'25.09"	93°14'7.73"	x	67.1	16°25'24.70"	93°14'8.10"	x
68	16°25'24.00"	93°14'6.00"	x	68.1	16°25'24.50"	93°14'5.72"	x

Sitio	Coordenadas Geográficas			Sitio	Coordenadas Geográficas		
Línea de vega	Latitud N	Latitud O	Margen derecho de Reforestación	Línea de vega	Latitud N	Latitud O	Margen izquierdo de Reforestación
69	16°25'23.54"	93°14'3.72"	x	69.1	16°25'24.30"	93°14'3.30"	x
70	16°25'21.97"	93°14'0.81"	x	70.1	16°25'22.90"	93°14'0.40"	x
71	16°25'14.16"	93°13'55.74"	x	71.1	16°25'15.00"	93°13'55.20"	x
72	16°25'10.10"	93°13'50.43"	x	72.1	16°25'10.50"	93°13'49.30"	x
73	16°26'11.90"	93°14'54.40"	x	73.1	16°26'12.02"	93°14'55.07"	x
74	16°26'5.70"	93°14'57.50"	x	74.1	16°26'5.94"	93°14'57.82"	x
75	16°26'1.20"	93°15'0.60"	x	75.1	16°26'1.25"	93°15'1.08"	x
76	16°25'57.70"	93°15'4.90"	x	76.1	16°25'57.24"	93°15'4.76"	x
77	16°25'55.24"	93°15'7.36"	x	77.1	16°25'55.00"	93°15'6.90"	x
78	16°25'47.89"	93°15'7.66"	x	78.1	16°25'48.10"	93°15'7.20"	x
79	16°26'25.30"	93°15'26.22"	x	79.1	16°26'25.50"	93°15'26.50"	x
80	16°26'42.30"	93°16'3.00"	x	80.1	16°26'42.49"	93°16'3.57"	x
81	16°26'36.83"	93°16'3.72"	x	81.1	16°26'37.20"	93°16'3.90"	x
82	16°26'34.90"	93°16'8.30"	x	82.1	16°26'35.11"	93°16'8.56"	x
83	16°26'29.90"	93°16'16.70"	x	83.1	16°26'30.19"	93°16'16.83"	x

La colecta de germoplasma de ahuehuete se realizó el día 02 de julio de 2012, en el mismo ejido, se realizó pruebas de germinación presentando un porcentaje de germinación de 90 porciento. Se solicito el apoyo en el área de germoplasma de la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), para su conservación la cantidad de 9.480 kg de semilla de ahuehuete (Taxodium mucronatum Ten), en el banco de germoplasma. Esto se realizo el día 05 de Noviembre del 2012. Además se mando hacer el análisis de semilla, para determinar la viabilidad por rayos x, contenido de humedad de la semilla, porcentaje de germinación y numero de semillas por kilogramo.

La caracterización de la semilla y del embrión mediante el analizador de imagen, a partir del tamaño, largo, ancho y forma, permitió distinguir aquellas semillas con mejores características, y su comparación con el embrión, donde se demuestra que la semilla de ahuehuete su porcentaje de viabilidad fue de 10.25%. Esto quiere decir que el porcentaje de germinación se obtiene mejores resultados para su reproducción de esta especie en un periodo corto de 2 meses y medio.

El crecimiento vegetativo de la especie de taxodium plantado en el año 2012 hasta la fecha actual 2014; presenta un crecimiento vegetativo de 1 m, esto quiere decir que la planta en su inicio se desarrolla en copa de 70 cm. Con base en estos resultados la planta en muy lento en su inicio de crecimiento porque las raíces principales se van adaptando con el paso del tiempo y a una edad de 10 años su crecimiento empieza a crecer rápido. A partir de los 100 y 200 años tiende a mantenerse estable y vuelve a desarrollar su grosor de tallo para tener estabilidad por el cauce del arroyo.

CONCLUSIONES

A través del presente trabajo de restauración en los márgenes del arroyo Guaymas del ejido el Portillo, Municipio de Villaflores; Chiapas. No obstante en la depresión central de Chiapas no existe investigación en esta temática, por lo que es importante difundir el conocimiento generado hasta el momento, en relación con la experiencia laboral de mi parte es muy amplia y versa en aspectos de manejo de viveros y enseñanza educativa, permitió obtener el vivero comunitario con la producción de (*Taxodium mucronatum* Ten), único en el estado de Chiapas.

En este presente trabajo, se integra una serie de conocimientos de viabilidad y restauración en los márgenes del arroyo, los cuales permitan a los tomadores de decisiones y manejadores de recursos naturales, apoyar acciones para favorecer el adecuado funcionamiento ecológico de estos bosques de galería conlleven a su protección y a la restauración de ecosistemas degradados.

La conservación de ecosistemas con la presencia de arbolado viejo resulta estratégico, ya que los especímenes antiguos guardan estrecha relación con otros organismos que comparten el mismo nicho ecológico; además de contener información paleoclimática esencial para estudios históricos de variabilidad de precipitación y de otras variables climáticas.

AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto denominado: Restauración en los Márgenes del Arroyo Guaymas con Plantas de Ahuehuete (*Taxodium Mucronatum* Ten.) y Aguacatillo (*Hieronyma Laxiflora*), Ejido El “Portillo”, Municipio De Villaflores; Chiapas. Fue elaborado por el asesor técnico el Ing. Luis Antonio Toalá Morales y financiado por la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), con una duración del proyecto: 30 meses (Junio de 2012-Noviembre 2014). Generando una fuente de empleo para el ejido.

LITERATURA CITADA

Goetz, P.W. 1987. The new encyclopedia Britannica. 15 th ed., Vols.11,28. Encyclopedia Britannica, I nc. Chicago.

Martínez-Bautista, A.E. 1999. El ahuehuete. Biodiversitas. Boletín bimestral Año 5, No. 25: 16. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso dela Biodiversidad. México, D.F.

Pezeshki, S.R., R.D. De Laune y H.S. Choi. 1995. Gas exchange and growth of bald cypress seedlings from selected US Gulf Coast populations: Responses to elevated salinities. Can. J. For. Res. 25: 1409-1415.

Russell, A. 1987. Guinness Book of World Records. Sterling Publishing Co., I nc. New York.

Rzedowski, J. 1986. Vegetación de México. Editorial LIMUSA, México, D.F. 432 p.
Vargas-Márquez, F. 1996. Compendio de árboles históricos y notables de México. I nstitutoNacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F.

Villanueva Díaz, J.,V. Constante G.,J.Cerano P., A.R. Martinez S, D.W. Stahle.,J. Estrada A. 2013. Fenologia y crecimiento radial del sabino (*Taxodium mucronatum* Ten.) en el Rio San Pedro

Mezquital, Durango. INIFAP CENID-RASPA. Folleto Técnico No. 27. Gómez Palacio, Durango. 35 p.

RIEGO CONTROLADO POR MEDIO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Jeisson Octavio Bravo Neira[131]
Andrés Arque Mojica[132]

RESUMEN

La oficina del Sistema de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA del Centro de Desarrollo Agropecuario y Agroindustrial CEDEAGRO SENA Regional Boyacá (Colombia) como ente de desarrollo social formativo, investigador y formulador de estrategias de impacto que beneficien el sector productivo agropecuario colombiano, desarrolla planes de diseño e implementación de sistemas eficientes riego que permitan reducir el uso de insumos y cuyo impacto ambiental sea mínimo valiéndose para ello del empleo de desarrollos tecnológicos como la agricultura de precisión, la automatización y energías alternativas, fruto de ello surge el proyecto denominado “GENERACIÓN ELÉCTRICA PARA RIEGO CONTROLADO POR MEDIO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS”. Diseñado para abastecer del recurso hídrico estrictamente necesario a un cultivo de fresas y hortalizas y un área de riego aproximada de 1750 metros cuadrados. El sistema integral abarca tres subsistemas y cuatro diseños: de Riego, Control, y Energético; Agronómico, Hidráulico, Control y Energético, siendo los tres primeros los subsistemas y los cuatro últimos los diseños necesarios. El subsistema de riego se basa en el diseño agronómico caracterizando los requerimientos de agua necesarios por los parámetros de evapotranspiración de los cultivos y que permite desarrollar el diseño hidráulico y con él la electrobomba que será nuestro eje fundamental, el consumo eléctrico es el pilar que garantiza unas relaciones de costo-beneficio aplicables. El subsistema de control permite realizar el regadío bajo los parámetros de recursos hídrico diseñados de forma autónoma (tiempos de riego y caudales diseñados) permitiendo integrar información externa como niveles de precipitaciones y toma de decisiones ante ello. Finalmente el Sistema de alimentación o energético, que por las características de la zona geográfica y viabilidad del mismo se empleo un sistema fotovoltaico para la alimentación del control y electrobomba del sistema integral.

PALABRAS CLAVE
Sistema integral, riego, energía fotovoltaica, eficiencia de insumos.

INTRODUCCIÓN
Dentro de una mirada prospectiva del futuro de nuestra sociedad y el papel que ejerce la agricultura en ella se claramente plasmada por las naciones unidas y el CEPAL al afirmar: “Una primera aproximación permite definir las seis tendencias mundiales siguientes, que pueden considerarse relevantes para el futuro de América Latina: i) tecnologías disruptivas,; ii) escasez de recursos naturales, por ejemplo, agua, alimentos, energía y minerales; cambios en la demanda e innovaciones tecnológicas; iii) transformaciones demográficas, desplazamiento del poder, nuevos mercados, clases medias en ascenso, migraciones; iv) urbanización y expansión de las ciudades, concentración de la población, demanda de infraestructura y servicios básicos, calidad de vida, competitividad de las ciudades; v) cambio climático, efectos en la agricultura, oportunidades de crecimiento verde, conciencia ciudadana y cambios de comportamiento, y vi)

[131]*Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación Centro de Desarrollo Agropecuario y Agroindustrial. jbravon@sena.educo*
[132] *Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación Centro de Desarrollo Agropecuario y Agroindustrial. aaraque@sena.educo*

gobernabilidad democrática, ciudadanos globales interconectados, impacto de nuevas tecnologías" [1].

Con base a lo anterior se hace evidente la necesidad de fortalecer el sector agrícola y no sólo eso, el empleo de tecnificación y nuevas tecnologías que permitan satisfacer las necesidades alimentarias globales del presente y del futuro que mitiguen el impacto ambiental y sean un foco de desarrollo de nuestros países latinoamericanos que poseen gran potencial como productores y exportadores de alimentos. La presente ponencia busca dar a conocer cómo es posible integrar el empleo de energías renovables y de tecnología que permite reducir insumos, mejora en el producto y ofrecer una mejor calidad de vida al sector rural representado en la implementación de este sistema de riego controlado alimentado a base de energía solar, pero que al igual pueden ser implementados en más necesidades agropecuarias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio: El Centro de Desarrollo Agropecuario y Agroindustrial CEDEAGRO, está ubicado en la cuidad de Duitama en el departamento de Boyacá (Colombia) y hace parte del Sistema Nacional de Aprendizaje SENA, cuya misión es formar aprendices integrales para el trabajo y ofreciendo cursos de técnicos, tecnólogos, operarios y especialistas en las ramas del saber agrícola, pecuario e industrial y es allí donde se formula desde el agosto del año 2106 y desarrolla actualmente en fases finales el proyecto. Cabe mencionar la escalabilidad del proyecto que como fue mencionado anteriormente está formulado para un área aproximada de 1750 m2 para fresas y hortalizas pero que permite ajustarse a cualquier cultivo adaptándose al ajustar la programación del sistema de control.



Figura 1. Caracterización de la zona de acción del proyecto.

[1] Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación Centro de Desarrollo Agropecuario y Agroindustrial. jbravon@sena.educo

El sistema de riego en su diseño está basado en el "Método Fácil de Diseño de Riego por Goteo" implementado con éxito en Honduras por el ing Juan Leonardo Chow dando los índices de necesidad hídrica y el nivel de carga en potencia necesaria para la electrobomba equivalente a 1Hp. Los sistemas de control y de energía solar son diseños propios de los formuladores del proyecto y que se ven en detalle en la diapositiva de la ponencia.



Figura 2. Diseño General del proyecto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del proyecto actualmente se tiene la implementación del sistema de energía constituido por seis paneles solares de 250 watts, seis baterías solares un regulador de carga y un inversor, sistema probado a satisfacción en condiciones de carga iguales y superiores al necesario. El montaje y prueba del sistema de control conformado por un controlador lógico programable PLC, que acciona los actuadores representados en electroválvulas y electrobomba para el control de flujo de agua y tiempos de encendido del sistema ante la programación definida por las necesidades hídricas de los cultivos y por condiciones externas climáticas como precipitaciones y sequías.

Finalmente se desarrollan las adecuaciones del terreno en donde se desarrollará para la implementación del sistema de riego y la integralidad con los sistemas de control y de energía, y que se espera para el mes de agosto esté finalizada todo en conjunto. Es de mencionar que gracias a las pruebas realizadas se cuenta ya con la certeza absoluta de funcionamiento, los datos experimentales permiten dar un aproximado en una reducción superior al 30% de recurso hídrico sumando al hecho de ser un sistema aislado autosostenible energéticamente.


Figura 3. Implementación sistema de energía, paneles solares, Inversor, regulador y baterías

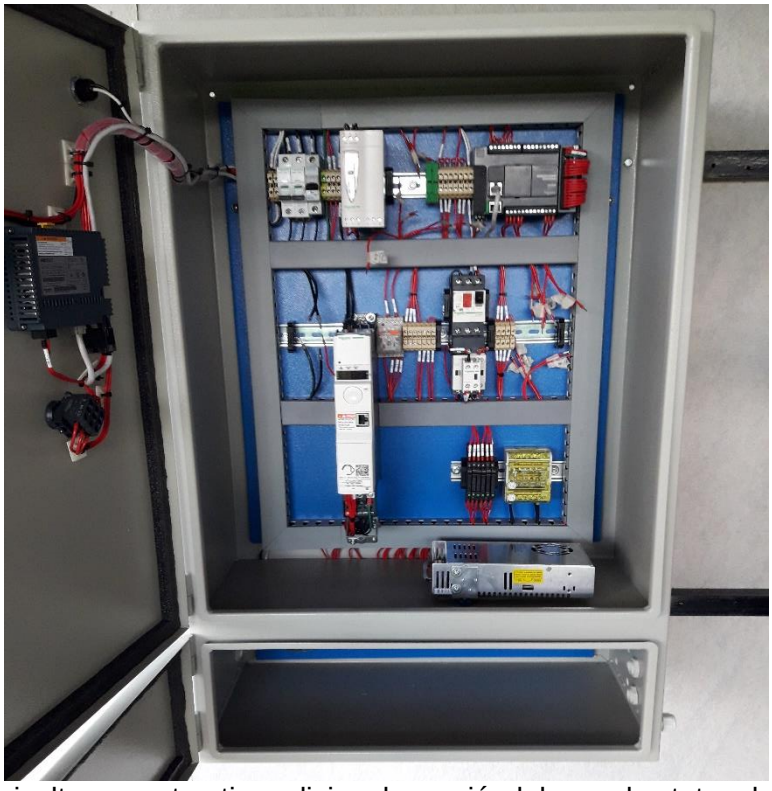


Figura 4. Implementación sistema de control PLC

CONCLUSIONES

Dadas las condiciones actuales y a futuro, la apertura económica, los tratados de libre comercio, el calentamiento global y el aumento considerable de la población entre otros factores se hace evidente la necesidad de realizar un cambio en el enfoque presente que se desarrolla en el sector agrícola que permita un aumento en la producción de calidad de alimentos con estrategias de impacto ambiental mínimas y un aumento en la mejora de la calidad de vida de nuestros productores dando a la agricultura un atractivo adicional y poniéndola en el estatus de importancia que ella merece. Para lograr lo anterior se hace necesario el fomento e inversión en iniciativas que permitan la modernización de nuestro sector y con ello hacer uso del potencial de nuestros recursos que generen riqueza y mejoramiento de vida, el proyecto descrito anteriormente es una clara muestra de que existen maneras que permiten desarrollar un plan de acción que integra de forma exitosa la concientización ambiental con la implementación de energías renovables y la reducción de insumos con sistemas eficientes de riego controlados y que repercuten en gran medida en el cuidado de nuestro planeta y en el aumento de la producción.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de forma sincera a la Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible en la participación de esta iniciativa y al Servicio Nacional de Aprendizaje y su regional CEDEAGRO que nos permitieron el diseño y ejecución de éste y más proyectos.

LITERATURA CITADA

[1] Bitar S. 2015 . Las tendencias mundiales y el futuro de América Latina, CEPAL, Naciones Unidas 42p

BIOMARCADORES DE EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS EN *Zenaida asiatica* PROCEDENTES DE SANTO DOMINGO KESTÉ, CAMPECHE

Cinthia de los Á. Cazán-Noz[133]
Carolina Flota Bañuelos[1]
Jaime Rendón-von-Osten[2]
Ricardo Dzul-Caamal[2]

RESUMEN

Los plaguicidas organofosforados (OFs) y carbamatos a pesar de no ser persistentes en el medio ambiente, afectan principalmente el sistema nervioso, y las aves son más sensibles a los efectos tóxicos de estos plaguicidas comparados con los mamíferos. Para estudiar el grado de afectación generado por los OFs, se cuantificó la actividad de las enzimas acetilcolinesterasa (AChE), catalasa (CAT) y glutatión-S-transferasa (GST) en la paloma de ala blanca (*Zenaida asiática)* en la localidad de Santo Domingo Kesté (SDK), municipio de Champotón, Campeche. Para ello, se emplearon aves de referencia, las cuales han sido domesticas por pobladores de la localidad de SDK y un grupo de aves capturadas en las zonas agrícolas de la localidad; en ellas, se realizó la extracción de tejidos para cuantificar el biomarcador AChE, biomarcador GST, y biomarcador CAT. Las palomas capturadas mostraron mayor afectación que las aves que integraron el grupo de referencia, teniendo inhibición de AChE principalmente en cerebro con un 34.60%, de lo contrario se generó una actividad mayor de la GST y CAT.

PALABRAS CLAVE

Acetilcolinesterasa, catalasa, enzima, glutatión-S-transferasa, organofosforado.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que afectan la producción en los sistemas agrícolas, son las plagas y enfermedades, controladas principalmente con productos químicos sintéticos (Aktar, Sengupta y Chowdhury, 2009). En México la superficie agrícola cultivada para el año 2015 fue de 22,148,245.07 hectáreas (SIAP, 2016), de las cuales el estado de Campeche registró 314,812.03 hectáreas sembradas (SIAP, 2016). El municipio de Champotón, Campeche, representa el 14.3 % del total de la superficie sembrada. Los plaguicidas que se utilizan para el control de plagas según su estructura química pueden ser organoclorados (OCs), organofosforados (OFs), carbamatos, piretroides, entre otros (CICOPLAFEST, 2013). Los plaguicidas causan daños extremadamente extensos a la biota, los animales pueden ser envenenados por residuos de plaguicidas que permanecen en los alimentos después de la aplicación. Los OFs a pesar de no ser persistentes en el medio ambiente, afectan principalmente el sistema nervioso de insectos benéficos, aves, anfibios y mamíferos, por la fosforilación de la enzima acetilcolinesterasa (AChE) en las terminaciones nerviosas (Ghorab y Khalil, 2015). Las aves se han utilizado como bioindicadores por su presencia en diferentes niveles tróficos (Padoa-Shioppa, Baietto, Massa, y Bottoni, 2005), debido a que son más sensibles a los efectos tóxicos de los organofosforados que los mamíferos (Dosis letal media en aves < Dosis letal media en

[133] ***Colegio de Postgraduados, Campus Campeche.*** **cazancinthia@gmail.com, cflota@colpos.mx**

[2] *Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México.* jarendon@uacam.mx

mamíferos) (Robles, Hernández y Luque, 2007). La manera en que repercute los OFs en el organismo blanco o no blanco se puede determinar a partir de la cuantificación de biomarcadores y conocer el grado de afectación, el cual podemos definir como el daño generado en un órgano o sistema ocasionando alteraciones a la salud. Entre los biomarcadores más usados para identificar los efectos adversos causados por exposición a contaminantes se encuentran la inducción, cuantificación de proteínas de estrés, síntesis de metalotioneínas, actividad de la enzima glutatión-S-transferasa (GST), la actividad de la enzima catalasa (CAT) y la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa (AChE) por plaguicidas OFs y carbamatos (Arago, 2012).

En el estado de Campeche sólo se tiene registro de estudios referentes a la cuantificación de la enzima AChE en *Dendrocygna autumnalis*, sin embargo, no existe información sobre la actividad de las enzimas CAT y GST para evaluar el grado de afectación en fauna silvestre terrestre presente en las zonas agrícolas de Campeche. Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue conocer el grado de afectación por la exposición a plaguicidas en la paloma de ala blanca en zonas agrícolas del municipio de Champotón, Campeche *(Zenaida asiática)* a partir de la actividad enzimática de CAT, AChE y GST.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El estudio se realizó durante el período comprendido de marzo-agosto de 2016 en la comunidad de Santo Domingo Kesté, Champotón, Campeche, ubicada en 19º 30’ 54” LN, 90º 26’ 41” LW. El clima es cálido subhúmedo con una temperatura media anual de 26º C y a 24 msnm (INEGI, 2014)

Metodología de muestreo

Se utilizaron aves (*Zenaida asiatica*), provenientes de dos grupos: 1) aves del grupo de referencia; ejemplares domesticados por los pobladores de la comunidad de Santo Domingo Kesté, alimentadas con una dieta a partir de frutas y cereales, y 2) aves capturadas; para la obtención de aves, se colocaron cuatro redes de niebla (5 x 2,50 m, apertura de malla 30 mm), en zonas de cultivo de maíz, calabaza chihua, frijol, jamaica, cacahuate. Las redes estuvieron activas durante 10 h, en horarios de 6:00 a 11:00 h y de 15:00 a 18:00 h. Los individuos de Zenaida asiática de ambos grupos se colocaron en jaulas y resguardados bajo cuidados especiales en un área aislada en las instalaciones del Colegio de Postgraduados Campus Campeche, para su posterior traslado al laboratorio de Contaminación Ambiental, EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche. Para el manejo y movilización de las aves se siguió la Norma Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995.
Para el sacrificio y obtención de los tejidos de las aves se tomaron las recomendaciones emitidas por la Norma Oficial Mexicana 033-SAG/ZOO-2014, a cada ave se le hizo una disección longitudinalmente, para obtener el hígado, corazón, músculo y cerebro, que fueron depositaron en tubos Eppendorf 1.5 ml debidamente rotulados con nombre del órgano, número de ave, sitio y fecha de muestreo. Cada órgano se homogeneizó añadiendo buffer de fosfato de potasio 0.1 M pH 7.2, luego se centrifugaron las muestras a 10,000 rpm a 4 °C por 5 minutos, por cada una se determinó la cantidad de proteínas por el método de Bradford (1976), generando luego disoluciones para la cuantificación de la actividad de la AChE en los tejidos de las palomas, empleando la metodología de Ellman et al. (1961), en el caso de la actividad de la GST se utilizó la metodología de Habig y Jakoby (1974), y para la CAT la metodología de Aebi (1984) modificado por Regoli (1998).

Los valores de la actividad de AChE, GST y CAT en los órganos (corazón, hígado, cerebro y músculo) se compararon mediante una prueba de t para determinar diferencias significativas entre ambos grupos (Capturadas y Referencia) (=0,05). Como prueba de comparación múltiple, se utilizó la prueba de Tukey; en ambos casos, el nivel de confianza P fue de 0,05. Las pruebas se realizaron con el programa STATISTICA versión 7. La actividad de los biomarcadores se convirtió a % de actividad con respecto al grupo de referencia el cual se consideró con una activad del 100%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo un total de 16 palomas (*Zenaida asiatica*); siete palomas fueron utilizadas como referencia y nueve palomas fueron capturadas en las zonas agrícolas de Santo Domingo Kesté. Por los tejidos analizados (cerebro, músculo, hígado y corazón) se contó con un total de 64 muestras.

En la relación a la actividad de la AChE en los órganos de las palomas de Santo Domingo Kesté y el grupo de referencia, se observó que AChE se inhibió en los cuatro tejidos (Figura 1), obteniendo una diferencia significativa principalmente en cerebro, en el cual se obtuvo un porcentaje de inhibición del 34.60%. Cobos *et al.*, (2006), reportó la inhibición de colinesterasa con un promedio de 49.4% en muestras de sangre del zorzal pardo (*Turdus grayi)* causada por la exposición del diazinón, la inhibición fue mayor en las especies presentes en los campos de cultivo probablemente a la exposición más continua del insecticida. Osten *et al*., (2005) obtuvo un 34% de inhibición de AChE en tejido de cerebro del pato pijiji presentes en zonas de cultivo de arroz (*Dendrocygna autumnalis*) en exposición de 0,0 dietil 0-(3,5,6-tricloro-2-piridinil) fosforotioato, N-(fosfonometil) glicina y 2, 3-Dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil metil carbamato; siendo el último el principal inhibidor.

La actividad de la GST fue mayor en las aves presentes en las zonas de cultivo, esta actividad es similar en los cuatro tejidos analizados, (Figura 2). Ezegi et al. (2012) en hígado y suero en aves de corral *(Gallus domesticus)* registraron una reducción en la actividad de la GST en exposición a 3-fenoxibencil; la acción de GST sobre plaguicidas OFs puede conducir a la activación o desintoxicación (Miyamoto y Mikawa, 2005); Ranson y Hemingway, (2005) mencionan que los niveles elevados de GST se asocian con la resistencia de insecticidas.

Al analizar la actividad de la catalasa en los cuatro tejidos de la paloma recolectados en el ejido de Santo Domingo Kesté con relación a las palomas del grupo control, no se observaron diferencias significativas; sin embargo, la mayor actividad de CAT fue en las aves capturadas en zonas de cultivo, (Figura 3). Herrera-Dueñas, Pineda, Antonio y Aguirre (2013), evaluaron la capacidad antioxidante total en sangre de gorrión (*Passer domesticus)* en zonas urbanas y rurales; encontrando menor capacidad antioxidante en las aves localizadas en zonas urbanas; las palomas capturadas en las zonas de cultivo de Santo Domingo Kesté muestran mayor actividad en CAT, de igual forma en la GST, esto se puede relacionar debido a que la CAT elimina los ERO (especies reactivas a oxígeno) del medio celular por transformación en agua.

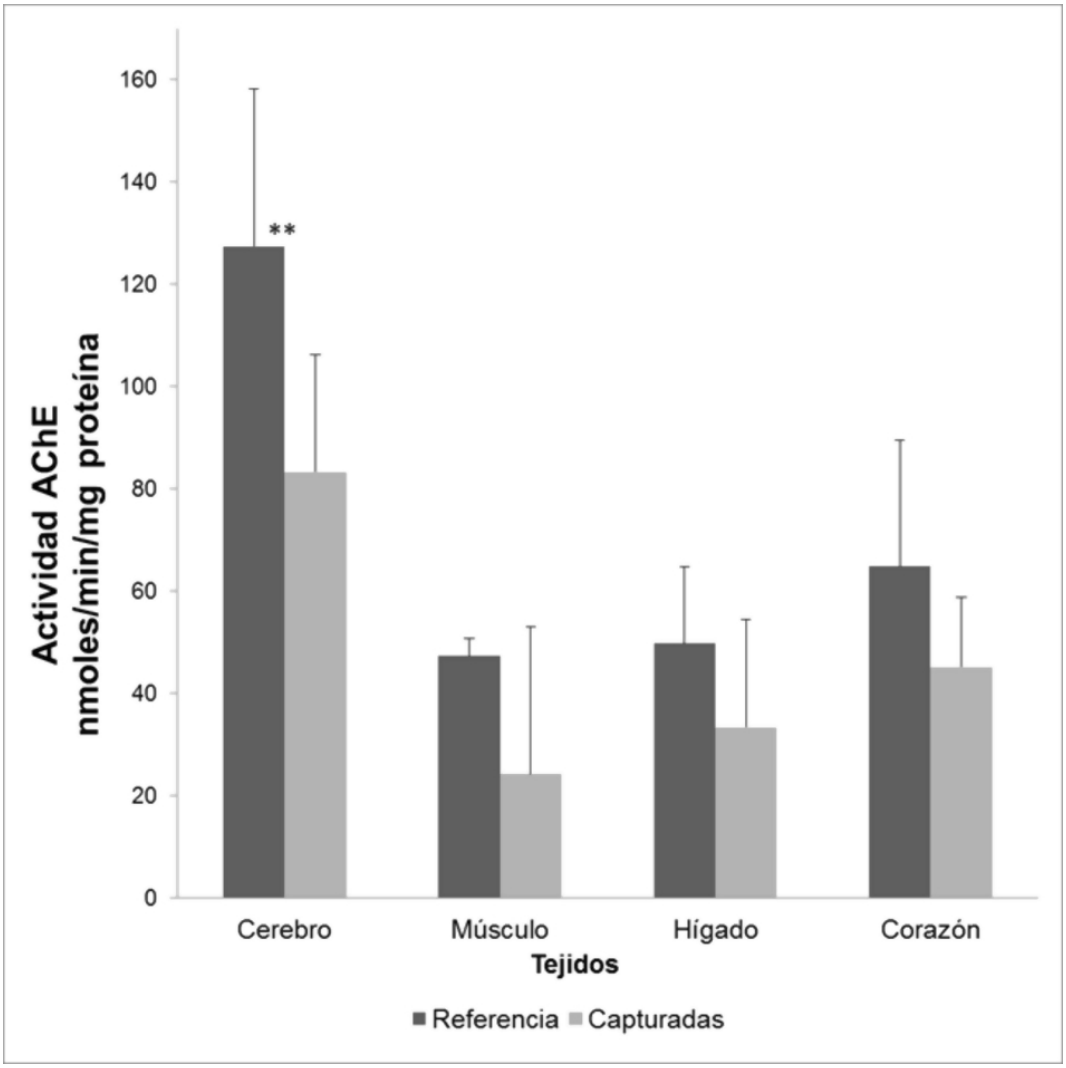


Figura 1. Actividad de la AChE en cuatro órganos de la paloma *Zenaida asiatica*. Los datos se expresan como media ± desviación estándar (N = 16). Los asteriscos indican diferencia significativa en comparación con las palomas de referencia.

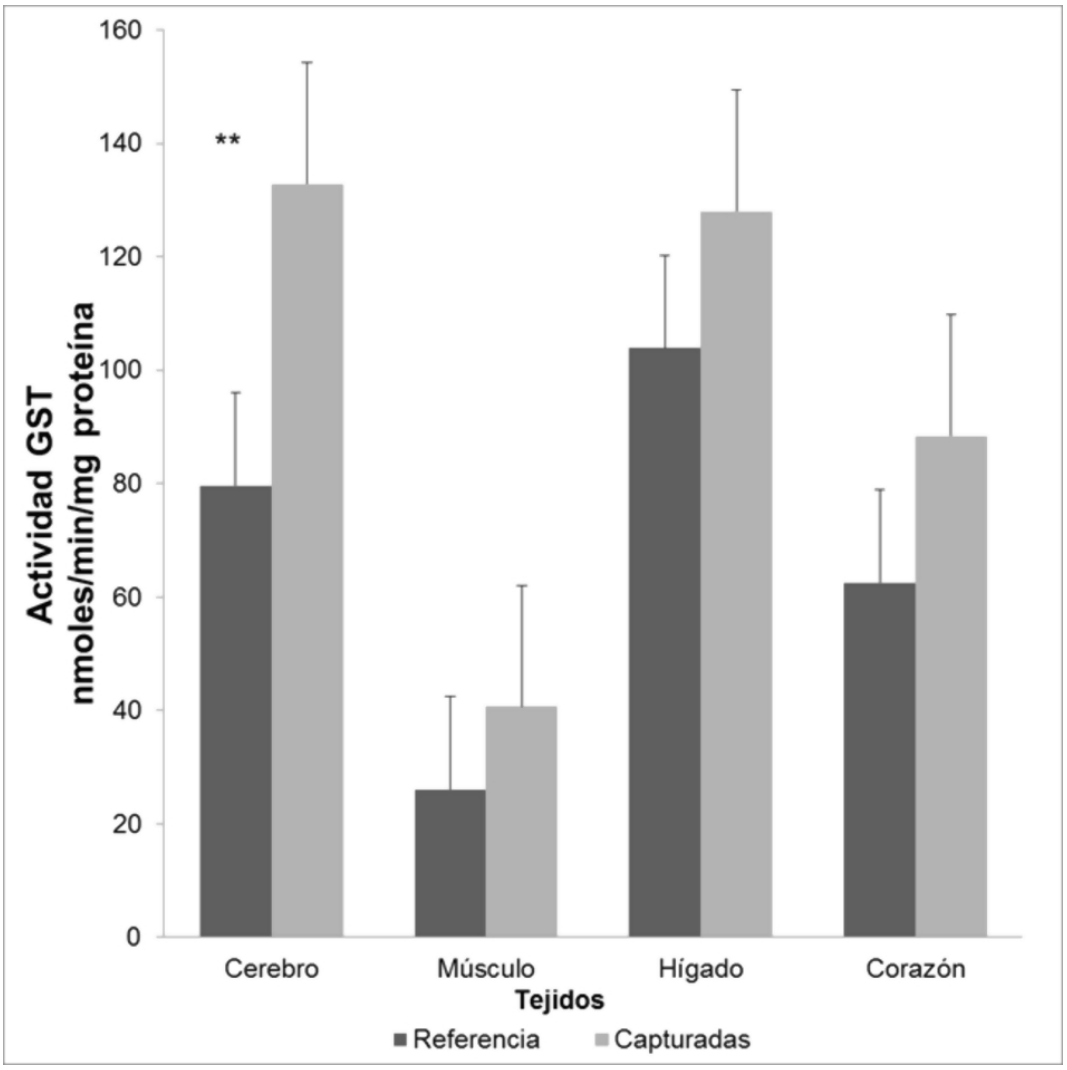


Figura 2. Actividad de la GST en cuatro órganos de la paloma *Zenaida asiatica*. Los datos se expresan como media ± desviación estándar (N = 16). Los asteriscos indican diferencia significativa en comparación con las palomas de referencia.

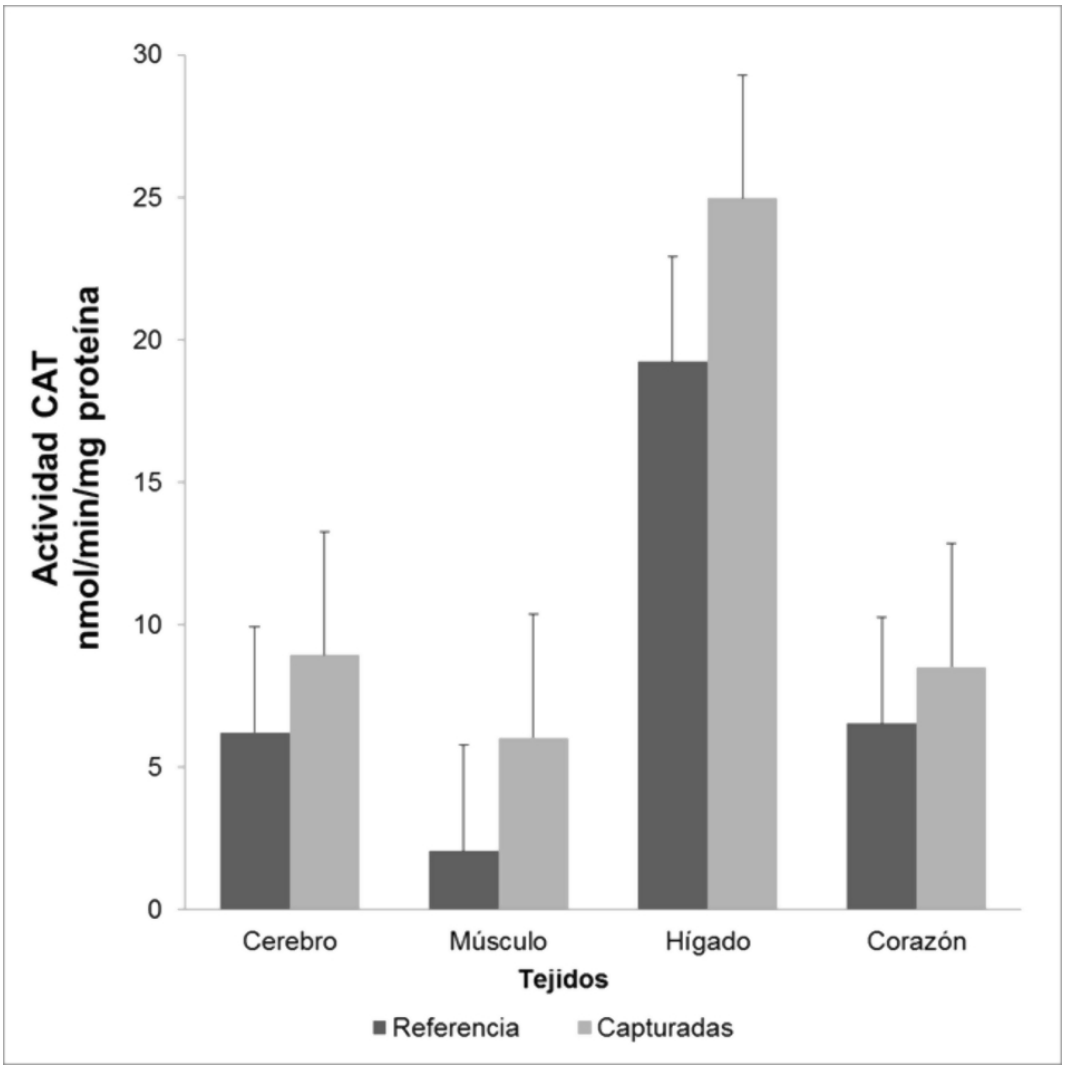


Figura 3. Actividad de la CAT en cuatro órganos de la paloma *Zenaida asiatica*. Los datos se expresan como media ± desviación estándar (N = 16).

CONCLUSIONES

El grupo de estudio que reportó grado de afectación por inhibición de la enzima AChE fue el de las aves capturadas en las zonas de cultivo, esto debidamente a que las especies se encuentran en mayor contacto con los agroquímicos, esta especie de paloma es consumida por los pobladores y en ocasiones es considerada plaga para los cultivos, sin embargo la actividad de la CAT y GST fue alta, posiblemente a que crean resistencia ante sustancias químicas o al estar en mayor contacto con sustancias anticolinérgicas inhibe AChE, aumentando GST y CAT debido a que la primera es una enzima de destoxificación y la segunda una enzima de estrés oxidativo. La cuantificación de estos biomarcadores nos refleja un panorama de las afectaciones por el uso de agroquímicos, así como el tejido con mayor sensibilidad ante la presencia de los plaguicidas; sin embargo, es de importancia conocer el comportamiento biológico y bioquímico de las especies estudiadas para tener una correlación con los resultados a obtener.

AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados Campus Campeche por el apoyo brindado para el trabajo de campo, a la Universidad Autónoma de Campeche por las instalaciones del Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX), para el análisis de las muestras.

LITERATURA CITADA

Aebi, H. (1984). Catalase in vitro. Meth. *Enzymol*. 105, 121-130.

Aggarwal, M., Naraharisetti, SB., Sarkar, SN., Rao, GS., Degen, GH & Malik, JK. (2008). Effects of subchronic coexposure to arsenic and endosulfan on the erythrocytes of broiler chickens: a biochemical study. *Arch Environ Contam Toxicol, 56*(1), 134-148. doi: 10.1007/s00244-008-9171-0.

Aktar, M.W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. Interdisciplinary Toxicology, 2(1), 1–12. http://doi.org/10.2478/v10102-009-0001-7.

Arango, S. S. (2012). Biomarcadores para la evaluación de riesgo en la salud humana. Revista Facultad Nacional de Salud Pública, 30(1), 75-82. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120386X2012000100009&lng=en&tlng=es.

BradFord, M. M. (1976). A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. Analytical Biochemistry, 72, 248–254.

Cobos, V., Mora, M. A., & Escalona, G. (2006). Inhibición de colinesterasa plasmática en el zorzal pardo (Turdus grayi), expuestos a diazinón en cultivos de papaya maradol en Yucatán, México. Revista de Toxicología, 23(1), 17–21. Recuperado de: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91923104.

Ellman, G.L., Courtney, D., Andres V. Jr. & Featherstone, R.M. (1961). A new rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. Biochemistry and Pharmacology. 7, 88-95.

Ezeji, E. U., Anyalogbu, E. A., Ezejiofor, T. N. & Udensi., J. U. (2012). Determination of reduced glutathione and glutathione S transferasa of poultry birds exposed to permethrin insecticide. American Journal of Biochemistry, 2(3), 21-24. DOI: 10.5923/j.ajb.20120203.01

Ghorab, M.A., & Khalil, M.S. (2015) Toxicological Effects of Organophosphates Pesticides. International Journal of Environmental Monitoring and Analysis, 3(4),218-220. DOI: 10.11648/j.ijema.20150304.13.

Habig W. H., Pabst M. J. & Jakoby W. B. (1974). Glutathione S-Transferases: the first enzymatic step in mercapture acid formation. The Journal of Biological Chemistry. 249(22), 7130-7139.

Herrera-Dueñas, A., Pineda, J., Antonio, M. T., & Aguirre, J. I. (2013). Oxidative stress of House Sparrow as biondicator of urban pollution. Ecological Indicators, 42, 6-9. DOI.org/10.1016/j.ecolind.2013.08.014.

Instituto Nacional de Geografía e Informática, México. (2014). El sector alimentario en México. Serie estadísticas sectoriales. Recuperado en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/SAM/702825066574.pdf.

Miyamoto, T., & Mikawa, T. (2005) Oxidative glutathione conjugation and its novel role in activation of the organophosphorus insecticide prothiofos. J. Pestic. Sci. 30, 31–38. Recuperado en: http://www.jstage.jst.go.jp/article/jpestics/30/1/31/_pdf/.

Osten, J. R.-v., Soares, A. M. V. M. & Guilhermino, L. (2005), Black-bellied whistling duck (Dendrocygna autumnalis) brain cholinesterase characterization and diagnosis of anticholinesterase pesticide exposure in wild populations from Mexico. Environmental Toxicology and Chemistry, 24, 313–317. doi:10.1897/03-646.1.

Padoa-Shioppa, E., Baietto, M., Massa, R., & Bottoni, L.(2005). Bird communities as biondicators: The focal species concept in agricultural landscapes. Ecological Indicators, 170, 1-11.DOI:10.1016/j.ecolind.2005.08.006.

Ranson, H. & Hemingway, J. (2005). Mosquito glutathione transferase. Mtds Enzymol., 401, 226-241. https://doi.org/10.1016/S0076-6879(05)01014-

Regoli, F. (1998). Trace metals and antioxidant enzymes en gill and digestive gland of the Mediterranean mussel Mytilus galloprovincialis. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 34, 48-63

Robles, J.A., Hernández-Vicente, T.J., & Luque, G. (2007). Tratamiento de la intoxicación por organofosforados en aves rapaces. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 1(2), 424-437. Recuperado en: https://revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/viewFile/RCCV0707230424A/2273.

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-051-ZOO-1995, TRATO HUMANITARIO EN LA MOVILIZACIÓN DE ANIMALES. Recuperado en: http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_bioet/051zoo_movilizacion.pdf

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Norma Oficial Mexicana 033-SAG/ZOO-2014, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Recuperado en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5405210&fecha=26/08/2015.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Infosiap.siap.gob.mx.(2017). Cierre de la producción agrícola por estado. Recuperado en: http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp.

IMPACTO SOCIO-AMBIENTAL DEL CULTIVO CONVENCIONAL DE PAPA, EN LA COMUNIDAD DE SAN FRANCISCO PICHÁTARO

Cindy Nereida Morales-Máximo[134]
Dr. Fernando Bahena Juárez[135]
M.C. Gabriela Arias Hernández[136]

RESUMEN

El cultivo convencional de papa se estableció hace 11 años en varios parajes de la comunidad de San Francisco Pichátaro, generando impactos socio-ambientales directa e indirectamente; esta investigación se propuso analizarlos. En el año 2015 se realizaron entrevistas a jornalero(a)s, pepenadoras, dueños de parcelas y técnicos encargados de la producción. Ese año empresarios agrícolas de Uruapan y Zamora sembraron alrededor de 200 hectáreas, desplazando a otros cultivos como el maíz (en su mayoría). La derrama económica que generó la producción de papa a la comunidad resultado de la renta de parcelas, el pago de jornales y la pepena, ascendió a más de cuatro millones de pesos en el mismo año. A costa del uso del paquete tecnológico propuesto en la agricultura industrial, lo que implica una labranza intensiva y la utilización de agrotóxicos como fertilizantes y plaguicidas sintéticos; de estos últimos, 6 están prohibidos en más de 15 países, de ellos, tres están prohibidos y cinco en vigilancia por su incidencia en cáncer, disrupción hormonal o por ser altamente tóxicos para las abejas. Al medir el grado de erosión del suelo agrícola se determinó que la pérdida asciende a un total de 308.4102 toneladas por hectárea, entre los meses de junio, julio y agosto del 2015. En los últimos años se ha convocado a encabezados de barrio y al representante de bienes comunales con el fin de tomar acuerdos para la prohibición de la renta de terrenos, ya que la población ha observado con preocupación deslaves del suelo y el uso de agrotóxicos que llegan a los manantiales, la disminución de tejocote y evidencias del impacto en la salud de pepenadoras o jornalero(a)s. Es necesario generar sistemáticamente información que permita a las y los pobladores tomar decisiones sobre su autonomía alimentaria a largo plazo.

Palabras clave: erosión, agrotóxicos, jornaleros, pepenadores.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se orienta a sistematizar y analizar los impactos socio ambientales derivados de la introducción del cultivo intensivo de papa en la meseta Purépecha, particularmente en la comunidad de San Francisco Pichátaro.
Éste proceso de producción se sustenta en la racionalidad impulsada por la llamada *revolución verde,* lo que implica la implementación de un paquete tecnológico con el fin de garantizar altos rendimientos en la cosecha.

La ***agricultura industrializada*** es una forma de artificialización de la naturaleza localizada en campos de cultivo y es considerada una agricultura moderna intensiva cuya forma de producción se encuentra fuertemente capitalizada, con prevalencia de insumos ajenos al reacomodo y reciclaje de la energía y materiales utilizados en los procesos biológicos, el objetivo es obtener altos rendimientos en las cosechas; incluye entre otros aspectos: a) Semilla mejorada genéticamente de empresas privadas o entidades gubernamentales; b) Agroquímicos sintéticos

134 Universidad Intercultural Indígena de Michoacán (UIIM). cinery.morales@gmail.com
135 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. bahena.fernando@inifap.gob.mx
136 Universidad Intercultural Indígena de Michoacán. agroecologia.uiim@gmail.com

para la fertilización; c) Agroquímicos para la prevención y control de plagas; d) Labranza intensiva; y e) Disponibilidad de riego (Altieri *et al*., 2012).

Los monocultivos modernos genéticamente homogéneos cubren el 80% de los 1,500 millones de hectáreas de tierra cultivables, la agricultura industrial contribuye con cerca del 25% al 36% de las emisiones de gases de efecto invernadero, modificando las tendencias climáticas y comprometiendo así la capacidad del mundo para producir alimentos en el futuro (idem).

En contraparte la (FAO, 2014) reconoce que es la agricultura familiar de menor escala, con circuitos cortos de comercialización y producción de bajo impacto ambiental está resolviendo en un 80% la alimentación de la mayor parte de la población mundial. De acuerdo a la información disponible en América Latina, alrededor de 16,5 millones de explotaciones pertenecen a agricultores familiares, las que agrupan a una población de alrededor de 60 millones de personas. Un 56% de estas explotaciones se encuentra en Sudamérica, y un 35% en México y países de Centroamérica.

En ambos procesos se encuentra San Francisco Pichátaro una comunidad que forma parte de la meseta purépecha, zona a la cual se encuentran 15 razas de maíz, destacando la raza Mushito de Michoacán que es un conjunto de poblaciones de maíz de las regiones serranas (Carrera, 2008, Sánchez, 1989, Ortega *et al,* 1989, citado por CONABIO, 2011). Este dato es notable pues representa 10% del total de las razas de maíz (60) que se cultivan en México (Barrera *et al*, 2009). Sin embargo, actualmente los campesinos están abandonando la producción de estos cultivos como el maíz, avena, haba o el trigo que garantizan la buena alimentación comunitaria. La razón es la des-estructuración de la política nacional destinada a la soberanía alimentaria que a derivado en abandono de siembra y el cultivo de forma industrializada papa; negocio de empresas ubicadas en Zamora o Uruapan.

A pesar de que la introducción de este sistema de producción a la comunidad para beneficiar a empresarios agrícolas externos, tiene alrededor de once años y ha generado ingresos económicos a jornaleros, dueños de parcela y pepenadores, la población no cuenta con información suficiente acerca de los impactos socio-ambientales que este tipo de agricultura está provocando como transformaciones negativas en el ecosistema local con graves implicaciones en la fertilidad del suelo agrícola, la salud humana, la sustitución de especies agrícolas locales y el desplazamiento de aquellas silvestres de recolección para consumo que crecen en la parcela, así como la disminución de especies polinizadoras y otros organismos benéficos como parasitoides y depredadores.

Diversos trabajos internacionales y nacionales han registrado riesgos serios derivados de un sistema industrial del cultivo de la papa, por ejemplo (Crissman y Patricio, 2002) manifiestan que aunque la papa ha sido un cultivo básico en los Andes durante milenios, en tiempos recientes presiones internacionales han conducido a una intensificación agrícola basada en el uso de insumos externos, especialmente de agroquímicos y a la mecanización intensiva, lo que ha permitido un aumento en la producción de papa en muchos lugares, pero ha tenido a la vez impactos en la salud del ecosistema y ha expuesto a los agricultores a nuevas sustancias tóxicas.

El cultivo industrial de papa en la comunidad indígena de San Francisco Pichátaro se esta convirtiendo en una fuente cada vez más importante de empleo rural y de ingreso para la población, pero a pesar de tener estos beneficios, trae consecuencias ambientales negativas por el uso intensivo de insumos como: fertilizantes y plaguicidas sintéticos, ocasionando problemas de salud; labranza intensiva y prácticas que erosionan el suelo de forma alarmante; además de

representar una potencial pérdida del conocimiento en relación a la producción tradicional del maíz y la biodiversidad agrícola que lo circunda.

Objetivo general: caracterizar el sistema intensivo del cultivo de papa en la comunidad de San Francisco Pichátaro e identificar el impacto socio-ambiental para la región.

Los objetivos específicos son:
1. Identificar la superficie, número de productores y parajes involucrados en el proceso de producción caracterizado por el modelo de agricultura convencional de papa, en la comunidad de San Francisco Pichátaro.
2. Caracterizar el modelo de agricultura convencional de papa que se desarrolla en la comunidad de San Francisco Pichátaro.
3. Evaluar en un paraje elegido de la comunidad de San Francisco Pichátaro el grado de erosión originada por el modelo de agricultura convencional de papa.
4. Identificar los ingredientes activos de los agroquímicos utilizados para la prevención y control de plagas en el cultivo convencional de papa y compararlos con los estándares internacionales que permiten o no su uso.
5. Sistematizar y analizar las razones que argumentan los agricultores que deciden rentar los terrenos para la producción de papa.
6. Describir el impacto social y económico que genera la producción de papa, en relación al empleo de jornaleros y la pepena.

La hipótesis de la presente investigación es:
Las prácticas agrícolas sustentadas en el uso de agrotóxicos y maquinaria agrícola en el cultivo intensivo de papa que se practica desde aproximadamente 11 años en la comunidad de San Francisco Pichátaro están generando serios problemas humanos y ecosistémicos, entre los cuales destacan: el deterioro del suelo agrícola provocado por erosión tanto hídrica como eólica derivada de las prácticas agrícolas; problemas de salud provocadas por el uso de agroquímicos en los jornaleros que trabajan eventualmente en las parcelas de cultivo; la pérdida de la cultura y los saberes tradicionales de los campesinos y sus nuevas generaciones respecto a la siembra del maíz local y la agrobiodiversidad que lo circunda.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio de estudio se llevó a cabo en la comunidad indígena de Pichátaro es una tenencia del municipio de Tingambato, Estado de Michoacán, México **(Figura 1).**

Se localiza en la parte de la Meseta Purépecha, con una altitud de 2,350 msnm; a 19º 34” N y 101º 40” O, colinda con la zona lacustre de Pátzcuaro, limita al norte con el Ejido de San Isidro y el de la Zarzamora; al Sur con Tingambato, cabecera municipal; al Este con los Pueblos de Erongarícuaro y Uricho y al Poniente con Sevina y Comachuén (CREFAL, 1988).

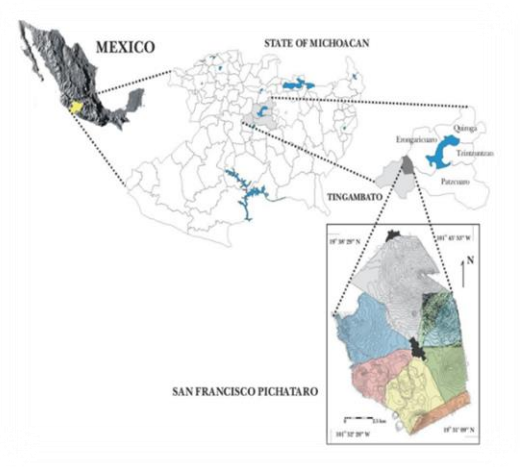


Figura. 1. Localización de San Francisco Pichátaro.

DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS PARA EL TRABAJO DE CAMPO

Superficie sembrada de papa

Se utilizó el padrón de PROAGRO del 2014, con ello se identificó un aproximado oficial de la superficie destinada al cultivo de la papa, a través de él también se separaron y clasificaron los parajes además se contabilizó el total de productores.
Para continuar con la investigación se formuló una entrevista y un formato en relación a la renta de terrenos para el cultivo de papa con la finalidad de aplicar a las autoridades de la comunidad, particularmente a los encabezados de barrio y así obtener la relación de la renta de los terrenos por barrio y por parajes de la comunidad.
Se diseñó una entrevista específica para las personas que fungen como jornaleros en el cultivo de la papa y además son mayordomos en dicho cultivo, ellos se encargan de buscar tierras para la renta para la producción de papa; además se elaboró una entrevista específica para ingenieros que se encargan del cultivo de papa.

El modelo de producción de papa

Se logro a través del diseño y aplicación de entrevistas específicamente a jornaleros, pepenadores e ingeniero en el cultivo de papa.

La erosión de suelo debido al cultivo de papa

Para éste objetivo se desarrolló la metodología **"clavos con rondana" (diseñada por investigadores del Colegio de Posgraduados);** (Ayala Garduño M.; *et.al.* 1991); consiste en instalar en la parcela muestra y elegir al azar 10 varillas de 50 centímetros de largo con rondanas holgadas, colocadas a lo largo de un transecto y a intervalos regulares de 10 metros sobre una hectárea de terreno cultivado anteriormente con papa; la rondana descansó sobre la superficie del suelo, marcando la posición de la rondana en la varilla y sus constantes cambios respecto a la altura; durante el monitoreo se perdió una de las varillas colocadas, por lo que el monitoreo se realizó sólo a 9 varillas duante 3 meses y de esta forma permitio conocer el espesor de la capa de suelo perdida a intervalos de tiempo regulares y así a través de una formula se sacó el promedio de la capa removida de suelo, para lo cual se tomó en cuenta la textura del suelo y la densidad aparente del mismo, mismas que se obtuvieron a través de un análisis de laboratorio del suelo de la parcela a muestrear; la fórmula es: **P=** h X A X Dap

Datos: P= peso del suelo (ton); **h=** altura de la capa de suelo removida (m); **A=** área del terreno (m^3)**; Dap=** densidad aparente (ton/m^3).

La parcela muestra ha sido rentada por 7 años para el cultivo de la papa, los cuales no han sido consecutivos sino que se intercala maíz-papa-avena-papa-maíz-papa, etc. se elaboró el modelo hipotético para la posición de las 10 varillas en campo (figura 3.).

Para tener en cuenta la pendiente del terreno se sacó el porcentaje de inclinación o pendiente de la ladera, utilizando una herramienta denominada aparato "A" o clinómetro rustico, con el objetivo de obtener el nivel del terreno, midiendo el desnivel que tiene, muestreando así 8 puntos en la hectárea de terreno promediando los resultados arrojados, con el cual a través de una tabla estándar se conoció el porcentaje de inclinación de la ladera.

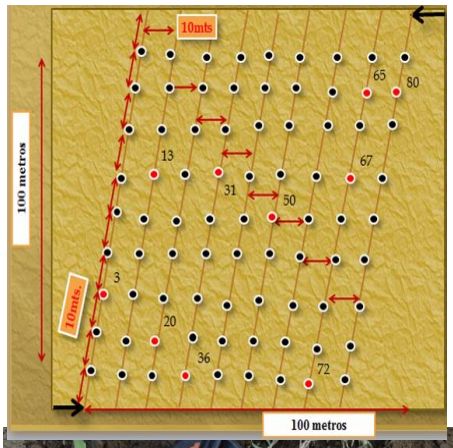


Figura 2. Modelo de distribución de las varillas en la parcela muestra, para la medición de la erosión; los puntos rojos son las varillas seleccionadas al azar a las que se dio seguimiento



Figura 3. Posición de las varillas con rondana en el terreno, foto: Cindy Nereida Morales Máximo, 2015.

Identificación de los ingredientes activos y su estatus internacional

Las diversas entrevistas aplicadas a jornaleros y pepenadores, así como muestras de etiquetas proporcionadas por los mismos y encontradas en las parcelas en producción de papa, además de información proporcionada por los ingenieros encargados del cultivo, sirvió para Identificar los ingredientes activos de los agroquímicos utilizados**,** mismos que fueron comparados con los estándares internacionales que permiten o no su uso; para dicha investigación se utilizó la "LISTA DE PLAGUICIDAS PROHIBIDOS Y LISTA DE PLAGUICIDAS EN VIGILANCIA VERSIÓN 1.0" de la organización UTZ, de Ruyterkade, Ámsterdam, Holanda; y la lista de plaguicidas altamente peligrosos de PAN Internacional y lista de plaguicidas autorizados en México que están prohibidos o no permitidos en otros países; investigación de Fernando Bejarano EN 2017 (miembro de RAPAM).

Razones para rentar la tierra para la siembra de papa

Para cumplir con este objetivo se diseñaron y aplicaron entrevistas a personas que rentan sus terrenos para la producción de papa**.**

Impacto social y económico del cultivo de papa

Para describir este objetivo se tomó en cuenta un apartado de las entrevistas en el ámbito social y económico que genera la producción de papa, aplicadas a actores relacionados con el cultivo, como: ingenieros, personas que rentan las parcelas y jornaleros; además a los mayordomos, pepenadores y autoridades de la comunidad de Pichátaro, es decir: encabezados de barrio así como el representante de bienes comunales de la misma.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Superficie sembrada de papa

De la clasificación del padrón de PROAGRO de la comunidad de Pichátaro se obtuvo la siguiente tabla:

El total de hectáreas registradas para la localidad de Pichátaro, en el padrón de **PROAGRO** son: **1,401.95** distribuidas como se muestra en el cuadro 1.

Con base al padrón de PROAGRO, se obtuvo uno de los datos sobre la superficie con cultivo de papa: obteniendo un total de **41.5** hectáreas. Sin embargo, el señor Luis, encargado que contrata a los jornaleros, para uno de los productores de papa de Zamora, menciona que en el mismo año él contabilizó un total de **285** hectáreas cultivadas de papa lo que representó un 20%; de la superficie dedicada a la agricultura.

Cuadro 1. Número de hectáreas cultivables en Pichátaro, registradas en el padrón de PROAGRO 2014.

CULTIVO	HECTÁREAS
Avena	429.75 Ha.
Maíz	249.25 Ha.
Pino	159.75 Ha.
Papa	41.5 Ha.
Aguacate	9 Ha.
Alfalfa	1.5 Ha.
Haba	0.5 Ha.
TOTAL:	**891.25 Hectáreas**
Otros	510.7 Ha.
TOTAL:	**1,401.95 Hectáreas**

En contraste para 2015, los 6 encabezados de los barrios, Santos Reyes, San Francisco, San Bartolo I, San Bartolo II, Santo Tomas I y Santo Tomas II, nos proporcionaron información y enlistaron todos los parajes en donde se siembra de papa; el encabezado del el barrio de San Bartolo I, omitió dicha información pero esta se obtuvo a través de otro encargado de barrio. En el barrio de Santo Tomas II no hay siembra de papa. Los resultados se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 2. Superficie sembrada con cultivo de papa en parajes pertenecientes a los barrios de la comunidad de Pichátaro.

BARRIO	FECHA	SUPERFICIE SEMBRADA (HECTÁREAS)
San Francisco	2015	102 Ha.
Santos Reyes	2015	66 Ha.
Santo Tomas II	2015	18 Ha.

TOTAL:		186 Ha.
San Bartolo I	2014	10.5 Ha.
San Bartolo II	2013	44 Ha.
Santo Tomas I	No se reporta	
San Miguel	No se reporta	

El señor Mario (mayordomo) también se ha dedicado como contratista de tierras para la siembra de papa, quien en el 2015 consiguió la renta de **110 hectáreas** de las cuales se pagaron entre $2,500 y $2,800 pesos por hectárea. El entrevistado comenta que dicho ingeniero solicita que de preferencia busque terrenos en ladera para que el agua tenga más salida.

Cuadro 3. Registro de hectáreas del cultivo de papa por empresas establecidas en diversos Parajes de la comunidad de Pichátaro en el año 2015.

EMPRESA/ PROCEDENCIA	SUPERFICIE SEMBRADA	PARAJES INVOLUCRADOS EN EL CULTIVO DE PAPA
URUAPAN	20 hectáreas.	Por el libramiento de Pichátaro.
URUAPAN	60 hectáreas.	Por los parajes del Cuervo y el llano de Parizapio.
ZAMORA:	120 hectáreas**.**	En parajes pertenecientes al **barrio de los Santos Reyes** con un total de **85 Ha.** y **35 Ha.** sembradas en el **paraje la providencia** del barrio de Santo Tomas II.
	Total: 200 hectáreas.	

Cuadro 4. Resumen de hectáreas cultivadas en la comunidad de Pichátaro en 2015, datos proporcionados por diversas fuentes

FUENTE DE INFORMACIÓN 2015	NUMERO DE HECTÁREAS REGISTRADAS.
ENCABEZADOS DE BARRIO	186 Ha.
EMPRESAS/MAYORDOMOS/JORNALEROS	200 Ha.

Los empresarios agrícolas que se benefician de las ganancias de esta producción son de un origen distinto a la comunidad, principalmente Zamora, Uruapan y Toluca.
Concluyendo que en 2015 fueron **200** hectáreas las cultivadas con papa en la comunidad de Pichátaro; representando un **22.44 %,** si consideramos el padrón de PROAGRO 2014 del total de hectáreas arables, registradas a la fecha con cultivo: **891.25** hectáreas**.**
Dado los análisis de la información proporcionada por los encabezados de barrios, ingenieros, mayordomos y jornaleros, se estima que los barrios que más incidencia de siembra de papa son: el barrio de San Francisco, Santo Reyes y Santo Tomas II, actores importantes en la renta de terrenos para cultivo de papa, anteriormente de uso agrícola de Maíz y Avena principalmente, sin dejar de mencionar los parajes más representativos con incidencia de papa a partir de 10 hectáreas en adelante como son: “La Vía”, “Vaquero”, “El Paraje”**,** “Llano de Cananguio”, “El Rincón”, ”El cuervo”, “El libramiento de Pichátaro”, “El llano de Parizapio”, “La Meza”, “Charachapo”, “ Curipikua”, “El ojo de aguita” y “La Providencia”.
Teniendo un total de **35** agricultores que rentaron su parcela en 2015, contabilizando **45** agricultores en total de 2013 a 2015; información proporcionada por los representantes de barrio.

El modelo de producción de papa

Los representantes de las empresas de Zamora refieren que el 85% de la semilla de papa que se cultiva en Pichátaro proviene de Ciudad Obregón y el 15% de León Guanajuato; es una semilla de origen híbrido que tiene una viabilidad de 5 años para seguir sembrándolas; entre las variedades que se siembran están las **fianas, agatas, fabulas, aduras, luceros, mundiales, felcinas y las ambras.**
La producción de papa de Pichátaro tienen como destino la venta: el 70% para semilla, distribuida en Zacatecas, León, Veracruz, Sonora y Edo. de México; el 30% es para la venta en el mercado libre hacia donde la pidan sobre todo para el consumo en fresco.

Cuadro 5. Calendario agrícola del cultivo de papa, en la comunidad de Pichátaro.

mes	**Febrero A Marzo**	**Abril**	**Mayo y junio**	**Julio**	**Agosto**	**Septiembre a octubre**	**noviembre**	**diciembr**
actividadAd	Renta de terrenos	Preparación de terrenos	Surcado del terreno	Siembra de papa: Abrir surco Fertilizar Siembra de papa Fumigar semilla Tapar surco	Realizar segunda escarda	Fumigar cada tercer día con herbicidas, fungicidas, fertilizante foliar, adherentes y bactericidas	con herbicidas, fungicidas, fertilizante foliar, adherentes y bactericidas	Cosecha de la papa
		Pasar la rastra con la finalidad de quitar grama y hierba		Mediados de mes: Fumigar con sellador (herbicida) directo al suelo antes de germinar la papa	Volver a aplicar fertilizante mezclado con las mismas dosis que las primeras de julio y fumigar cada tercer día con herbicidas, fungicidas, fertilizante foliar, adherentes y bactericidas			
		Pasar el tractor para permitir el subsoleo cruzado		A partir de la aplicación anterior, durante el proceso de crecimiento: aplicar cada tercer día con herbicidas, fungicidas, fertilizante			Desvarar el cultivo durante 20 días y un día después aplicar un desecante para quemar lo la parte verde (hojas y tallos)	

				foliar, adherentes y bactericidas				

Entre los principales agroquímicos utilizados en el proceso de producción de papa, que fueron encontrados e investigados se destacan: Metribuzina, Clorotalonil, Manzate, Cimoxanil, Metalaxil, Cipermitrina, Imidacloprid, Permetrina, Diclorvos, Acefate, Verzuato, Alfa-cipermetrina, Dimetoato, Metamidofós, Profenofos, Clorpirifós, Sulfato de amonio, Nitrato de amonio, Nitrato de calcio, Nitrato de potasio, Triple 17, Cloruro de potasio, (Polímero de silicona, Látex sintético, Alcohol etoxilado), (Ácido Propiónico, Lecitina Soya, Alcohol Lineal Etoxilado).
El Rendimiento de producción de papa de una de las empresas, en la comunidad de Pichátaro. Es de 40 toneladas por hectárea representando aproximadamente 750 arpillas

4. La erosión de suelo debido al cultivo de papa

El área seleccionada como muestra: una hectárea de terreno con una pendiente de 10.7 % lo que en base a la tabla estándar del manual de conservación de suelo y agua por Alternare A.C. corresponde a una ladera moderadamente inclinada (Sánchez Ledesma; *et. al*; 1997).
La parcela a muestrear está ubicada en el llano de Cananguio ubicada a 2617 msnm con coordenadas 19º 36' 12"LN y 101º 50' 40.3" LW.

Cuadro 6. Promedio de capa removida de suelo en milímetros por hectárea, en la parcela muestra, de la comunidad de Pichátaro.

	NÚMERO DE VARILLA (medición en milímetros)								
FECHA DE MEDICIÓN	**No.3**	**No.13**	**No.20**	**No.33**	**No.36**	**No.37**	**No.60**	**No.62**	**No.65**	**PROMEDIO**
22 de junio de 2015	3	3	0	0	3	0.5	10	4	40	**7.056**
14 de julio 2015	0	0	6	0	0	2.5	2	6	40	**6.278**
20 de Agosto de 2015	7	17	0	25	0	27.5	53	23	66	**24.278**
PROMEDIO	**10.000**	**20.000**	**6.000**	**25.000**	**3.000**	**30.500**	**65.000**	**33.000**	**146.000**	

PROMEDIO DE CAPA REMOVIDA DE SUELO POR HECTAREA:37.611

Sustituyendo la formula.- P= peso del suelo (ton); **h= 0.037611; A= 10,000; Dap= 0.82; P= 0.037611 * 10000 *0.82= 308.4102**

Peso de la capa del suelo removida por efecto de la erosión=	**308.4102 toneladas por hectárea.**

En un estudio de varios tipos diferentes de suelos en las mayores zonas climáticas de los Estados Unidos, investigadores mostraron diferencias dramáticas de erosión del suelo cuando compararon cultivos en hileras a tepes perennes. Como promedio, los cultivos en hilera desgastaron 50 veces más suelo que los cultivos de tepe perenne. Los dos factores primarios de influencia son la cobertura del suelo y el labrado.

Cuadro 7. Estudio de diferentes tasas de erosión, en suelos agrícolas de Estados Unidos

Tipo de Suelo	Lugar	Inclinación	Pérdida en Hileras	Pérdida en Tepe
	Estado	*%*	*Toneladas/acre*	*Toneladas/acre*
Marga Limosa	Iowa	9	38	.02
Marga	Missouri	8	51	.16
Marga Limosa	Ohio	12	99	.02
Marga arena fina	Oklahoma	7.7	19	.02
Marga arcillosa	N. Carolina	10	31	.31
Marga arena fina	Texas	8.7	24	.08
Arcilla	Texas	4	21	.02
Marga limosa	Wisconsin	16	111	.10
Promedio	Promedio	9.4	49	.09
				Adaptado de (Shiflet y Darby. 1985)

Fuente: (ATTRA; Sullivan Preston; 2007)

Lo que implica que en un terreno con inclinación de 16%, tipo de suelo marga limosa pierde sembrado en surcos 111 toneladas por 0.40 ha en siembra de maíz (Sullivan Preston; 2007), lo que representaría para una hectárea 278 toneladas de suelo perdido por erosión. Este dato se acerca al obtenido en esta investigación respecto a la producción en surcos a favor de la pendiente para producción de papa en la comunidad de San Francisco Pichátaro.

Identificación de los ingredientes activos y su estatus internacional

Cuadro 8. Agroquímicos usados en producción de papa en la comunidad de Pichátaro y encontrados en vigilancia en base a la LISTA DE PLAGUICIDAS PROHIBIDOS Y LISTA DE PLAGUICIDAS EN VIGILANCIA VERSIÓN 1.0" de (UTZ) Better farming Better future; del Departamento de Estándares y Certificación de Ruyterkade y revisados en la lista de plaguicidas altamente peligrosos del PAN (Red de Acción Internacional contra Plaguicidas); y lista de plaguicidas autorizados en México que ya están prohibidos o no permitidos en otros países, revisada por Fernando Bejarano (Miembro del PAN).

INGREDIENTE ACTIVO	**TOXICIDAD AGUDA**	**TOXICIDAD CRÓNICA**		**ALTAMENTE TÓXICO PARA LAS ABEJAS**	**PERMITIDO EN MEXICO PERO PROHIBIDO EN OTROS PAÍSES (No. Países)**
	H330 (MORTAL EN CASO DE INHALACIÓN)	PROBABLEMENTE O POSIBLEMENTE CANCERÍGENO (EPA)	DISRUPTOR ENDOCRINO (UE)		
Metribuzina			**X**		
Clorotalonil	**X**	**X**	**X**		**2**
Dimetoato				**X**	**4**

Imidacloprid		**X**		**X**	
Clorpirifós				**X**	**1**

Cuadro 9. Agroquímicos usados en el cultivo de papa en la comunidad de Pichátaro y encontrados prohibidos en base a la LISTA DE PLAGUICIDAS PROHIBIDOS Y LISTA DE PLAGUICIDAS EN VIGILANCIA VERSIÓN 1.0" de (UTZ) Better farming Better future; del Departamento de Estándares y Certificación De Ruyterkade; y revisados en la lista de plaguicidas altamente peligrosos del (Red de Acción Internacional contra Plaguicidas); así como en fuentes citadas por Fernando Bejarano G. en la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), la Agencia de Protección al Ambiente (EPA) y la Legislación en la Unión Europea; y lista de plaguicidas autorizados en México que están prohibidos o no permitidos en otros países.

INGREDIENTE ACTIVO	**CONVINTERN (ROTTERDAM)**	**TOXICIDAD AGUDA**			**ALTAMENTE TÓXICO PARA LAS ABEJAS**	**PERMITIDO EN MEXICO PERO PROHIBIDO EN OTROS PAÍSES (No. Países)**
		EXTREMADAMENTE PELIGROS (CLASE IA), SEGÚN LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD	ALTAMENTE PELIGROSO (CLASE IB) SEGÚN LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD	CLASIFICACIÓN DE RIESGO "FATAL SI SE INHALA", SEGÚN EL SISTEMA GLOBAL ARMONIZADO (SGA)		
Diclorvós		**X**	**X**		**X**	**30**
Metamidofós	**X**	**X**			**X**	**47**

INGREDIENTE ACTIVO	**CANCERÍGENO**	**DISRUPTOR HORMONAL**	**REPRODUCCIÓN**	**MUY TÓXICO EN ABEJAS**
Cipermetrina	**X**	**X**	**X**	**X**

Cuadro 10. Plaguicidas usados en el cultivo de papa en la comunidad de Pichátaro, revisados en la lista de plaguicidas altamente peligrosos del PAN (Red de Acción Internacional contra Plaguicidas); y lista de plaguicidas autorizados en México que ya están prohibidos o no permitidos en otros países, revisada por Fernando Bejarano (miembro de PAN).

INGREDIENTE ACTIVO	**ALTAMENTE TÓXICO PARA LAS ABEJAS**	**PERMITIDO EN MÉXICO PERO PROHIBIDO EN OTROS PAISES**
Profenofos	X	28
Permetrina	X	29
Acefate	X	30
Alfa-Cipermetrina	X	

Respecto a las entrevistas a las y los jornaleros, así como pepenadoras, se encontró la siguiente información de los daños a la salud desde su percepción, ocasionados por su trabajo en las parcelas del cultivo de papa: síntomas de cansancio, dolor de cabeza y huesos así como alergias en las manos como signos de quemaduras y vejigas al término de sembrar y cosechar la papa, toxicidad por el uso de agrotóxicos, refieren que uno de los intoxicados mezclaba en la bomba eran 4 litros de **clorotalonil 720** en 6 litros de agua, aplicándolo cada tercer día, (no reportó el daño al ingeniero), el clorotalonil como ya se mencionó en las tablas anteriores esta entre la lista de los plaguicidas en vigilancia por su toxicidad aguda en caso de inhalación y por la toxicidad crónica probablemente cancerígeno.
Asi mismo se ha presenciado la muerte de cabezas de ganado por parte los dueños por intoxicación al entrar en contacto en parcelas con cultivo de papa recién fumigadas.
De los **24 productos agroquímicos** identificados en el proceso del cultivo de papa y utilizados para deshierbe, prevención y control de plagas, son un total de **12 agroquímicos** que están dentro de la clasificación de los permitidos en México pero prohibidos en otros países, además de que **5** de estos **agroquímicos** están dentro de la lista de **plaguicidas en vigilancia** versión 1.0" de la (UTZ) y **3** están en la lista **de plaguicidas prohibidos** versión 1.0" de la (UTZ);

Razones para rentar la tierra para la siembra de papa

La baja rentabilidad del campo; por la escases en la economía de la comunidad para invertir nuevamente en el cultivo de maíz, avena u otros cultivos en aspectos como la compra de semilla y el abonado; Para que el Suelo quede abonado para el próximo ciclo y así sembrar maíz, avena u otros cultivos y no gastar en abono; para limpiar los terrenos de hierbas y arbustos sobre todo aquellos terrenos que tienen años sin ser cultivados y algunos otros mencionan que tienen muchos terrenos y el tiempo no alcanzan para cultivar todas las tierras.

Impacto social y económico del cultivo de papa

En el siguiente cuadro **33** se presentan los resultados obtenidos por las entrevistas de los precios monetarios pagados por jornal, algunos se promediaron.

Cuadro 11. Ingreso económico por jornales en la comunidad de Pichátaro por parte de la empresa AGRÍCOLA RINOVA, considerando todas las hectáreas.

ETAPA PRODUCTIVA	NO. DE JORNALES CONTRATADOS	COSTO DIARIOPOR JORNAL	SALARIO SEMANAL	NUMERO DE SEMANAS	TOTAL
Grama	100	$150.00		4	$60,000.00
Deshierbe	250	$150.00		4	$150,000.00
Siembra	1,000	$150.00		5	$750,000.00
Cosecha	2,600	$150.00		4	$1,560,000.00
Veladores durante las labores del ciclo del cultivo de papa	2		$1,500.00	44	$132,000.00
Veladores en época de cosecha de la papa	3		$1,500.00	4	$18,000.00

Aplicación de agroquímicos en general	90	$300.00		20	$540,000.00
Tractoristas	7		$18,000.00	5	$630,000.00
Tractoristas	3		$900.00	44	$118,800.00
Camionero	1		$2,500.00	44	$110,000.00
TOTAL	**4056**				**$4,068,800.00**

Ante la escasez de empleo muchas familias se ven obligadas no sólo a trabajar como jornaleros en el campo durante el proceso de producción de papa, sino que también se ha dedicado a la pepena (juntar papa sobra una vez cosechada por las empresas), acudiendo la familia completa, desde los adultos mayores hasta los hijos quienes también ayudan en la labor su única herramienta es un azadón con el cual van sacando la papa.

Cuadro 12. Resumen de costos económicos en base al rendimiento de la pepena de la papa en la comunidad de Pichátaro.

ARPILLAS/ KG.	COSECHA POR DÍA/ARPILLAS	COSTO POR KG.	GANANCIA POR ARPILLA
50 kg.	3	1 kg. X $7.5	$375

La comercialización de la papa vendiéndola en puntos estratégicos como San Juan Nuevo, Tingambato, Aristeo, Jaracuaro, San Ángel, Ziracuaretiro, Santa Fe de la Laguna, Xupicuaro, Quiroga y en la misma comunidad de Pichátaro, además de venderla también la comercializan en Pátzcuaro mediante el trueque.



Figura 4. Pepena de la papa. Terrenos de cultivo San Francisco Pichátaro. Foto: Gabriela Arias Hernández, 2011.

CONCLUSIONES

1) La investigación indica que en el año 2014 las parcelas fueron rentadas a empresarios agrícolas de Uruapan, Zamora y Estado de México para la producción industrial de papa 287.16 hectáreas representando el 32.21% del total de la superficie agrícola sembrada, en 2015 fueron rentadas con el mismo fin aproximadamente 200 hectáreas, representando un 22.44 %.

2) La aplicación de agroquímicos sintéticos se realiza cada tercer día en el cultivo de la papa a partir del mes de julio y hasta noviembre, con la aplicación de por lo menos 24 agroquímicos sintéticos como: fertilizantes, fungicidas, insecticidas, herbicidas, adherentes y penetrantes.
3) En el análisis de erosión se estimó una pérdida de 308.4102 toneladas por hectárea en una parcela entre los meses de junio, julio y agosto de 2015, la parcela cuenta con una inclinación de 10.7% y ha sido rentada para el cultivo de papa durante 7 años. Es importante continuar con las mediciones a partir de distintos métodos que permitan contar con más información. La conversión de un valor de pérdida de suelo en longitud a una de peso no es trivial. Por lo que, en investigaciones futuras, habrá que complementarla (y calibrar) los valores obtenidos en esta investigación con otros que se obtengan a partir de métodos de medición de erosión por ejemplo, las parcelas de escurrimiento.
4) De los 24 productos agroquímicos sintéticos en base a sus ingredientes activos identificados en el proceso del cultivo de papa y utilizados para deshierbe, prevención y control de plagas, son un total de doce, los cuales están clasificados como permitidos en México pero prohibidos o no permitidos en otros países, además de que cinco de ellos están dentro de la lista de plaguicidas en vigilancia versión 1.0" de la (UTZ) y 3 están en la lista de plaguicidas prohibidos versión 1.0" de la (UTZ); por su toxicidad aguda en caso de inhalación lo cual puede provocar la muerte o toxicidad crónica provocando cáncer, disrupción endocrina o afectación en la reproducción humana; así como eliminación de microorganismos del suelo y organismos polinizadores, debido a su alta toxicidad.
5) La derrama económica a la comunidad de Pichátaro, en 2015, por los salarios a jornaleros, la pepena y la renta de parcelas fue de alrededor de $4,068,800 por las 120 hectáreas por una empresa de Zamora, Sin embargo, la ganancia obtenida por los empresarios si consideramos el registro de 80,250 arpillas y un precio de $350 pesos por arpilla (central de abastos como precio frecuente) sería de 28 millones de pesos.
6) La pepena se lleva a cabo médiate la integración familiar, pero son las mujeres las que tienen más incidencia en esta actividad, teniendo una retribución de $375 por arpilla, contribuyendo así a la economía familiar. La comercialización se realiza vendiéndola en puntos estratégicos como San Juan Nuevo, Tingambato, Aristeo, Jaracuaro, San Ángel Zurumucapio, Ziracuaretiro, Santa Fe de la Laguna, Xupicuaro, Quiroga y en la misma comunidad de Pichátaro, además de venderla también la comercializan en Pátzcuaro mediante el trueque.
7) Entre los impactos ambientales que más se han observado dentro y cerca de las parcelas cultivadas con papa son: deslaves de suelo, pérdida de polinizadores, disminución en la producción natural de tejocote, pera, cerezos (capulín *Prunus serotina* spp.*)* y anís los cuales han representado en años anteriores una fuente de ingresos económicos importante para mucha gente de la misma comunidad.
8) El último acuerdo tomado en la asamblea de la Jefatura de Tenencia actualmente casa comunal fue el 1 de julio del 2016, firmando 5 de los 7 barrios para vetar la renta de terrenos para la papa, así en los años 2016 y 2017 se observó una disminución de siembra de la papa en los parajes más representativos, sobre todo el llano de Cananguio.

BIBLIOGRAFÍA

Altieri M., y Nicholls C.; (2012); *Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica;* una contribución a las discusiones de Rio+20 sobre temas en la interface del hambre, la agricultura, y la justicia ambiental y social, SOCLA.

Alvares Gándara Miguel et al.; (1988); Monografía de Pichátaro, Ed.OEA Y CREFAL; Pátzcuaro.

Ayala Garduño M.; Martínez Menes M. Trueba Carranza A.; Figueroa Sandoval B.; Fernández Marroquín O., (1991); Manual de conservación del suelo y del agua; tercera edición; Colegio de posgraduados; Chapingo México; pp.23.

Barrera Bassols, N., M. Astier, y O. Quetzalcóatl. (2009). *El concepto "tierra" y el maíz en San Francisco Pichátaro, Michoacán*. CONABIO. Biodiversitas, 87:1-6

Bejarano Fernando; (2015); *Lista de Plaguicidas Altamente Peligrosos de PAN Internacional.*

Bejarano Fernando;(2017); *Plaguicidas Altamente Peligrosos en México;* en prensa.

CONABIO (2011). *Distribución de razas de maíz del grupo Cónico ó de las partes altas del centro de México*; recuperado de: http://www.biodiversidad.gob.mx/usos/maices/grupos/mushitoMichoacan.html

Crissman y Patricio; (2002); *Los plaguicidas Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador,* Centro Internacional de la Papa Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias Ediciones Abya-Yala.

FAO; (2014); *Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política*; Santiago, Chile; revisado en: http://www.fao.org/docrep/019/i3788s/i3788s.pdf

Sánchez Ledesma Gabriel; García Flores Fernando; Morales Fuentes Humberto; (1997); *Manual de conservación de suelo y agua;* Alternare A.C.; pp. 23 y 24.

Sullivan Preston; (2007); *El Manejo Sostenible de Suelos*; ATTRA-El Servicio Nacional de Información de la Agricultura Sostenible; NCAT-Centro Nacional para la Tecnología Apropiada.

UTZ Better farming Better future; (2015); *LISTA DE PLAGUICIDAS PROHIBIDOS Y LISTA DE PLAGUICIDAS EN VIGILANCIA*, Versión 1.0; Departamento de Estándares y Certificación De Ruyterkade 6 bg 1013 AA; Amsterdam Holanda.

EXTERNALIDADES SOCIOAMBIENTALES DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN FLORÍCOLA EN LA REGIÓN SUR DEL ESTADO DE MÉXICO

David Iglesias-Piña[137]
Jesús Castillo-Nonato[138]
Clarita Rodríguez-Soto[139]
Fermín Carreño-Meléndez[140]

RESUMEN

En la región sur del Estado de México, se ha diversificado la producción de flores, plantas de ornato, frutales, verduras y hortalizas, misma que constituye la base económica de la región. Sin embargo, se está presentando severas externalidades ambientales como la sobreexplotación y contaminación crónica de los cuerpos hídricos, lo que implica un riesgo para la salud de la población, así como altos costos económicos y productivos que afectan el bienestar de toda la región. El interés de este trabajo es resaltar algunas de las principales externalidades sociales y ambientales derivada de la prevalencia del sistema de producción florícola en la región sur del Estado de México. Para evidenciar tales efectos, fue necesario realizar un sinumero de recorridos exploratorios en diferentes localidades elegidas bajo el criterio de muestro probabilístico de juicio. Se visitaron 59 localidades de los quince municipios, misma que permitió detectar con puntualidad el tipo de efectos generados. El cúmulo de externalidades derivado de las prácticas productivas en la región, no sólo genera una mayor presión ambiental, sino desequilibra la calidad de vida humana, altera la flora, la fauna, las corrientes hídricas, la calidad del suelo, convirtiéndose en un serio problema de salud pública. Las autoridades locales no interviene o realizan inspección alguna para atender dichos problemas, pues asumen que las repercusiones son insignificantes, sin embargo, para la población representa una seria dificultad, cuya opción es aprender a vivir con este tipo de ambiente contaminado, de aquí la urgencia de atenderlo estratégicamente para evitar mayor riesgo y vulnerabilidad social.

Palabras clave

Presión ambiental

Pequeños productores

Invernaderos tradicionales y tecnificados

Disposición y tratamiento de envases

[1, 2, 3, 4] Universidad Autónoma del Estado de México. iglesiaspdavid@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La región sur está catalogada por el Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México, como un conjunto de municipios con características mayoritariamente rurales, cuyas condiciones climáticas, hidrológicas y de cubierta vegetal, favorecen el desarrollo de actividades agropecuarias. Condición que define y explica el perfil productivo sectorial de la región. Internamente, se pueden identificar subregiones productivas, concebidos incluso como polos de atracción local, en razón de ser los principales generadores de economías de escala, como es el caso de la localidad Potrero del Carmen, perteneciente al municipio de Coatepec Harinas, considerado como el máximo productor de duraznos en la región. Santa Ana, municipio de Tenancingo, es otro ejemplo donde se contabilizan 1800 productores de flor de corte y plantas ornamentales, que a nivel regional se considera el núcleo productivo de dichos productos.

Algunas otras actividades como la ganadería y la panificación, a pesar de ser relevantes a nivel local, pierde importancia en la región, por lo que se consideran labores complementarias y de bajo impacto regional. En municipios como Almoloya de Alquisiras, San Simón de Guerrero, Sultepec, Temascaltepec y Texcaltitlán ubicados al poniente de la región, se favorece el cultivo de maíz, aguacate, durazno, chícharo, jitomate, haba verde, en menor escala caña de azúcar, pastos y avena forrajera, entre las más importantes. En municipios como Joquicingo, Ocuilan y Tonatico, enclavados al oriente, se cultiva maíz, haba verde, papa, lechuga, chícharo, zanahoria, avena forrajera, cebolla, chile verde y jitomate. En términos pecuarios, resalta la producción en leche, carne en canal de bovinos, porcinos, ovinos, caprinos y de algunas aves. De hecho, en la localidad de El Platanar la cría de ganado vacuno es una de las actividades que más sobresale de este subsector de actividad.

A pesar de ello, en términos locales, los municipios con mejor desempeño en este sector de actividad son Ixtapan de la Sal, Tenancingo y Villa Guerrero, cuya aportación agregada fue de poco más de 60% del Valor Agregado Censal Bruto (VACB) de la región, en tanto Zumpahuacán tuvo la menor producción, pues contribuyó con menos de 1%. Respecto a la importancia económica y productiva de los cultivos, en los municipios de Almoloya de Alquisiras, San Simón de Guerrero, Sultepec, Temascaltepec y Texcaltitlán, el maíz, aguacate, durazno, chícharo, jitomate, pastos, haba verde, avena forrajera y caña de azúcar son la base agrícola local; y para los municipios de Joquicingo, Ocuilan y Tonatico, generan mayor valor productivo el maíz, haba verde, papa, lechuga, chícharo, zanahoria, avena forrajera, cebolla, chile verde y jitomate.

Las actividades industriales en esta región no son relevantes en términos laborales y de su aportación al VACB, pues sólo se tienen talleres familiares y microempresas que producen a pequeña escala, abasteciendo el mercado local con procesos de producción tradicionales y escaso nivel técnico, como la producción de licores, mezcal y algunas conservas de frutas y verduras, cuya comercialización es en los mercados locales de los municipios cercanos o en las ferias y exposiciones agropecuarias regionales.

Respecto a la significancia económica del sector comercial en la región, el comercio al por menor generó 47.7% del VACB, mientras que el comercio al por mayor sólo 19.8%, lo que indica que casi la mitad del desempeño de las actividades comerciales y de servicios de la región, está sustentada en establecimientos de carácter familiar de demanda local. Coatepec Harinas y Sultepec, se caracterizan por la preponderancia del comercio al por menor, mientras que en Tenancingo el comercio al por mayor es más significa a nivel regional.

En términos laborales, en el año 2000 el sector primario concentró el 45.3% de la población ocupada regional, el terciario 34.3% y el restante 20.4% se distribuyó en las diversas ramas de

las actividades industriales tradicionales de corte familiar, y a pesar de que el primer sector todavía emplea a cerca de la mitad de la población ocupada regional, en los años siguientes empezó a reducir su importancia (para el 2010 la ocupación laboral fue de 42.2%), por la pérdida marginal de dinamismo de algunos subsectores como el agrícola, pues la importación de granos provoca competencia desleal en términos de costos y precios, afectando su rentabilidad y consecuentemente desplaza la fuerza de trabajo hacia los otros sectores de actividad (INEGI, 2010).

Para el año 2010, los municipios con mayor ocupación en el sector primario fueron Villa Guerrero (66.64%), Zumpahuacán (58.35%), Coatepec Harinas (57.58%) y Sultepec (56.09%). En Zacualpan, Malinalco e Ixtapan de la Sal, la mayor ocupación se concentró en el sector secundario, 21% de la fuerza de trabajo en promedio, mientras que Ixtapan de la Sal, Tonatico y Tenancingo sobresalieron por el empleo terciario con 60.17%, 57.06% y 53.19% respectivamente (IGECEM, 2010).

Esta estructura productiva regional aunado a las condiciones climáticas e hídricas ha permitido la diversificación de flores, plantas de ornato, frutales, verduras y hortalizas, misma que constituye la base económica de la región. Desafortunadamente la calidad de los productos no es de la mejor, pues en su mayoría son utilizados para el autoconsumo o la comercialización local. También se esta presentado severas externalidades ambientales como la sobreexplotación y contaminación crónica de los cuerpos hídricos, lo que implica un riesgo para la salud de la población, así como altos costos económicos y productivos que afectan el bienestar de toda la región. De que aquí que el objetivo de este documento es resaltar algunas de las principales externalidades sociales y ambientales derivada de la prevalencia del sistema de producción florícola en la región sur del Estado de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para evidenciar las externalidades sociales y ambientales derivadas de las actividades productivas en la región objeto de estudio, se realizaron recorridos exploratorios en diferentes localidades elegidas bajo el criterio de muestro probabilístico de juicio: que fueran accesibles en terminos de vialidad y que el clima de seguridad pública del lugar fuera estable o al menos de bajo riesgo. Con estos criterios, se visitaron alrededor de 59 localidades, abarcando los quince municipios de la región.

En cada una de las localidades visitadas, se contactó a las autoridades locales, que fueron los principales guias para realizar los recorridos y al mismo tiempo los intermediarios con los productores, quienes se les aplicó entrevistas dirigidas semi-estructuradas para conocer de manera muy puntual su proceso de producción y las externalidades ambientales que generan en el entorno. Ello significa que la mayoria de información presentada en este documento fue obtenida en campo, de la interacción de directa con autoridades, productores y sociedad civil.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayor parte de las externalidades provienen de los productores florícolas que cuentan con sistema de producción “invernaderos avarillados”, cuyas condiciones y excesivo uso de insumos y pesticidas industrializados altamente contaminantes, se convierten en los principales agentes contaminantes. Así mismo, se han detectado casos donde los productores disponen sin control tanto los remantes de dichos insumos como los envases y envolturas, ocultándolos entre los árboles, los matorrales, el pastizal, en los canales naturales, en los tiraderos clandestinos o mezclado con los residuos sólidos domésticos, con las implicaciones negativas que ello provoca.

El perfil productivo de la región sur se ha ido expandiendo, derivado de la existencia de una gran cantidad de recursos hídricos que han favorecido la diversificación productiva de flores, misma que se ha acentuado en los municipios de Coatepec Harinas, Ixtapan de la Sal, Tenancingo, Villa Guerrero y Zumpahuacán, considerados como parte del corredor florícola de alta productividad a nivel nacional. De hecho, estos municipios concentran alrededor del 82% de la superficie dedicada a producir flores y ornamentales como crisantemo, clavel, rosa, gladiola, lilium y gerbera (Iglesias, Carreño y Castillo, 2015).

Esta situación se torna más latente y compleja al evidenciar la carencia de rellenos sanitarios para una adecuada disposición de residuos sólidos, lo que dificulta asumir la existencia de sistemas productivos sectoriales sustentables. Estas externalidades, han contribuido a la pérdida de la capa vegetal, de la flora y fauna (por la erosión del suelo), así como disminución de la productividad de los espacios de cultivo, alteración de los regímenes térmicos e hidrométricos, contaminación de acuíferos, desarrollo de focos infecciosos y proliferación de plagas.

Condiciones de la infraestructura productiva

De acuerdo a la aseveración de la geografía económica, la limitación infraestructural, es lo que explica las disparidades productivo-territoriales, así como el nivel de atracción espacial, dando como resultado una producción a pequeña escala, con altos costos y bajo nivel competitivo en el mercado doméstico e internacional (Méndez, 1997).

Este ambiente infraestructural es lo que prevalece en región sur del Estado de México, pues además de que el 83% de los productores agrícolas son pequeños, en razón de disponer en promedio media hectárea de cultivo (equivalente a 5,000 metros). Alrededor del 35% de los que se dedican a la producción de flores y plantas de ornato, lo hacen a cielo abierto y bajo invernadero tipo tunel avarillado, que consiste en habilitar dichos espacios con varilla para construcción doméstica, sujetados con cuerdas o mecates a los barrotes de madera que sirven como soportes angulares.

Esta infraestructura externa o de superficie, está acompañada por mecanismo internos, como los sistemas de riego por goteo, habilitadas con mangueras de uso doméstico con una serie de orificios que suministran agua a las plantas para propiciar su crecimiento y desarrollo, mismas que son controladas por válvulas manuales para regular el flujo de agua, tal como sucede en las huertas de durazno de la localidad Potrero del Carmen, municipio de Coatepec Harinas. En este tipo de espacios productivos, el pequeño productor, que es al mismo tiempo el dueño o responsable del mismo, se apoya de herramientas mecánicas para el mantenimiento de las plantas, por lo que su proceso de producción es netamente manual, haciendo que tal actividad sea poco sustentable productiva y financieramente. A pesar de ello, la floricultura se sigue expandiendo en toda la región.

En contraparte, también se encuentran sistemas de producción bajo invernadero tipo colombiano y de túnel, que equivale al 65% de los productores de la región, construido con estructura metálica de hierro y aluminio, cuya movilidad y desplazamiento manual de la cubierta plástica, permite oxigenar y proteger los cultivos de acuerdo a la temperatura ambiente y a las condiciones climáticas. Está superficie esta reforzada con otra cubierta de nilón tipo red en el techo, que evita la caída de algún cuerpo extraño (ramas, hojas de plantas grandes) o la entrada de aves que pueden afectar las plantas. Disponen de una línea de guía metálica que favorece el crecimiento vertical del tallo de la planta, y al momento en que estas empiezan a florecer, al brote se le coloca una red de nilón muy flexible y ligero, para que durante el desarrollo de la flor se amolde adecuadamente y no tenga defectos de formación y presentación, además de protegerlo contra

alguna plaga o agente patógeno que pudiera dañarla. Tanto las guías como las redes a los brotes, estimulan el rápido crecimiento de las plantas, lo que favorece la realización de varios cortes a lo largo del año, incluso, la disponibilidad de cámaras frías y de almacenamiento permite controlar su crecimiento, calidad y presentación para el mercado. Las cámaras de almacenamiento, además de facilitar la hidratación de las plantas para prolongar su vida útil en anaquel, el productor también puede experimentar con la coloración de la flor, haciéndolo más rentable y atractivo al consumidor

Así mismo, este tipo de invernaderos, cuenta con mano de obra calificada, sistemas de riego semitecnificado y manual, con asistencia técnica periódica para verificar la funcionalidad de la infraestructura, equipamiento y desarrollo del cultivo, lo que permite una mayor rentabilidad y productividad, reflejado en los costos de producción, calidad del producto, en las preferencias del consumidor y en el margen de utilidad. De hecho, una buena parte de las flores y plantas producidos en este tipo de invernaderos no sólo se comercializan en el mercado nacional (Central de Abastos de la Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, entre otros), sino también se exportan a Estados Unidos y Canadá principalmente, mientras que los producidos a cielo abierto y en invernaderos avariallados, se destina al mercado local y regional.

Externalidades ambientales

Acompañado de la importancia del cultivo de una gran variedad de flores, plantas de ornato, frutales, verduras y hortalizas y que de alguna manera constituye la base económica de las localidades y de la región, se están presentando severas externalidades ambientales negativas como la sobreexplotación de los cuerpos hídricos, además de un grave proceso de contaminación, generado por la filtración de lixiviados en los mantos acuíferos debido al uso de plaguicidas y fertilizantes.

De hecho, la mayor parte de las externalidades ambientales y sociales provienen de la actividad agrícola, sobre todo de los invernaderos avarillados por las condiciones explicadas y que es común su existencia en todos los municipios de la región. Por ejemplo, el 37% de estos hacen uso de la energía eléctrica de manera ilegal para generar calor a las plantas, además de que algunos están ubicados cerca de escuelas, y que en horas pico de calor (aproximadamente de las 12:00-16:00 horas, con variaciones de tiempo de acuerdo a las condiciones climáticas), el aroma a insecticida es más penetrante, lo que ocasiona malestar en la salud de los alumnos (dolores de cabeza, náuseas, mareos, irritación ocular y de garganta) y a los vecinos del lugar (irritación emocional y ardor e irritación de piel).

A decir de los autoridades locales (delegados), el gobierno municipal no interviene o realiza inspección alguna, bajo el argumento de nula e imperceptibles repercusiones negativas, sin embargo la realidad es adversas, más bien se aprecia un crecimiento, al grado de ser considerado por la sociedad local y por los propios productores como un problema de salud pública regional, cuya opción es aprender a vivir con este tipo de ambiente contaminado.

Incluso, las visitas que ha realizado la representación de la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a varios de los invernaderos de toda la región, es solamente para informar y orientar a los productores de cómo deben disponer los envases y envolturas vacías (de pesticidas y otros insumos líquidos y sólidos de uso agrícola) para minimizar las externalidades ambientales. Afortunadamente esto ha repercutido favorablemente, pues la mayoría de los productores han asumido la responsabilidad que les corresponde, acopiando y haciendo triple lavado a los envases y envolturas vacías, para su posterior disposición, bien en sitios definidos para ello, como las jaulas y contenedores habilitados para que los productores

puedan depositarlos y posteriormente transferirlos a un centro de reciclamiento en la Ciudad de México. En las otras localidades, los productores acopian sus envases en bolsas de plástico o algún otro contenedor, previo triple lavado y posteriormente lo depositan al camión recolector de basura.

A pesar de estos logros, todavía se existen muchos casos donde los productores disponen sin control dichos residuos, ocultándolos entre los árboles, los matorrales, el pastizal, en los canales naturales, en los tiraderos clandestinos o mezclado con los residuos sólidos domésticos, tal como se aprecia en la Figura 1, con las implicaciones negativas que ello provoca, siendo el más latente la contaminación de los afluentes hídricos. De hecho, en uno de los cuerpos de agua se vierten aguas servidas o residuales, utilizándolos como sistema de desalojo de aguas negras. Lo anterior provoca impactos ambientales negativos crecientes, que implica no sólo un riesgo para la salud de la población asentada en entornos inmediatos, sino altos costos económicos y productivos que afectan el bienestar de toda la región (GEM, 2003).



Acopio de envases y envolturas de pesticidas, San Felipe, Villa Guerrero (productor con invernadero tipo colombiano)

Disposición de envases y envolturas de pesticidas en canales naturales, San Felipe, Villa Guerrero

Disposición de envases de pesticidas en pastizales, San Felipe, Villa Guerrero

Disposición clandestina de envolturas de pesticidas, Potrero del Carmen, Coatepec Harinas

Disposición clandestina de envases de pesticidas, Potrero del Carmen, Coatepec Harinas

Mezcla de residuos sólidos en tiradero clandestino, Potrero del Carmen, Coatepec Harinas

Figura 1. **Disposición incontrolada de envases de pesticidas agrícolas**

FUENTE: Archivo de campo.

Esta situación se torna más latente y compleja al evidenciar la carencia de rellenos sanitarios para una adecuada disposición de residuos sólidos, lo que dificulta asumir la existencia de sistemas productivos sectoriales sustentables. Por ejemplo, el proyecto de relleno sanitario ubicado en el ejido Potrero del Carmen, en el municipio de Coatepec Harina, quedo inconclusa

por falta de seguimiento a la inversión realizada, por lo que, aquello que se proyectó como una gran obra de infraestructura, actualmente es un tiradero a cielo abierto, tal como se aprecia en la Figura 2.



Figura 2. **Condiciones del tiradero El Potrero del Carmen, Coatepec Harinas**

FUENTE: Archivo de campo.

La carencia de este tipo de infraestructura sanitaria, causa graves problemas ambientales a los cuerpos de agua, degradando la calidad del agua en ríos, arroyos, caudales y manantiales, los cuales se han visto afectados por un lado, a causa de las descargas de la contaminación de basura generada por la población residente de la Macro Región. Cabe mencionar que en la agricultura se consumen fertilizantes, plaguicidas y pesticidas químicos que contaminan en alto grado el agua. Por otro lado, la contaminación que se genera por descargas de aguas residuales municipales, así como la provocada por agroquímicos, han contribuido a la pérdida de la capa vegetal y de la flora y fauna (erosión), así como disminución de la productividad del suelo, alteración de los regímenes térmicos e hidrométricos, contaminación de acuíferos, desarrollo de focos infecciosos y proliferación de plagas en la región.

CONCLUSIONES

En la región sur del Estado de México existe una tendencia a la diversificación florícola, sin embargo, se estan presentando severas externalidades ambientales negativas como la sobreexplotación de los cuerpos hídricos, además de un grave proceso de contaminación, generada por la filtración de lixiviados en los mantos acuíferos debido al uso de plaguicidas y fertilizantes altamente contaminantes, prohibidos incluso por la SEMARNAT, pero su bajo costo lo convierte en un producto altamente demandado, principalmente por los pequeños productores, y a pesar de que varios de estos acopian sus envases y envolturas previo triple lavado para posteriormente depositarlos en contenedores especiales o al camión recolector, muchos los tiran indiscriminadamente alrededor de las zonas de cultivo, convirtiéndose en un grave problema de contaminación hídrica.

Ello ha provocado impactos ambientales negativos crecientes, que implica no sólo un riesgo para la salud de la población asentada en entornos inmediatos, sino altos costos económicos y productivos que afectan el bienestar de toda la región. Esta situación se torna más latente y compleja al evidenciar la carencia de rellenos sanitarios para una adecuada disposición de residuos sólidos, lo que dificulta asumir la existencia de sistemas productivos sectoriales sustentables en esta región.

BIBLIOGRAFÍA

GEM (2003). Atlas general del Estado de México. Gobierno del Estado de México. México.

IGECEM (2010). Síntesis de información geográfica del Estado de México. México. IGECEM.

Iglesias, D., Carreño, F. & Castillo, J. (2015). Posibilidades de integrar un sistema productivo sustentable en la región VI, sur del Estado de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 251-256.

INEGI (2010). Síntesis de información geográfica del Estado de México. INEGI. México.

Méndez, R. (1997). Geografía económica. La lógica espacial del capitalismo global. Barcelona. Ariel.

SOCIO ECONÓMIA

FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA ALIMENTARIA MEDIANTE PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Lorenzo Alejandro López-Barbosa[141]
Jesús Valdés-Reyna [142]
Ernesto Navarro-Hinojoza[3]
Erika Román-Montes de Oca[4]

RESUMEN

Los campesinos mayas de la Península de Yucatán, México, como en gran parte de las regiones rurales de México, padecen los efectos de la marginación y el cambio climático. La búsqueda de alternativas para favorecer la soberanía alimentaria, instrumentado procesos de desarrollo rural mediante la construcción de sinergias entre diversas instituciones, permitió que se diseñaran alternativas para contribuir a disminuir la desnutrición y la mala nutrición. En este proceso, se rescató una tecnología ancestral de producción de hortalizas en camas altas, denominadas *k' anché*, a través de la cual se incrementa la producción y se favorece la adaptación al cambio climático en los huertos de traspatio. A partir de la promoción de esta tecnología, del diálogo de saberes y la promoción de los principios de la permacultura, se instrumentaron procesos que favorecieron el aumento en la disponibilidad de alimentos, la mejora en la nutrición familiar, la innovación, la generación de excedentes y con ello la promoción de otro tipo de alternativas, como lo es la intervención en acciones de comercio justo y circuitos cortos para la venta de verduras en la comunidad y ciudades cercanas. Este objetivo se logró con la concurrencia de diferentes actores. Un aprendizaje fue que los procesos sociales que favorecen el empoderamiento y la soberanía alimentaria son posibles asegurando la producción agroecológica a través del rescate de saberes.

PALABRAS CLAVE

Campesinos, huertos, dialogo de saberes, comercio justo, permacultura

INTRODUCCIÓN

Los analistas ambientales tienen respuestas divergentes frente a las previsiones demográficas de alimentar una población creciente, que se estima representará 10 mil millones de habitantes antes de finalizar el presente siglo. Hay quienes señalan que las consecuencias de orientarse en esa dirección terminarán por ser desastroso; una catástrofe o una combinación de catástrofes. Pero otros observadores, que se describen a sí mismos como más optimistas (ligados en la mayoría de los casos a grandes consorcios y empresas transnacionales), se esfuerzan por

[141] *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Sociología.* lalopbar@yahoo.com.mx
[142] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Botánica. valdes.reyna@gmail.com
[3] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Sociología. ernahi@yahoo.es
[4] Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Agropecuarias. kikarome17@hotmail.com

descubrir las estrategias que podrían sostener los miles de millones esperados, con la esperanza de que con los desarrollos adecuados e innovaciones en la genética de los cultivos, tecnologías de riego, una gestión responsable de nutrientes, aumentos en la eficiencia, las transiciones energéticas necesarias, y otros avances; nuestro planeta podría alimentar a tal cantidad de humanos.

Otra corriente, plantea que al elegir la sabiduría de las limitaciones y la humildad, la humanidad puede rechazar la vida en un planeta convertido en una fábrica de alimentos y permitir que el mundo entero pueda alimentarse: con cultivos ecológicos, alimentos nutritivos; dando prioridad a las economías alimentarias locales y regionales; sin la contaminación persistente y la dispersión de la tierra; sino con el cuidado de ella y la construcción de ésta; a través diversificar las operaciones agrícolas de menor escala modeladas sobre los ecosistemas naturales; en las interfaces fecundas con la naturaleza; lo que finalmente implica construir un nuevo paradigma, sustentado en promover la agricultura con la naturaleza.

Naomi Klein (2015:173) resalta en su reciente libro “Esto lo cambia todo”, que una fuente importante de gases de efecto invernadero lo constituye la agricultura, pero que “…también puede convertirse en un sector que se expanda y que contribuya a la autosuficiencia descentralizada y a la disminución de la pobreza, así como en una herramienta para la reducción de emisiones…” y destaca el debate señalado anteriormente, señalando la existencia de una tercera vía, la agroecología, en la que “… los agricultores a pequeña escala usan métodos sostenibles basados en una combinación de ciencia moderna y conocimientos locales.”

Sobre la línea de acción que considera las prácticas emergentes, como la agroecología y la permacultura, que favorece la comprensión a cabalidad la dinámica de las relaciones ecológicas los agroecosistemas en lugar de aplicar recetas científicas ajenas a esta comprensión (Rosset y Altieri, 1997), se tuvo la oportunidad de colaborar en la elaboración e instrumentación de un proyecto que partió de un estudio de Lina de Base, efectuado en la Península de Yucatán en el año 2016 (López, 2016), el cual muestra que los hogares rurales, generalmente están conformados por hablantes de lengua maya, jefaturados por hombres y mujeres, que se encuentran por debajo de la Línea de Bienestar Mínimo definida en México, donde la mayor parte de su gasto es destinado a la alimentación (47.9 %), que producen el 60% de sus alimentos (principalmente maíz, frijol, miel y huevo), y donde se destaca el hecho de un alto consumo de azúcares a través de bebidas carbonatadas.

En general, cuentan con limitado acceso a servicios de salud. Adicionalmente, existe la oportunidad de promover estrategias que permitan la adaptación al cambio climático, la mejora del ingreso y la apropiación de las acciones para mejorar su calidad de vida.

El ingreso mensual promedio por miembro del hogar es de 448.16 pesos, que se encuentra muy por debajo de la Línea de Bienestar Mínimo definida por el Consejo Nacional para la Evaluación de la Política Social (CONEVAL), es de 937.96 pesos para junio de 2016 (Canasta alimentaria rural) mientras que la Línea de Bienestar (Alimentaria + No Alimentaria), es de 1711.41 pesos.

Lo anterior, demuestra la necesidad de promover acciones que favorezcan la mejora de la calidad de vida, desde una perspectiva local, participativa y autogestionaria. Es de destacarse el papel que representa la producción doméstica en la subsistencia y en el aseguramiento de las condiciones de reproducción social de los hogares, lo que hace necesario favorecer las capacidades productivas y adaptativas a los efectos adversos del Cambio Climático, la conservación de la biodiversidad y la mejora de las prácticas productivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Antecedentes y localización del área de estudio

El presente trabajo fue desarrollado a través del proyecto "Fomento a una Vida Sana y Solidaria en Comunidades Mayas de la Península de Yucatán", desarrollado por la Fundación Heifer, en colaboración con una amplia red de instituciones, donde destaca U Yits Ka'an, Escuela de Agricultura Ecológica, con sede en Maní, Yucatán y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El objetivo del proyecto pretende que las familias de las comunidades mayas de la península de Yucatán cuenten con una mayor disponibilidad de alimentos producidos sanamente y apropiados culturalmente para mejorar la nutrición de niñas y niños. Así como promover el conocimiento y la valoración de los recursos locales, y fortalecer los vínculos culturales a través de la recuperación de sistemas agroalimentarios contribuyendo significativamente a la alimentación y el fortalecimiento del tejido social en 540 unidades familiares.

La población objetivo del proyecto, fueron 540 familias de las comunidades mayas de la península de Yucatán, prioritariamente mujeres campesinas, ubicadas en zonas rurales que se encuentran en vulnerabilidad y carencia alimentaria, familias campesinas con al menos un miembro del hogar menor a cinco años.

Poniendo también énfasis en niñas y niños, se diseñó un ambicioso proyecto, donde el impacto esperado es el mejoramiento de la nutrición familiar a través de la producción sana de alimentos para el autoconsumo. Desde una perspectiva territorial se pretende contribuir al desarrollo de estas comunidades promoviendo el conocimiento tradicional para la producción y para el aprovechamiento de los recursos locales, bajo un enfoque responsable y sostenible.

Algunas de las estrategias más importantes de la propuesta son: diversificación productiva y mejora nutricional, vínculos con los mercados locales y fortalecimiento de los emprendimientos productivos, integración de alianzas locales y comunitarias.

Desarrollo de la experiencia

El proyecto se instrumentó a través del acompañamiento a familias a través de un equipo de promotores formados en agroecología (exalumnos/as de la Escuela de Agricultura Ecológica U Yits Ka'an, quien cuenta con las instalaciones y áreas de trabajo adecuadas para capacitación y experimentación y de alumnos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, entre otras alianzas.

Heifer asumió la gerencia del proyecto a partir de la construcción de capacidades para el monitoreo, la planificación y la evaluación en base a valores y la implementación de buenas prácticas de gestión de proyectos, capacitando a promotores y familias en temas especializados como etnoveterinaria, formación en cadenas de valor y administración de recursos, micro-emprendimientos y finanzas.

La Radio XEPET de la región Sur de Yucatán fungió como agente externo para el fortalecimiento de la comunicación y difusión de temas relacionados al proyecto en lengua indígena. Algunos de estos temas son: agroecología, eventos de intercambio de conocimientos y saberes, logros o avances importantes del proyecto, entre otros. Así mismo, la radio sirvió como enlace de comunicación entre familias, comunidad y organizaciones.

Como parte de las alianzas estratégicas, se inició la colaboración con U Yits Ka'an y con la organización Ko'ox Taani a través de la gestión de Heifer, de incorporar un grupo de 12 alumnos de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Desarrollo Rural de la Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro, para que realicen sus prácticas profesionales durante 4 meses (agosto-noviembre de 2016), viviendo directamente en las comunidades. Igual número de alumnos lo hicieron con

Dentro de los trabajos de planeación participativa y con énfasis en aumentar la producción de alimentos en los traspatios de las familias, espacio que ha formado parte del manejo integral de recursos que las comunidades mayas han desarrollado por milenios y que se manifiesta de manera especial en el lugar donde los mayas contemporáneos habitan. El asentamiento tradicional no es únicamente la vivienda vernácula sino el solar como un todo (Baños Ramírez, 2003).

Tradicionalmente, el traspatio o solar maya está compuesto por una serie de construcciones principales, como son la casa-habitación (*naj*), también conocida como vivienda o casa maya y la cocina (*k'oben*). El troje (*ch'iil*), es una estructura de madera para almacenar el maíz; el semillero (*k'anché*) es una estructura elevada para almacenamiento de mazorcas de maíz, siembra de hortalizas y plantas medicinales, de tal forma que se crea un espacio cultivable adicional al suelo del solar. El pozo (c*h'e'en*) dado que la región no cuenta con aguas superficiales. También existen espacios para el chiquero (*unajk'éek*) y el gallinero (*unajiilkaax*); la batea (*nukulíp'o'o*); y la letrina (*kuchilta*), aunque actualmente se cuenta generalmente con sanitarios conectados a fosas sépticas (Cabrera, 2012).

Fue en este contexto, donde a través de un diálogo de saberes, fue posible identificar el uso del *k'anché* una tecnología ancestral de producción de hortalizas en camas altas, que se encontraba en desuso, la cual potenció la producción de vegetales, favoreció la innovación y la apropiación del proyecto. Se descubrió que esta tecnología permite, además, adaptar la producción de hortalizas al entorno climático cambiante, que se ha reflejado en sequías prolongadas y aumentos considerables de la temperatura. Se ha podido identificar que producir las hortalizas en el *k'anché* reduce hasta en 10 grados centígrados la temperatura del suelo, permitiendo con ello un mejor aprovechamiento del agua disponible.

Dentro del proyecto, destaca un solar colectivo en Teabo, donde las mujeres de la comunidad han logrado organizarse después de un largo proceso y hoy tienen una "Flor de la Permacultura" adaptada a su espacio, lo que muestra que los principios de diseño de la permacultura están siendo adaptados por los habitantes, apropiándose de sus principios: administración de la tierra y la naturaleza; construcción, herramientas y tecnología; educación y cultura; salud y bienestar; finanzas y economía, entre otras.

Otro caso relevante es en la comunidad de Chikan, donde se ha trabajado con familias de sordomudos, donde un panorama de discapacidad aumenta a complejidad de la instrumentación del proyecto, pero en donde los habitantes ya siembran y cultivan sus propias hortalizas.

La participación de los niños es importante, el hecho de que ellos participen y hagan consciencia de cuidar la naturaleza, cultivar sanamente sin venenos que los contaminen, los hace estar siempre inspirados porque los niños. Ellos, han dibujado cómo se ha transformado el solar de su casa con el proyecto y cómo están ayudando a sus padres.

El uso del *k'anché* ha sido adaptado con innovaciones como camas dobles o reutilizando las botellas de PET.



Figura 1. Diferentes formas de uso de los *k'anché*

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los elementos que ha potenciado y acelerado los resultados obtenidos, fue en primer lugar la identificación del *k'anché* como alternativa para favorecer la producción de hortalizas en el traspatio, ya que no solamente mejora el uso y aprovechamiento de los recursos disponibles, un mejor manejo del agua, control de la temperatura, evitar que las plantas sean consumidas durante su crecimiento por gallinas u otros animales, aprovechamiento del espacio, comodidad para el riego y el cuidado, además de la innovación en su diseño y operación.

El número de familias que se ha apropiado de esta tecnología va en aumento, lo mismo que la disponibilidad de alimentos para la familia, ya que los casos de obesidad y mal nutrición por el alto consumo de bebidas carbonatadas en las localidades rurales se ha incrementado en la región. De esta manera, las mejoras en la alimentación generarán resultados positivos. El bajo nivel de consumo de vegetales se debe principalmente a la falta de disponibilidad en la comunidad y los costos.



Figura 2. Adaptaciones en el uso de los *k'anché*

Uno de los aspectos a destacarse, es que, gracias a la identificación y rescate de esta tecnología ancestral, ha sido posible desplegar otros procesos sociales, tales como la organización comunitaria, el ahorro y la generación de ingresos adicionales por la venta mediante el impulso de los circuitos cortos y el comercio justo y con baja huella de carbono, promoviendo circuitos de proximidad o circuitos cortos son una forma de comercio basada en la venta directa de productos frescos o de temporada sin intermediario, que acercan a los agricultores al consumidor, fomentan el trato humano y la valoración de sus productos.

CONCLUSIONES

Los resultados del proyecto a la fecha, que iniciaron en el segundo semestre de 2016, han permitido mejoras sustanciales en la nutrición y el ingreso de las familias. Sin lugar a dudas, los resultados demandan de un mayor acompañamiento y favorecer el despliegue de las potencialidades de los grupos integrados.

El camino por recorrer es largo, la agroecología demostró, no solamente la oportunidad de producir más y mejores alimentos, donde el productor es totalmente autónomo, sino que también, quedo claro que esta alternativa actuó como catalizador y demostró también su potencial liberador de energías sociales, como la apropiación, la innovación, el empoderamiento y con ello crear las bases para favorecer la soberanía alimentaria en la región.

Las múltiples alianzas que permitieron una amplia interacción de actores, la promoción de los principios de la permacultura también jugó un papel fundamental en los procesos que se desencadenaron. Se demanda de una mayor documentación, investigación, del rescate de experiencias y saberes para consolidar los esfuerzos y acrecentar el conocimiento agroecológico en la región.

En este caso, es importante destacar, que el estudio de las interrelaciones es un ámbito propicio para el dialogo entre la agroecología, la etnobotánica y la antropología, donde la dimensión cultural no representa solamente el “contexto” de los recursos útiles de las comunidades, sino que constituye un conocimiento necesario para entender, en una perspectiva holística, la relación de la humanidad con su entorno y sus posibilidades de transformación.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Heifer, por la oportunidad de formar parte del proyecto "Fomento a una Vida Sana y Solidaria en Comunidades Mayas de la Península de Yucatán" y por el financiamiento para elaborar el estudio de Línea de Base.

LITERATURA CITADA

Baños Ramírez, O. 2003. Hamaca y cambio social en Yucatán. *Revista Mexicana del Caribe* VIII, p. 169-214.

Cabrera Pacheco, Ana. 2012. Los cambios del solar maya en el Yucatán contemporáneo. https://www.researchgate.net/publication/282658442_Los_cambios_del_solar_maya_en_el_Yucatan_contemporaneo

Klein, Naomi. 2015. Esto lo cambia todo. El capitalismo contra el clima. Paidós. México.

López Barbosa, Lorenzo. 2016. Fomento a una Vida Sana y Solidaria en Comunidades Mayas de la Península de Yucatán. Estudio de Línea Base. Heifer. Documento de trabajo.

Rosset, P. M. & Altieri, M. A. 1997. Agroecology versus Input Substitution: A Fundamental Contradiction of Sustainable Agriculture. Society & Natural Resources, 10:283-295.

Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A.C.

ACTITUD HACIA LA IMPLEMENTACIÓN DE HUERTOS FAMILIARES: ESTRATEGIA DE SEGURIDAD ALIMENTARIA EN COMUNIDADES DE CAMPECHE

Verónica Rosales-Martínez[1],
Silvia Fraire-Cordero[1],
Carolina Flota-Bañuelos[1]

RESUMEN

La planificación y gestión de nuevos programas de apoyo en materia de seguridad alimentaria no son posibles si no se conocen y toman en consideración las actitudes y el comportamiento de la población local. En este sentido, para conocer ello y que los residentes se involucren en la toma de decisiones, es necesario que tengan una actitud y comportamiento favorable hacia la implementación de las actividades que realicen en pro de su bienestar social. El objetivo de esta investigación fue identificar la actitud de las familias rurales de las comunidades de Santo Domingo Kesté, Tixmucuy y Sihochac, Campeche hacia la implementación de huertos en sus solares familiares como estrategia de seguridad alimentaria para determinar el potencial cultural que poseen para asegurar sus propios alimentos. La metodología empleada incorporó entrevistas semiestructuradas en un estudio de caso y con preguntas en la escala de Likert en el que se incluyen conceptos cognoscitivos, afectivos y conductuales. Los hallazgos sugieren que la actitud de la comunidad es positiva debido a que poseen una actitud promedio de 3.8 a 5 en la escala de Likert; sin embargo, debido a las fallas en la planeación y en la capacitación de la comunidad, muestran comportamientos poco emprendedores o proactivos, porque, aunque destinan suficiente superficie para sus huertos, cuentan con muy poca diversificación tanto de flora como de fauna en ellos.

Palabras clave: Huertos, Agroecosistemas, Seguridad alimentaria, Población rural.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la FAO (2015) cerca de 842 millones en el mundo poseen hambre crónica, dado que no pueden costear una alimentación adecuada. A pesar de que en el mundo ya no se padece de escasez de alimentos, 70% de las personas que sufren inseguridad alimentaria viven en zonas rurales de países en desarrollo (Nicholls y Altieri, 2012; FAO, 2015).

Entre una de las estrategias para combatir esta inseguridad alimentaria en las zonas rurales, se encuentra la implementación de huertos familiares. El solar familiar, huerto o traspatio es considerado un agroecosistema y ha sido incluido en programas gubernamentales con el fin de mejorar la seguridad alimentaria y contribuir a la reducción de la pobreza (González *et al*., 2014). Los agroecosistemas por su estructura y función pueden ser clasificados en dos tipos, el primero es aquél de grandes extensiones de cultivo donde se aplica la tecnología de punta, y el segundo son los tradicionales, los cuales son construidos a través del conocimiento de los campesinos (Chablé-Pascual *et al.*, 2015).

Dentro de los agroecosistemas tradicionales se encuentra el huerto familiar, el cual es un sistema agroforestal de estratos múltiples que es muy común en las economías de subsistencia y que se caracteriza por un conjunto de prácticas de uso del suelo, que implica el manejo deliberado de árboles y arbustos de uso múltiple en íntima asociación con cultivos agrícolas anuales y perennes e invariablemente; la ganadería, en especial de especies menores; todo esto dentro del complejo doméstico y llevado a cabo con mano de obra familiar (Fernández y Nair, 1986; Chablé-Pascual

et al., 2015). En el huerto familiar, se producen plantas medicinales, ornamentales, hortícolas, árboles frutales; asimismo, se crían animales domésticos o de traspatio para la alimentación, siendo las gallinas y los pavos los más utilizados, principalmente ara su consumo, y en alguna ocasión venden algo. Aunque también se pueden encontrar animales silvestres dentro de ellos (Chablé-Pascual *et al*., 2015). Esta biodiversidad permite a las unidades domésticas campesinas obtener alimentos frescos y a disposición para complementar la dieta familiar, aunque también funge como un espacio de esparcimiento y para actividades sociales. Además de que contribuyen a conservar la biodiversidad regional, favorecen la seguridad alimentaria familiar y proporcionan servicios ambientales y beneficios sociales (García-Flores *et al*., 2016).

En estos agroecosistemas o huertos familiares, la mujer ha jugado un rol muy importante en la conservación y aprovechamiento de la diversidad de especies nativas, silvestres, domesticadas o semidomesticadas, participa y contribuye activamente en las decisiones de producción en sus comunidades (González *et al*., 2014). Aunque también es apoyada por el resto de los integrantes de la familia en forma temporal. Con respecto a la estructura en que están diseñados, estos mismos autores reportan tres estratos: el arbóreo, arbustivo y el herbáceo. Asimismo, las categorías de uso principales son tres: alimenticias, medicinales y ornamentales (Chablé-Pascual *et al*., 2016).

Monroy y García (2013) reportaron la importancia de los huertos familiares y consideran que ayudan a conservar la fauna silvestre ante la presión urbana, esto pone en relieve el papel de los huertos familiares como refugio y salvaguarda de la fauna silvestre. Las especies son usadas por las familias para su alimentación y como condimento o en usos medicinal o ritual. Los principales productos que se obtienen del huerto son frutos, hojas, flores, carne, leche y huevo; su destino principal es para autoconsumo; los excedentes se destinan a la venta e intercambio, como una alternativa para complementar la dieta.

Los huertos también son utilizados con otros fines, categorizados como científico-educativos; estos incluyen actividades lúdicas y recreación familiar. El agroecosistema les retribuye económicamente al obtener excedentes de productos que son vendidos o intercambiados. Los huertos familiares constituyen una estrategia de vida para las familias campesinas de las localidades. Es una práctica tradicional de conservación in situ, aporta a la alimentación familiar y fortalece la resiliencia socioambiental y la sustentabilidad (García-Flores *et al*., 2016).

Dado lo anterior, la hipótesis para esta investigación fue que los productores de la comunidad de Santo Domingo Kesté, Sihochac y Tixmucuy muestran actitud positiva para implementar huertos en sus solares familiares. Considerando la actitud como la posición adoptada por una persona ante una situación de naturaleza variada que la hace reaccionar ante ésta generando una atracción, repulsión o indiferencia y que se traduce en la posterior aceptación o rechazo de la misma (Altamirano *et al*., 2004). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue identificar la actitud de las familias rurales de las comunidades de Santo Domingo Kesté, Tixmucuy y Sihochac, Campeche hacia la implementación de huertos en sus solares familiares para determinar el potencial que poseen para asegurar sus propios alimentos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó durante el mes de abril del 2017. La unidad de estudio en esta investigación fueron tres comunidades del estado de Campeche, Santo Domingo Kesté, Sihochac y Tixmucuy. Las primeras dos comunidades pertenecen al municipio de Champotón y la tercera al municipio de Campeche, estas tres al estado de Campeche. El municipio de Champotón posee una población de 83,021 habitantes, cuenta con una superficie de 6,876.257 km^2, sus localidades

poseen marginación muy alta y alta, su clima es cálido-húmedo se ubica en las coordenadas 19°20′50″ de Latitud Norte 90°43′12″ de Longitud Oeste, por su parte, el municipio de Campeche como ciudad capital del estado cuenta con una población de 283, 025 habitantes, una extensión territorial de 3,410.64 km^2, se ubica en las coordenadas de Altitud: 1 metro, Latitud Norte de 19º 51' 00" y a una Longitud Oeste de 090º 31' 59" (INEGI, 2015).

Se aplicó un estudio de caso para cada una de las comunidades. La herramienta para la obtención de la información fue un cuestionario semiestructurado. El cuestionario constó de tres apartados, el primero trató sobre aspectos generales del entrevistado, el segundo apartado sobre la composición de los huertos en sus solares familiares y el tercer apartado sobre reactivos en una escala de Likert. La selección de los informantes se hizo mediante muestreo casual o fácil de estudiar, el cual es un muestreo no probabilístico y consiste en investigar a cualquier grupo de personas de fácil acceso (Münch y Ángeles, 1990), poniendo como única condición que el entrevistado fuera residente de alguna de las comunidades de estudio; se aplicó al estudio de caso a cinco integrantes de cada comunidad (Hernández-Sampieri *et al*., 1991).

Para estimar la actitud se usó el índice de Likert considerando el promedio de las respuestas de siete reactivos con cinco opciones: 5 indica “Muy de acuerdo”; 4 “De acuerdo”, 3 “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”, 2 “De acuerdo” y 1 “Muy en desacuerdo”, se consideró el criterio de Hartley (2014). Los datos analizados se capturaron en el programa Microsoft Office Excel (versión 2010) obteniéndose estadísticas descriptivas y tablas de frecuencias por comunidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aspectos socioeconómicos

En Santo Domingo Kesté los pobladores tienen una edad promedio de 41.2 años, 6.4 años de escolaridad, cuatro de los entrevistados son del sexo femenino y uno del masculino, las familias están compuestas por 4.6 integrantes en promedio, todos son católicos, originarios de Guatemala, poseen en promedio, 6.24 años de residir en la comunidad, cuentan con 885 m^2 de superficie destinada al huerto familiar, el tipo de tenencia de la tierra es propiedad privada para todos los entrevistados, destinan 3.4 horas a la semana para trabajar en sus huertos.

En Sihochac tienen una edad promedio de 33 años, cuentan con 11 años de escolaridad en promedio, cuatro de ellos son mujeres y uno es hombre, cuatro de los entrevistados son católicos y uno es cristiano, cuatro de ellos son originarios de Sihochac y uno de ellos es de Campeche, por lo que han pasado toda su vida en la comunidad de Sihochac, destinan una superficie promedio de 1731.33 m^2 para sus huertos familiares y dedican 1.6 horas diarias para trabajar en sus huertos.

Por su parte, en la comunidad de Tixmucuy los pobladores tienen una edad promedio de 43 años, con 6.6 años de escolaridad, todos los entrevistados son del sexo femenino, dos son originarios de Tixmucuy, dos son originarios de Campeche y otro de ellos es de Playa Grande Guatemala, en promedio destinan 1916.66 m^2 para sus huertos familiares y cuatro de ellos poseen el tipo de tenencia de propiedad privada, uno de forma comunal y otro más la de tipo ejidal. Los entrevistados de esta comunidad dedican 1.4 horas diarias para trabajar en sus huertos.

Se observó que el mayor porcentaje de las labores efectuadas en los huertos de estas comunidades lo componen las mujeres del hogar, García-Flores *et al*. (2016) también coinciden al mencionar que, en su investigación, 77% de los entrevistados son mujeres. Entonces, las

mujeres son las responsables del huerto; una razón que lo explica es que permanecen más tiempo en la vivienda, por lo que destinan parte de su tiempo al mantenimiento del agroecosistema huerto familiar lo que puede deberse a la hora de su aplicación.

Se observa entonces que las personas entrevistadas y que se hacen cargo de los huertos familiares son personas jóvenes de 41, 33 y 43 años. García-Flores *et al*. (2016) también reportan a personas jóvenes ocupándose de sus huertos familiares el 62% con 31 a 60 años y el 18% es mayor a 60 años. En esta investigación se encontraron a personas a cargo de sus huertos con una escolaridad desde primaria completa hasta a aquellos que ya tienen una carrera universitaria, grado mayor al reportado por García-Flores *et al*. (2016) quienes reportan escolaridad desde primaria incompleta hasta solo terminar la secundaria. Los entrevistados aquí presentan un rango de integrantes por familia de 3.4 a 4.6 a diferencia del reportado por García-Flores *et al.* (2016) que fue de dos a siete personas por vivienda. Las horas destinadas al trabajo en el huerto familiar 3.4, 1.6 y 1.4 (Santo Domingo Kesté, Sihochac y Tixmucuy, respectivamente) es menor al tiempo que dedican al huerto las personas entrevistadas por García-Flores *et al*. (2016) siendo de dos a ocho horas a la semana.

Los entrevistados reportaron una superficie destinada al huerto familiar de 885 $m^{2,}$ 1731.33 m^2 , 1916.66 m^2 (Santo Domingo Kesté, Sihochac y Tixmucuy, respectivamente), muy por encima de las superficies reportadas por García-Flores *et al*. (2016), Guerrero (2007), Santana *et al*. (2015) y José (2013) (560 m^2, 800 m^2, 400 m^2 y 400 m^2, respectivamente), esto nos indica que los huertos familiares en las comunidades de estudio juegan un papel muy importante para la seguridad alimentaria de sus habitantes.

Composición del huerto

Los huertos de las familias en las comunidades de Santo Domingo Kesté, Sihochac y Tixmucuy se encuentran conformados de la siguiente manera:

Frutales. Entre las especies encontradas en estas comunidades son: Almendro, nanche, coco, aguacate, mango, limón, guanábana, plátano, papaya, chicozapote, toronja, naranja agria, zapote mamey, guaya cubana, anona, carambola, chalahuite, tamarindo, pitahaya, grosella, naranja dulce, ciruela, cocoyol, mandarina, palmas de coco, piña, almendra, toronja, guayaba, naranja agria, jabín, mandarina, ciruela y limón indio.

Hortalizas. Se encontraron especies como: cilantro, rábano, epazote, hierba mora, cebollín, camote, bledo, quelite, chipilín, achiote, tomate cherry, chile, orégano, chile parao, chile habanero, hierbabuena, chaya, cilantro, pepino, cebollina y chile mach.

Ornamentales. Se encontraron especies como tulipán, flor del desierto, corona de cristo, limonaria y mano de león.

Animales: Se encontraron animales como: pollos, pavos, borregos, conejos, gallinas, cerdos, gansos, loros, caracoles, gupies, charales, gallinolas, pijijes, palomas de monte, palomas de castillas, gallos huiniques, patos, caballos y loros. Todos los huertos reportados tienen animales de traspatio, siendo las gallinas y los pavos los más utilizados, principalmente para su consumo, y en alguna ocasión venden algo. Aunque también se pueden encontrar animales silvestres en los huertos. Monroy y García (2013) reportaron la importancia de los huertos familiares y los consideran sitios que ayudan a conservar la fauna silvestre ante la presión urbana, esto pone en relieve el papel de los huertos familiares como refugio y salvaguarda de la fauna silvestre. La cría

de animales, como cerdos y bovinos, representa una fuente de ahorro y ganancias económicas para situaciones de emergencia (Gutiérrez-Ruiz *et al*., 2012).
En el Cuadro 1 se observa que los huertos de Santo Domingo Kesté son las más diversificados con respecto a las especies encontradas tanto de frutales, hortalizas, ornamentales y de animales, a diferencia de las comunidades de Sihochac y Tixmucuy. Las especies vegetales son usadas principalmente como alimento y posteriormente para comercializar, los animales en los huertos son usados con fines de alimento y también para venta.

Cuadro 1. Número de especies vegetales y animales encontradas en Santo Domingo Kesté, Sihochac y Tixmucuy.

Especies	Santo Domingo Kesté	Sihochac	Tixmucuy
Frutales	23	14	11
Hortalizas	15	3	11
Ornamentales	≥200	5	20
Animales	17	6	6

Actitud hacia la implementación de huertos familiares por comunidad

Los siete reactivos analizados para evaluar la actitud de las familias se presentan en el Cuadro 2. Cada uno de ellos cuenta con cinco opciones: 5 indica “Muy de acuerdo”; 4 “De acuerdo”, 3 “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”, 2 “De acuerdo” y 1 “Muy en desacuerdo”.

Cuadro 2. Reactivos para la actitud de las familias hacia la implementación de huertos en sus solares familiares.

Reactivos para evaluar actitud
A.La implementación de huertos familiares en la comunidad aporta grandes beneficios para las familias que los implementan, especialmente para asegurar sus alimentos.
B. Si se recibiera apoyo económico o como insumos por parte de los programas gubernamentales para el desarrollo de huertos familiares, se obtendría mayor beneficio al implementarlos.
C. Es necesario realizar prácticas agroecológicas (manejo de residuos, conservación de suelo, fertilización con composta o lombricomposta, sistemas silvopastoriles, ensilados) en nuestros huertos familiares.
D. Si a los productos que se generan en los huertos familiares se les diera un valor agregado, se obtendrían mayores ingresos.
E. Se necesita la integración y la colaboración de todos los miembros de la familia para poder obtener mejores rendimientos en las actividades agropecuarias de los huertos familiares.
F. Con la implementación de los huertos familiares se ayuda a la agrodiversidad y a la domesticación de especies.
G. Las familias que tienen huertos familiares, son y deben ser un ejemplo a seguir por los pobladores de las comunidades.

Reactivos	Santo Domingo Kesté, Champotón	Sihochac, Champotón	Tixmucuy, Campeche
A	25 = 5	25 = 5	30 = 5
B	24 = 4.8	25 = 5	30 = 5
C	25 = 5	25 = 5	29 = 4.8
D	22 = 4.4	25 = 5	29 = 4.8
E	24 = 4.8	25 = 5	23 = 3.8
F	25 = 5	25 = 5	28 = 4.7
G	24 = 4.8	24 = 4.8	29 = 4.8
TOTAL	4.8	4.97	4.7

De acuerdo a estos reactivos, en el Cuadro 3 se muestran los resultados obtenidos en las tres comunidades de estudio. Analizando la actitud de los entrevistados se encontró a los de la comunidad de Sihochac, Champotón con una mayor actitud hacia la implementación de huertos familiares (4.97) y a los de la comunidad de Santo Domingo Kesté y a la de Tixmucuy con una menor actitud para implementar huertos familiares (4.8 y 4.7 respectivamente), sin embargo, en la escala de Likert se podría decir que en las tres comunidades presentan una actitud positiva para implementar sus huertos familiares. Los resultados permiten explicar la importancia que los agricultores le confieren a la implementación de huertos en sus solares familiares. Tixmucuy es una comunidad que pertenece al municipio de Campeche y su cercanía al polo de desarrollo podría estar incidiendo para que estas personas adopten una actitud más baja ante este fenómeno, debido a que pueden obtener con mayor facilidad sus alimentos, a diferencia de las otras comunidades de estudio, otro factor que podría estar influyendo es que en esta comunidad los entrevistados cuentan con mayor grado de escolaridad, lo cual les permite mostrar una actitud más positiva para implementar estos huertos familiares.

Cuadro 3. Actitud de los pobladores rurales de las comunidades de Santo Domingo Kesté, Sihochac y Tixmucuy ante la implementación de huertos en sus solares familiares.

CONCLUSIONES

Los huertos familiares en las comunidades de Santo Domingo Kesté, Sihochac y Tixmucuy son fuente de alimentación, complementan los ingresos de las familias de escasos recursos además de que fortalecen la resiliencia y la sustentabilidad ambiental. En resumen, la mayoría de las familias presenta una actitud favorable o altamente favorable, por lo que se asume que poseen conocimientos sobre cómo realizar sus huertos en sus solares familiares. Sin embargo, necesitan diversificarlos mejor, debido a que se encontraron pocas especies presentes en ellos, tanto vegetales como animales. Diversificarlos principalmente con especies vegetales y animales de tipo alimenticio, ya que las especies que se encontraron en mayor proporción fueron especies vegetales de tipo ornamental. Por lo tanto, es necesario que las políticas públicas impulsen actividades de este tipo en la población joven, para que se contribuya a combatir la inseguridad alimentaria presente en las zonas rurales del país en un marco de desarrollo y sustentabilidad, grandes retos globales de la actualidad.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el proyecto 2181 “Estrategias Agroecológicas para la seguridad alimentaria en zonas rurales de Campeche” del cual forman parte las autoras del presente manuscrito.

LITERATURA CITADA

Altamirano, M., G. Galloway, B. Louman, K. Prins, y L. Ortega. 2004. Actitudes, conocimientos, manejo de fincas y percepción de los campesinos hacia el uso del recurso bosque en comunidades aledañas a la Reserva Biológica Indio Maíz, El Castillo, Río San Juan, Nicaragua. Rev. Recursos Naturales y Ambiente 43: 49-61.

Chablé-Pascual, R., Palma-López, D.J., Vázquez-Navarrete, C.J., Ruiz-Rosado, O., Mariaca-Méndez, R., Ascensio-Rivera, J.M. 2015. Estructura, diversidad y uso de las especies en huertos familiares de la Chontalpa, Tabasco, México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 2(4):23-39.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2015. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La innovación en la agricultura familiar (2014), Roma, Italia. FAO. 175 p.

Fernández, E.C.M. y Nair, P.K.R. 1986. An evaluation of the structure and function of tropical homegardens. Agricultural Systems 21: 279-310

García-Flores, J.C., Gutiérrez-Cedillo, J.G., Balderas-Plata, M.A., Araújo-Santana, M.R. 2016. Estrategia de vida en el medio rural del altiplano central mexicano: el huerto familiar. Agricultura, Sociedad y Desarrollo 13: 621-641.

Guerrero, A. G. 2007. El impacto de la migración en el manejo de solares campesinos, caso de estudio La Purísima Concepción Mayorazgo, San Felipe del Progreso, Estado de México. In: Investigaciones Geográficas, 63: 105-124.

González, O.F., Pérez, M.A., Ocampo, F.I., Paredes, S.J.A., De la Rosa, P.P. 2014. Contribuciones de la producción en traspatio a los grupos domésticos campesinos. Vol. XXII:146-170.

Guarneros-Zarandona, N., Morales-Jiménez, J., Cruz-Hernández, J., Huerta-Peña, A., Ávalos, D.A. 2014. Economía familiar e índice de biodiversidad de especies en los traspatios comunitario de Santa María Nepopualco, Puebla. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Num 9: 1701-1712.

Gutiérrez-Ruiz, E.J, Aranda-Cirerol, F.J, Rodríguez-Vivas, R.I, Bolio-González, M.E., Ramírez-González, S., y Estrella-Tec, J. 2012. Factores sociales de la crianza de animales de traspatio en Yucatán, México. Bioagrociencias 5(1): 20-28.

Hartley, J. 2014. Some thoughts on Likert-type scales. International Journal of Clinical and Health Psychology. 83- 86.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., Baptista-Lucio, P. 1991. Metodología de la Investigación. Ed. MCGRAW-HILL. 497 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, ed. 2015. Encuesta Intercensal-Campeche. (XLS). Consultado el 27 de diciembre de 2015.

José, I.J. 2013. Los huertos familiares en una provincia del Subtrópico Mexicano. Análisis espacial, económico y sociocultural. Eumed.net. Consultado en mayo de 2015. 136 p. Disponible en: http://www.eumed.net/libros-gratis/2013/1251/index.htm

Monroy, R., y García, F.A. 2013. La fauna silvestre con valor de uso en los huertos frutícolas tradicionales de la comunidad indígena de Xoxocotla, Morelos, México. Etnobiología 11: 44-52

Münch, L., y Ángeles, E. 1990. Métodos y Técnicas de Investigación. Trillas, México. Nicholls, C., y Altieri, M. 2012. Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. In: Agroecología, 6: 28-37.
Santana, M. R., Navarrete D., y Mateo J. 2015. Riqueza de especies en huertos caseros de tres municipios de la región Otomí Tepehua, Hidalgo, México. In: Montagnini, F., Somarriba E., Murgueitio E., Fassola H. y Eibl B. (coord). Sistemas agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Costa Rica. CATIE, 2015. pp: 405-422.

FINANZAS COMUNITARIAS Y MICROFINANZAS EN LA PROMOCIÓN DEL DESARROLLO RURAL

Ignacio Carranza-Cerda[143]

RESUMEN

La escasa cobertura y penetración de los servicios financieros formales en el medio rural es un problema histórico y endémico, no sólo en México sino en todos los países en desarrollo. Ante esta situación y el actual fracaso de la industria microfinanciera en la provisión de estos servicios y el combate a la pobreza, se han desarrollado iniciativas sociales impulsadas por organizaciones de la sociedad civil (OSC), por organizaciones no gubernamentales (ONG) y por grupos locales de personas interesadas creando esquemas alternativos de ahorro y préstamo que cumplan con la función de intermediarios financieros no formales. Estas alternativas son conocidas por ser organizaciones "en manos de sus miembros". Entre los esquemas más conocidos se encuentran las asociaciones rotativas de ahorro y crédito (ROSCAS)[2], las asociaciones acumulativas de ahorro y crédito (ASCAS)[144,] los grupos de autoayuda (SHG)[2], las asociaciones comunitarias de ahorro y préstamo (VSLA)[2] y los grupos de ahorro (SG)[2]. Entre estos últimos se encuentra un modelo desarrollado en comunidades rurales de los estados de Puebla y Oaxaca y extendido después a Veracruz e Hidalgo, se le ha denominado grupos de ahorro y préstamo comunitario (GAPC). Este estudio pretende en primer término describir los principios que sustentan este modelo y su potencial de réplica en comunidades rurales marginadas bajo la premisa de que es posible y necesario desarrollar servicios de ahorro y préstamo a la vez que se incrementa el capital humano, social y financiero de los participantes, sus familias y comunidades. El estudio se realiza bajo la metodología de la investigación acción en proyectos de intervención para promover el desarrollo, utilizando técnicas participativas a través de talleres de diagnóstico, de capacitación, reflexión y evaluación. Este modelo de GAPC se ha ensayado como antecedente de política pública con el INMUJERES y SAGARPA en los cuatro estados mencionados.

PALABRAS CLAVE: Servicios financieros, comunidades rurales marginadas.

INTRODUCCIÓN

Se estima que en México la población que no tiene acceso a los servicios bancarios es del 80% (Valdez e Hidalgo, 2004; Imperial, 2004). Por su parte, en el medio rural de los 27 millones de habitantes que ahí se asientan, apenas el 15% tiene acceso a los servicios de crédito, y únicamente el 6% tiene algún tipo de ahorro monetario en alguna institución financiera (Cruz, 2006). La gran mayoría (77.7%) de los habitantes del campo poseen terrenos para la explotación agrícola menores a cinco hectáreas, esto es un indicador de la falta de garantías colaterales para ser sujetos de crédito de las instituciones financieras. Lo anterior muestra que el sistema financiero formal no ha sido capaz de brindar sus servicios a la población rural, principalmente a la de escasos recursos, en particular por la carencia de una metodología financiera adecuada y de acuerdo a las características propias de esta población; lo anterior refleja la necesidad de diseñar y probar esquemas financieros alternativos que sean adecuados a sus características específicas.

El diseño y prueba de esquemas alternativos de financiamiento en comunidades rurales marginadas se justifica por la necesidad de provisión de estos servicios y por la participación

[143] Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, email: icarranz@colpos.mx
[144] Por su siglas en inglés.

activa de los actores, lo que garantiza que sea apropiado y adecuado a las necesidades y características de sus miembros. Otros aspectos, no menos importantes, además de brindar los servicios financieros necesarios de ahorro y préstamo, son la promoción y desarrollo de bases organizativas para emprendimientos económicos, sociales, cívicos y otros que la comunidad demande y el mantenimiento e incremento del capital humano, capital social y capital financiero de los participantes, sus familias y su comunidad.

Revisión de literatura

En primer término, es necesario hacer la diferenciación entre microfinanzas y finanzas comunitarias, las primeras son los servicios que provee la industria microfinanciera y que Robinson (2004) las define como:

> "servicios de ahorro y crédito en pequeña escala, destinados a agricultores, pescadores, ganaderos con pequeñas o micro empresas que producen, reciclan, reparan o venden bienes; que proporcionan servicios, que trabajan por un sueldo o a comisión; que obtienen sus ingresos rentando pequeñas parcelas de tierra, vehículos, animales de labranza o maquinaria y herramientas a otros individuos o grupos a nivel local, ya sea rural o urbano, en los países en vías de desarrollo. Muchos de estos hogares poseen múltiples fuentes de ingreso."

Mientras que un grupo de ahorro es una institución social "en manos de sus miembros" y que Adams y Vogel (2017), Martínez *et al.*, (2013) y Carranza (2009), lo definen como: grupos pequeños, principalmente de mujeres que ahorran y conceden préstamos, se reúnen principalmente cada semana y tienen ciclos de ahorro de un año, al cabo del cual reintegran el ahorro más las ganancias obtenidas por los intereses de los préstamos. Los GAPC se pueden incluir en la tipología de los "Grupos de Ahorro" o "Saving Groups", los cuales se caracterizan por ser esquemas financieros alternativos en manos de sus miembros; esto es que sus integrantes son dueños y clientes al mismo tiempo. Son finanzas comunitarias que están basadas en el ahorro, esto constituye la principal fuente de recursos y en muchas ocasiones es la única, para poder realizar los préstamos que sus miembros necesitan.

De las definiciones anteriores se desprende que la principal diferencia es que las microfinanzas son empresas capitalistas, cuya motivación principal es el lucro o la ganancia, en tanto que los SG o GAPC son instituciones sociales que no persiguen el lucro y que promueven los valores de confianza, cooperación, reciprocidad, autoayuda y solidaridad que apoyan la supervivencia de la unidad de producción familiar.

Atendiendo esas diferencias en filosofía, enfoque y operación, se encuentran señalamientos y críticas a la industria microfinanciera, en cuanto a su éxito y sostenibilidad financiera como empresas capitalistas, desde el punto de vista de la generación de ganancias; mientras que su impacto ha sido prácticamente nulo en la reducción de la pobreza entre sus clientes, que vale la pena mencionar que son los más pobres, principalmente mujeres; en cambio si han aportado en la provisión de servicios financieros como microcréditos, ahorro, remesas, transferencias y microseguros, entre otros. Entre las criticas más sobresalientes están las de Adams y Vogel (2017), quienes señalan que la corriente del microcrédito generó malinterpretaciones como: 1) que la mayoría de los prestatarios se convertirían en empresarios exitosos, 2) que era fácil iniciar y sostener nuevos negocios, 3) que los prestatarios pobres tenían muchas oportunidades de inversión alternativa, 4) que la mayoría de los préstamos fueron usados en inversiones generadoras de ingreso, 5) que los préstamos no incrementaban el riesgo de los prestatarios, y

6) que los microcréditos no eran caros. En contraste con la corriente que promueve los microahorros en donde se descubre que la gente pobre posee capacidades de ahorro (Adams y Vogel, 2017).

Por su parte los SG (y por tanto los GAPC) se fundamentan en la práctica del ahorro y el desarrollo de los capitales humano, social y financiero. La principal metodología para el otorgamiento de préstamos es de forma individual para lograr el desarrollo de tales capitales. En contraposición a la industria microfinanciera, que basa sus operaciones de crédito en la metodología de los grupos solidarios fundamentada en la fianza solidaria, misma que las instituciones microfinancieras concretan para su operación crediticia a través de grupos solidarios.

Una crítica que se puede hacer a la metodología de los grupos solidarios es el aprovechamiento que las instituciones microfinancieras hacen del capital social de los grupos de prestatarias (generalmente de 5 a 7 mujeres), quienes asumen los microcréditos de forma colectiva y mediante la fianza solidaria se responsabilizan en cubrir la falta de pago de cualquiera de sus miembros que incumpla en el pago del microcrédito. Esto asegura el retorno para la institución microfinanciera, mientras que para las socias del grupo que tienen que cubrir el crédito de quien no pagó, por múltiples razones que pueden ir desde que simplemente no quiso pagar hasta el caso extremo de que haya fallecido la prestataria, pasando por todas las demás posibilidades, eso de cualquier forma representa un quebranto financiero para el resto de las integrantes del grupo solidario. Este riesgo lo tienen que enfrentar por cinco o hasta siete ciclos de préstamo, según la institución microfinanciera, hasta lograr lo que le llaman la “graduación del cliente” que es cuando se le empiezan a conceder créditos de manera individual.

El principal objetivo de este estudio es describir y analizar el modelo de GAPC como un esquema alternativo basado en la organización que fomenta el desarrollo del capital social, capital humano, el capital financiero de los participantes, sus familias y su comunidad. Se parte de la hipótesis de que estos esquemas alternativos de ahorro y préstamo comunitario son posibles de instrumentar por sus propios miembros ya que son necesarios en la provisión de servicios financieros, adecuados a sus circunstancias, lo que les confiere sostenibilidad social y económica. El estudio se justifica en el descubrimiento y aplicación de los principios de la economía social y solidaria, como prácticas financieras alternativas al mercado de dinero de la economía clásica, representada por el sistema de instituciones financieras formales.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio tiene su antecedente en 1998 cuando inició la promoción, constitución y operación de 56 GAPC en los valles centrales de Oaxaca (22) y Puebla (34) que incluía grupos de mujeres, de hombres y mixtos. Posteriormente, se escaló esta experiencia con 72 GAPC en 2009 en las regiones de la Mixteca Alta, Papaloapan, Istmo y Sierra Mazateca en Oaxaca. Una segunda fase se instrumentó en Puebla en 7 GAPC compuestos mayoritariamente por mujeres.

Finalmente, este modelo se está probando como prueba de una política pública de capacitación financiera y administrativa para mujeres rurales con el Instituto Nacional de las Mujeres (INMUJERES), a partir de 2016 con dos GAPC en sendas comunidades de los estados de Hidalgo, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

También este modelo de GAPC se está probando como parte de una estrategia de extensión para mejorar la gestión productiva de la agricultura familiar en el municipio de Tierra Blanca,

Veracruz. En donde las actividades de extensión incluyen, la producción de maíz, ganadería de bovinos de doble propósito, la producción de traspatio para la seguridad alimentaria, la organización para la producción, comercialización y agregación de valor. Este proyecto es patrocinado con fondos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) a través del Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural (INCA Rural).

El estudio se ha llevado a cabo bajo el enfoque de la Investigación Acción (Action Research), desarrollándose siempre en el marco de proyectos de intervención y como parte de una estrategia para promover el desarrollo rural. Esto es, en escenarios reales en la operación de proyectos de desarrollo con la intervención directa de los actores principales; esto es, de las mujeres, los productores y sus familias.

Las principales técnicas que se han aplicado en la Investigación Acción son: talleres participativos para diagnósticos de cultura financiera, de estrategias de supervivencia y actividades generadoras de ingreso y elaboración de reglamento interno; capacitación en desarrollo organizacional, aspectos administrativos y contables, servicios financieros formales e informales, operaciones financieras básicas, aspectos legales en las finanzas comunitarias y elaboración de informes financieros; reflexión y autoevaluación del ciclo de ahorro y préstamo, así como grupos focales, intercambio de grupos y foros de intercambio de experiencias entre grupos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de las fases que ha experimentado el estudio desde 1998, se ha generado un cúmulo de experiencias que se han concretado en productos académicos como tesis de licenciatura (2), maestría en ciencias (12) y doctorado en ciencias (4). Se ha impartido un diplomado y tres cursos de capacitación para Instituciones Financieras Rurales. Se ha diseñado y se imparten dos cursos de postgrado en los programas de Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional (CEI-636 Financiamiento rural y finanzas solidarias) y Gestión del Desarrollo Social (GDS-607 Economía solidaria) en el Campus Puebla del Colegio de Postgraduados. Estos programas de postgrado son reconocidos por el Programa Nacional de Postgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT.

Además el modelo de GAPC se probó como fase preliminar para una política pública con el INMUJERES en dos grupos de sendas comunidades en los estados de Hidalgo, Oaxaca, Puebla y Veracruz con el proyecto denominado “Capacitación financiera y administrativa para mujeres rurales” en el cual se adaptó la metodología de los GAPC para mujeres, se diseñaron los materiales didácticos para seleccionar y capacitar en aula y campo y supervisar a las promotoras, también para la promoción, formación, capacitación y seguimiento de los GAPC.

Actualmente, se le está dando seguimiento de manera directa a siete GAPC de mujeres. Cuatro de ellos en la Micro-región de Atención Prioritaria (MAP) Valles de Puebla en las localidades de San Felipe Cuapexco, Cohuecan, San Miguel Cozahuatla, Huatlatlauca, Tanamacoyan, Hueyapan, y San Lorenzo Almecatla, Cuautlancingo. En la MAP Huejotzingo en San Felipe Teotlalcingo. Así como en San Bernabé Temoxtitla, Ocoyucan, y en Xonacatepec, Puebla, todas ellas en el estado de Puebla.

Como parte de la estrategia de extensión sobre gestión productiva de la agricultura familiar en Tierra Blanca, Ver. Con el patrocinio de la SAGARPA, se han constituido y se le da seguimiento a tres GAPC dirigidos por mujeres en igual número de localidades de ese municipio.

Desarrollo organizacional

La constitución y operación del esquema financiero de un GAPC se lleva a cabo invariablemente a través de dos procesos simultáneos. Uno es la construcción y desarrollo de su base organizativa, lo que les da una estructura definida y funciones específicas, no solo para la operación del esquema financiero, sino para la promoción de proyectos colectivos de cualquier tipo, ya sean productivos, de servicios, de mejoras materiales, cívicos, sociales, culturales o religiosos. A lo largo de este proyecto se ha observado que en la gran mayoría de los GAPC, el ahorro y préstamo es el único proyecto colectivo que los miembros participantes llevan a cabo, a pesar del enorme potencial que tienen con su base organizativa ya desarrollada a través de la cultura del asambleísmo.

Capital humano

El otro proceso que se desarrolla simultáneamente al organizativo, es el desarrollo de las capacidades de los participantes, lo que se expresa en capital humano. La inversión en desarrollo del capital humano, también responde a estas lógicas, la cultura organizativa, la cultura y la educación financiera y la capacitación administrativa, contable y tecnológica. Todo lo anterior en conjunto le brinda a los participantes habilidades tanto para actuar en colectivo, como individualmente, administrar sus recursos de forma racional, conocer y aprovechar de mejor manera los servicios financieros formales (bancos, financieras y microfinancieras) y no formales (prestamistas locales y entidades financieras no reguladas), así como el aprovechamiento de innovaciones tecnológicas que mejoren su actividad productiva.

Capital social

A través de la práctica del ahorro y préstamo, desde la misma constitución y el desarrollo del GAPC, entre los miembros participantes se establecen y fortalecen lazos y vínculos de confianza, cooperación, reciprocidad, solidaridad, que le dan cohesión al grupo y que es conocido como capital social de apego (Flora y Flora, 2004). Se establecen normas y sanciones que garantizan el control del grupo. Hacia el exterior del grupo se reconocen e interactúan con otros actores y se forman redes, esto es conocido como capital social de puente (Flora y Flora. 2004), lo que ocurre hacia la comunidad, otros grupos, otras comunidades. Los grupos y sus integrantes adquieren entonces, voz y capacidad de negociación con sus autoridades locales y de los otros niveles de gobierno, así como con agentes externos públicos, privados o de la sociedad civil. Este esquema organizativo promueve desde dentro la construcción y desarrollo de liderazgos individuales y colectivos, especialmente el empoderamiento de las mujeres al facilitar su acceso a recursos financieros propios derivados del ahorro, a la vez que les confiere mayor control y decisión sobre sus recursos y los de la familia, este proceso ayuda a mejorar las relaciones y la equidad de género dentro de la familia y la comunidad al incluir por igual a mujeres, hombres y niños.

Capital financiero

Los miembros de los GAPC y sus familias tienen disponibilidad de servicios de ahorro y préstamo que en la práctica funciona como un seguro para las familias pobres rurales más vulnerables. Pueden contar con liquidez para enfrentar riesgos idiosincráticos imprevistos de salud, accidentes, muerte, desempleo y riesgos covariables como plagas, sequías, heladas, inundaciones, entre otras. Tienen acceso a recursos para realizar emprendimientos productivos y generadores de ingreso, para la adquisición de activos productivos o del hogar, aprovechar oportunidades de inversión. Así como para enfrentar compromisos sociales, religiosos, cívicos, entre otros.

A pesar de los avances observados en la práctica de esta propuesta alternativa de ahorro y préstamo comunitario, aun se encuentran áreas susceptibles de mejora, lo cual representa retos a ser atendidos y superados. Entre los más importantes se encuentran: la inclusión de estos esquemas en la legislación de la materia, pues si bien la Ley de Ahorro y Crédito Popular del 3 de junio de 2001, los menciona sólo para definir su tamaño en términos del monto de sus operaciones para ser sujetos de supervisión prudencial, control de riesgos y protección de ahorradores por parte de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores a través de una federación de entidades microfinancieras.

Colateralmente, la formalización de estos esquemas permitiría el acceso de estos grupos al financiamiento para ampliar sus operaciones de préstamo, diversificar sus productos financieros al ir más allá del ahorro y préstamo para ofrecer pago de servicios, remesas, transferencias, seguros e inversión, entre otros. Recibir apoyo para mobiliario, equipo, sistemas informáticos y de auditoría, capacitación gerencial, de operación y supervisión prudencial.

CONCLUSIONES

Ante los magros resultados de la industria microfinanciera para resolver los problemas de inclusión financiera de la población rural y el combate a la pobreza, los esquemas financieros alternativos como los GAPC representan una solución viable promovida y desarrollada por los propios actores desde la sociedad.

La descripción y análisis del modelo de GAPC revela que es un esquema “en manos de sus miembros” alternativo a las microfinanzas y el microcrédito. Se traduce en una base organizativa que construye y desarrolla el capital social, el capital humano y el capital financiero de los participantes, sus familias y su comunidad.

Se ha argumentado que estos esquemas alternativos de ahorro y préstamo comunitario son viables y pueden ser instrumentados por sus propios miembros y además son necesarios y adecuados para responder a sus necesidades de servicios financieros, lo que los hace sostenibles social y económicamente.

El modelo de GAPC está probando ser un componente importante en las estrategias de intervención para promover el desarrollo rural y comunitario entre familias campesinas, como se está desarrollando en iniciativas de capacitación para mujeres rurales, en estrategias de extensión rural y en programas de vinculación de la investigación y la enseñanza de postgrado.

El ensayo de este modelo financiero comunitario “en manos de sus miembros” demuestra que puede escalarse como una política pública, que además de colaborar en la inclusión financiera, promueve el desarrollo del capital humano, social y financiero de los participantes, al tiempo que les da voz y poder de negociación con agentes externos, especialmente a las mujeres entre las que promueve su empoderamiento.

Aunque actualmente son grupos pequeños de entre 15 y 40 miembros que desarrollan actividades de ahorro y préstamo, sus operaciones son limitadas en cuanto a disponibilidad de recursos para inversiones de mayor cuantía, se restringen a los miembros del grupo y sus familias, pero no son abiertos al público.

Se hace necesario incluir estas iniciativas en la legislación de actividades de ahorro y préstamo como entidades intermediarias financieras, lo que promoverá su profesionalización, aumentando su cobertura a la vez que se minimizan los riesgos asociados a la actividad financiera.

LITERATURA CITADA

Adams, D. W and Vogel, R. C. 2016. Microfinance dreams. Enterprise Development and Microfinance. Vol. 27 No. 2.

Carranza-Cerda, I. 2009. The role of capitals in the promotion of sustainable community microfinance organizations. PhD Dissertation, Iowa State University, Ames, IA. USA.

Cruz, Isabel. 2006. Propuesta de un nuevo sistema financiero rural. Ponencia presentada en el encuentro nacional: “Hacia un Nuevo Sistema Financiero Rural”, México D. F.

Flora, C.B. and J.L. Flora. 2004. *Rural Communities, Legacy and Change*. Second Edition. Westview Press. 373 p.

Imperial Zúñiga, Ramón. 2004. Las cajas de ahorro: instrumentos de la sociedad civil. *Comercio Exterior*, Vol. 54 Núm. 7 Julio de 2004. pp. 606-611.

Martínez-Dajui, E., Carranza-Cerda, I., Sánchez-Hernández, M., 2013. Finanzas comunitarias. ”Metodología para la formación de grupos de ahorro y préstamo comunitario en el medio rural” Colegio de Postgraduados y Altres Costa-Amic Editores.

Robinson, M. S. 2004. La revolución microfinanciera. Finanzas sostenibles para los pobres. Traducción de Sara Bolaño, SAGARPA, México. The International Bank for Reconstruction and Development /the World Bank. INCA Rural, México, D.F.

Valdez, Pedro e Hidalgo, Nidia. 2004. Las microfinanzas y la provisión de servicios financieros en México. En Revista del Comercio Exterior, volumen 54, número 7, julio de 2004. BANCOMEXT. México, pp: 598-604

Yunus, M.1999. The Grameen Bank. Scientific American, 281(5), 114-119.

EL PASO DE LA AGRICULTURA FAMILIAR A LA AGRICULTURA COMERCIAL

Ignacio Carranza-Cerda[145]
Liliana Cabrera-Olaya [146]
Erika Benítez-García[147]

RESUMEN

Una de los temas más apremiantes hoy en día, es el acceso a alimentos saludables e inocuos y en cantidades necesarias. Con el elevado precio de los productos de la canasta básica, muchos de esos alimentos pueden ser conseguidos a bajo precio e incluso con una producción mínima, que cualquier familia pudiera producirlos. En este documento se pretende analizar las fallas que el sistema de producción implementado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), implementó para contribuir en la producción de alimentos de las familias rurales, para que produzcan en cantidad y puedan comercializar su producto a nivel nacional e internacional, la problemática que enfrentan los productores es que existe información deficiente, debido al escaso seguimiento en la capacitación de los productores y asistencia técnica, lo que resulta en poca o nula producción o eventualmente muy buena producción que se exporta pero no se consume en el mercado local. El presente análisis se deriva de un breve estudio previo al monitoreo y evaluación del Programa Integral de Desarrollo Rural Componente de Extensión e Innovación Productiva (CEIP) 2015, para el cual se entrevistaron solo a los productores de hortalizas de los municipios de Acatzingo, Amozoc, Cuetzalán del Progreso, Quecholac y Puebla, estado de Puebla. Los resultados muestran que la horticultura familiar para el estado de Puebla no es representativa y es de poca relevancia económica comparada con la horticultura comercial, debido a que pocas personas siembran suficiente superficie y alcanzan a obtener producción, en este caso los productores solo reciben la capacitación y la olvidan por falta de seguimiento técnico; asimismo, de forma contraria se encontró que hubo quienes lograron productos de buena calidad, no los vendió en el mercado local, los exportaron por dos años y dejaron de hacerlo porque no consiguieron más capacitación técnica referente a la comercialización de sus productos.

PALABRAS CLAVE: Seguridad alimentaria, extensión rural, política agrícola.

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda del gobierno y de algunas instituciones internacionales para contribuir a la seguridad alimentaria, se ha encontrado que hay falta de acceso a los alimentos, debido a varios factores, entre los que se encuentra su precio y que pocos de los productos son adquiridos en los mercados locales, aunque estos sean de mala calidad. Por otro lado los de mejor calidad son destinados a la exportación. El proceso de difusión de la información para producir los alimentos de forma local que apoye la agricultura familiar y que permita su acceso, se ha encontrado como poco eficiente, debido a que no se consideran los tiempos adecuados de siembra o cosecha de las especies y el periodo de contratación de los asesores técnicos, la orientación y capacitación es escasa, nula o no apropiada o presenta fallas en su acompañamiento por falta de recursos económicos por parte de las instituciones para dar seguimiento a los productores. A lo anterior

[145] Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, email: icarranz@colpos.mx
[146] Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, email: lcabrera@colpos.mx
[147] Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, email: e_benitez_garcia@hotmail.com

se le agrega la falta de organización para acceder a los servicios públicos, además de que estos se ven influidos en tiempos electorales.

Se ha encontrado que la producción de hortalizas en comparación con otros productos agrícolas, no es representativa; sin embargo, no son productos que estén fuera del alcance de los consumidores y sus costos de producción no son elevados, por ello es preciso revisar por qué ante dicha situación su consumo es mínimo y más preocupante es saber por qué su producción es mínima, ya que la mayor parte de la población rural se dedica a la agricultura familiar, como principal medio de subsistencia y en pequeña escala, basado en mano de obra familiar en su mayoría.

En ese contexto es importante la revisión de los propósitos que persigue el concepto de Seguridad Alimentaria, Extensión Rural y Política Agrícola, que nos permita entender lo que está pasando con la agricultura familiar y por qué es limitado su acceso a los alimentos.

Lo que se pretende en este documento es analizar las fallas que el sistema de producción implementado por la SAGARPA, lejos de contribuir a la producción familiar y su acceso a los alimentos, intenta hacer que la gente produzca en cantidad para comercializar su producto a nivel nacional e internacional y no se contribuya a la agricultura familiar que permita el consumo y acceso a los alimentos, lo que refleja que hay poca información o esta es deficiente, debido al inadecuado proceso de seguimiento en cuanto a capacitación de los productores y asistencia técnica, lo que resulta en poca o nula producción o muy buena producción que se exporta pero no se consume en el mercado local.

El proceso de Agricultura familiar a una economía de mercado

Con los nuevos retos y el incremento de la productividad en cualquier sector de la economía, la agricultura fue orientada hacia la industria en un crecimiento no solo local sino internacional, con la finalidad de coadyuvar al desarrollo global, además de favorecer y fortalecer al sector industrial, que se evidenció como una perspectiva a largo plazo y al mismo tiempo como estrategia de crecimiento.

En la actualidad las nuevas políticas se enfocan en la equidad de precios y su descenso, así como la rentabilidad de la agricultura, de acuerdo a Bruce Johnston y John Mellor (1961), abogaron por políticas que estuvieran a favor de los pequeños productores, a través de estrategias que generaren mayor productividad, describiendo un proceso a largo plazo en el que los tipos de innovación tecnológica variaban según las fases del proceso, y consideraban que la agricultura era una parte fundamental para el desarrollo de los demás sectores de la economía, proporcionando bienes y factores de producción, incluyendo mano de obra, divisas, ahorro, alimentos, además de promover un mercado para los bienes industriales producidos internamente.

Una tarea principal de la política agrícola es mejorar el funcionamiento de los mercados de productos y factores en el medio rural, con la finalidad de lograr el acceso al mercado y a un mejor precio como pago de sus productos, la explotación de la tierra y la gestión de los recursos en ocasiones se torna difícil para los pequeños productores, en dónde la base fundamental de sustento y generadora de ingreso es la agricultura y se evidencia más en las zonas rurales. Además de ser una fuente de empleo, la agricultura desempeña un valor importante en la balanza comercial de muchos países, pero la importancia del sector agrícola radica en no solo ser proveedora del recurso alimenticio, la fuerza de mano obra y de capital, sino que de esta depende

el sector agroindustrial y muchos otros sectores de manera indirecta, a través de la transformación del bien o servicio de una industria a otra.

La gran disparidad entre las regiones rurales puede ser otro factor detonante en el aspecto competitivo de la agricultura, pues existen áreas donde hay más recursos y flujo de mercado que en otras, además de que los gobiernos otorgan ciertos privilegios a productores comerciales en materia de apoyo productivo más que a pequeños productores, jornaleros e indígenas. Con la eliminación de los precios de garantía y la apertura comercial que se dio a través del proceso del TLCAN ha habido una convergencia entre los precios internacionales y los domésticos. De acuerdo a (Yunes A *et al.,* 2015) señala que la eficiencia en productos como el maíz, sorgo, trigo, cártamo, semilla de algodón, soya, frijol y oleaginosas, son productos considerados básicos que se han visto deficientes en la producción, considerando que la mayoría de los apoyos gubernamentales que han recibido algunos de los grandes productores y por el relativo aislamiento de los mercados que padecen los hogares rurales de cultivos básicos como el maíz, ha generado mayor grado de importación y a ello se le agrega el aumento de su valor ante los aumentos de los precios internacionales, esto es preocupante debido a la exposición continua de las inconsistencias del mercado internacional de alimentos y del cambio climático, lo que agrava aún más la pobreza en las zonas rurales del país.

La economía de subsistencia es la que aún prevalece en las zonas más marginadas y áreas rurales, que está basada en agricultura con explotaciones generalmente familiares, en los que no hay excedentes que permitan comercializarlos. El análisis de las economías campesinas de subsistencia combina la contabilidad del esfuerzo laboral, medido en días hombre o jornales, dedicados a una actividad durante un año o estación con la rentabilidad, en términos de valor agregado, de la producción derivada de dicha actividad, medida a precios locales de mercado y en ocasiones de malas cosechas no se disponía de producción ni mucho menos de transporte ni acceso a mercados comunes en áreas locales ni nacionales.

Esto nos conduce a enfatizar cinco puntos principales que de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2004), limitan el avance de la agricultura familiar.

En términos del capital humano, cabe considerar el bajo nivel educativo e insuficiente capacitación de los productores en temas específicos. En lo que se refiere al capital social, se denota la deficiente organización comunitaria, organización de productores y poca participación, lo que se ve reflejado en la incapacidad de asociación y cooperativismo. También se identifica la falta de una infraestructura institucional, dedicada a la investigación e infraestructura para la producción agrícola, sistemas financieros rurales, normas e instituciones que ayuden a definir los derechos de propiedad y en la solución de posibles controversias especificas del sector agrícola. La escasa infraestructura física de caminos, puentes, servicios de comunicación, energía eléctrica y servicios de agua para riego y potable. Así como la inadecuada inversión del capital físico privado que se caracteriza por la falta de tierra y la insuficiente infraestructura de riego en las fincas y en todos los bienes de producción inmersos en la agricultura.

Diversos estudios demuestran que la agricultura es el sector fundamental para reducir la pobreza rural y urbana y que de esta se pueden extraer excedentes que son llevados a la industria, de acuerdo con Gale Johnson,(1991) menciona que muchas de las preocupaciones sobre el suministro mundial de los alimentos se basa en el supuesto de que la tierra sea el suministro limitante, pero no es así sino más bien señala que lo puede ser la falta de investigación y los conocimientos, la disponibilidad de los insumos no agrícolas a precios razonables y las políticas gubernamentales que afectan a los incentivos. Si las políticas garantizaran la disponibilidad de

los primeros dos y no discriminaran contra la agricultura en las políticas de comercio exterior y macroeconómico, los agricultores harán el resto.

Por tal motivo las estrategias de implementación para el fortalecimiento del desarrollo y competitividad del sector agrícola deben ser implementadas de manera integral y con conocimiento de causa, no solo de implementación de un programa, es también necesario el seguimiento y la evaluación de las mismas políticas públicas o programas de fortalecimiento que deben ser impulsados a través de integraciones o unidades agropecuarias con la finalidad de producir, transformar y comercializar sus productos para ofrecer servicios tangibles a los productores y sus familias en otras áreas como salud, vivienda, educación que de alguna forma los motiven a seguir produciendo, participando y ayudar a minimizar la migración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El análisis que se aborda en este escrito se desprende de un breve estudio previo al monitoreo y evaluación del Componente de Extensión e Innovación Productiva (CEIP) 2015 del Programa Integral de Desarrollo Rural de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Se tomó como referencia los municipios y localidades que según el informe de la evaluación del Componente en 2014 y presentado en 2015, señala los municipios atendidos y que también están considerados en los municipios atendidos en el programa Sin Hambre.

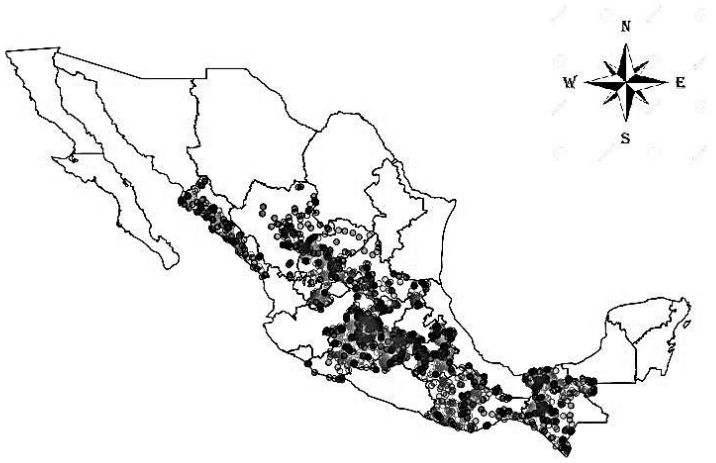


Figura 1. Marco muestral de beneficiarios CEIP 2015. SMYE.

Dada la poca relevancia que se encontró en dicho reporte con respecto a la producción de hortalizas y su función de promotor de la agricultura familiar, se realizaron entrevistas solo a los productores de hortalizas de los municipios de Acatzingo, Amozoc, Cuetzalán del Progreso, Quecholac y Puebla, en el estado de Puebla. Se incluyeron las siguientes comunidades Acatzingo de Hidalgo, Amozoc de Mota, Concepción Capulac (La Ex-Hacienda), La Resurrección, Quecholac, San Miguel Canoa, San Miguel Espejo, San Sebastián Villanueva, Santa María Xonacatepec y Tacuapan. Todo ello con la finalidad de investigar por qué se muestra poca producción, cuando se asignaron recursos para capacitación y asistencia técnica, donde las

personas no tenían que poner recurso alguno, más que su tiempo y mano de obra, con insumos accesibles y de bajo costo.

La producción proyectada a obtener es de hortalizas como: rábano, acelga, lechuga, col y brócoli.

En total fueron entrevistados 22 productores, 73% mujeres y 27% hombres; de los cuales 14 personas hablan y pertenecen al grupo indígena nahua; las edades de los encuestados son de 28 a 66 años, siendo el grupo etario más representativo el de los 30 años; la escolaridad encontrada fue del nivel primaria, y sólo algunos de secundaria, bachillerato y universidad; el tamaño de familia al que pertenecen es en promedio de 3 miembros, por lo cual la mayoría de estos beneficiarios es ama de casa, jornalero o jornalera, comerciante y solo hay un profesor, que trabajaron de la siguiente forma: el 14% trabajó de forma individual, el 72% en grupos informales y el 14% en una organización formal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde la década de los 70 se estableció como una preocupación el producir alimentos y poder disponer de ellos, para los 80 se le agregó que este acceso fuera tanto económico como físico y para los 90 se dice que deben ser productos inocuos afirmando que esta seguridad alimentaria sea considerada como un derecho humano, de tal forma que se estableció que el termino de seguridad alimentaria y nutricional, no es más que “un estado en el cual todas las personas gozan, en forma oportuna y permanente, de acceso físico, económico y social a los alimentos que necesitan, en cantidad y calidad, para su adecuado consumo y utilización biológica, garantizándoles un estado de bienestar general que coadyuve al logro de su desarrollo” (FAO, 2011-2).

La respuesta mundial y nacional fue colaborar y crear instituciones para llevar a cabo este objetivo, donde la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), en conjunto con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) y el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), colaboran en las áreas del proyecto de seguridad alimentaria, mediante instancias como el DIF, las subsecretarías de Desarrollo Rural y el programa Sin Hambre, con la política agrícola de buscar mecanismos e implementar políticas que permitieran, la búsqueda de la disponibilidad, acceso, calidad e inocuidad y uso adecuado de los alimentos (Urquía-Fernández, 2014-94), con la finalidad de mitigar la pobreza.

Es así como el programa Sin Hambre, crea la estrategia de Cruzada Nacional Contra el Hambre, la cual reconoce que la privación de los alimentos es producto de un entorno socioeconómico complejo, de carácter multidimensional, por lo que requiere visualizarlo desde un punto de vista integral, que conlleve a la integración de los distintos instrumentos de política pública en materia de alimentación, salud, educación, vivienda, servicios e ingresos, donde la autogestión, participación y empoderamiento de la propia comunidad sea el eje primordial para su propio desarrollo (Sin Hambre, 2017).

Lo anterior conlleva a mecanismos, que permitan que la población se involucre en este propósito, donde los técnicos y especialistas ingresen a desarrollar las capacidades, habilidades y actitudes de los productores, que les permita gestionar innovaciones y la integración de los diferentes eslabones de la cadena productiva para reducir de forma paulatina la pobreza mediante la producción que permita el acceso a los alimentos, es decir, crear mecanismos donde la

agricultura familiar sea la base primordial de la alimentación, que de forma indirecta aparte de elevar las condiciones económicas del sector rural, debe buscar formas superiores de producción y organización social (INCA-RURAL, 2015, 28-27).

Al respecto, se encontró que la población beneficiada llegó a producir, cilantro, rábano, acelga, lechuga, col y brócoli en un espacio de dos metros cuadrados, el cual se encuentra en el solar, cerca de los terrenos de maíz, en un terreno baldío o incluso en el patio. Sin embargo cabe señalar que solo para los que realizaron la producción de lechuga, utilizaron un terreno de 100 metros cuadrados, bajo el sistema de riego por goteo.

En cuanto a la producción, esta fue mínima para los productos como rábano, brócoli, col, acelga y un poco de lechuga con 12 piezas, que fueron parte de la cosecha, donde una vez que se obtuvo, los participantes descontinuaron la producción por falta de semilla, plántulas y asistencia técnica, esto ocurrió en los municipios de Acatzingo, Amozoc, Cuetzalán del Progreso y Puebla, donde se trabajó de forma individual y en grupos informales.

Para el caso de la producción de lechuga en Quecholac, donde se destinó más superficie, esta producción se trabajó con un grupo formal de 30 miembros, los cuales se turnaron para el cuidado de la lechuga orgánica, siembra, cosecha, riego y limpieza, que dio como resultado una producción de hasta 200 y 500 piezas por envío de exportación a China cada 15 días, con un precio de 15 pesos la pieza.

En cuanto a la organización grupal, las personas que respondieron haber trabajado de forma individual, mencionan que tuvieron que salir de sus comunidades a recibir o buscar la asesoría a un CADER cercano, según como les avisaran que había capacitaciones gratuitas.

Para el caso de quienes se encuentran en organización informal, se considera que estos grupos son los que se formaron entre familiares, conocidos, amigos y vecinos de la misma comunidad, derivado del conocimiento de los capacitadores que venían de programas de seguridad alimentaria proporcionados por el DIF estatal; estos grupos van desde 6 hasta 25 integrantes. Dichos grupos no solo se encuentran inscritos en una sola capacitación, reciben hasta tres capacitaciones de distintos programas con distintos asesores o extensionistas, en distintas actividades, lo cual motiva que los extensionistas encargados del componente de SAGARPA dejan de trabajar con ellos, pues creen que alguien más está realizando su trabajo y en lugar de asesorar o dar el acompañamiento, solo supervisan si realizaron su primera prueba de producción y los abandonan. Otros también comentaron que pidieron apoyos de infraestructura y no saben por qué o para qué les dieron apoyo de capacitación.

Las personas que respondieron haber estado en una organización formal, tuvieron que constituir dicha organización de forma inmediata, luego de que fueron aceptados en el programa el año 2014, para que en el 2015 pudieran exportar su producción de lechuga orgánica a China, pero al no dar continuidad a los demás trámites para su comercialización y la ampliación de asesoría por parte del técnico quien se retiró por término de contrato, la gente se desanimó y se desintegró el grupo de forma temporal.

En la pregunta que se realizó con respecto a lo que les permitió y facilitó su acceso como beneficiarios al componente, la respuesta fue que eran periodos de campañas electorales municipales, donde todo se daba por la pertenencia a un partido político y otra fue que existe comunicación constante con gente local para crear un grupo informal de trabajo y las personas encargadas de los CADER para brindar la información oportuna de las convocatorias vigentes.

De forma contraria, lo que afectó en la desintegración de los grupos o disminución de sus integrantes, fue la renovación del ingreso al programa, el cual pedía nuevamente la entrega de documentos oficiales, entre ellos copia de la credencial de elector, la cual para muchos no estaba actualizada o estaba en trámite, los términos de contratos de los extensionistas o la falta de asistencia de los mismos en las capacitaciones.

CONCLUSIONES

El Componente de Extensión e Innovación Productiva del Programa Integral de Desarrollo Rural, en lo que se refiere a la promoción de la seguridad alimentaria de las familias campesinas a través de la producción y consumo de alimentos ha mostrado deficiencias y fallas debidas a inconsistencias en el seguimiento en la capacitación y la asistencia técnica, la presencia esporádica de los técnicos y el desfase en los tiempos de contratación y los calendarios agrícolas. En el caso de programas como Sanidad e Inocuidad Alimentaria, los productores de de trucha que recibieron capacitación en sus granjas acuícolas recibían visitas del extensionista una o dos veces al mes, dando seguimiento de la producción y a las buenas prácticas acuícolas, en su mayoría todos ellos con producción de venta en pequeña escala. Por lo tanto el desfase de información y las actividades de extensión dependen de la capacitación que la SAGARPA proporcione a sus extensionistas y del subsector en cuestión.

Como consecuencia en las aéreas de estudio, la provisión de información tecnológica e insumos necesarios ha sido inconsistente y escasa, reflejándose en niveles de producción exiguos o nulos.

Se ha privilegiado o priorizado la producción para el mercado antes que para el consumo familiar, aun cuando se ha tratado de superficies pequeñas principalmente en el traspatio o solar.

Por lo tanto se requiere mayor capacitación a los técnicos, promoción por separado de la producción en la parcela para fines comerciales y en el traspatio para mejorar el consumo de la familia campesina. Contratos de técnicos adecuados que les den permanencia en campo de acuerdo a los calendarios agrícolas y que a la vez promuevan la difusión de innovaciones tecnológicas, la organización, la provisión de insumos e infraestructura productiva, crédito y procesos de comercialización y agregación de valor con un seguimiento de principio a fin.

LITERATURA CITADA

INCA-RURAL. 2015. Evaluación del Componente de Extensión e Innovación Productiva, Evaluación Nacional 2014. Disponible en: http://www.inca.gob.mx/webfiles/transparencia/evaluacion_del_componente_de_extensionismo_e_innovacion_productiva_informe_final_ceip_2014.pdf. Consultado el 24 de mayo de 2016.

Johnson, D.G. 1991. World Agriculture in Disarray. Springer. Palgrave Macmillan UK. Edition No. 2.

Johnston, Bruce F. y John E. Mellor, 1961. “The Role of Agriculture in Economic Development”, *American Economic Review,* vol. 51, pp. 566-593.

Marco muestral de beneficiarios CEIP 2015. Disponible en: http://smye.info/mapa_base/map/?mapa=e15_map_ceip. Consultado el 20 de mayo de 2017.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 2004. Política de Desarrollo Agrícola. Capacitación en Políticas Agrícolas y Alimentarias 2. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5673s/y5673s00.pdf. Consultado el 17 de agosto de 2016.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 2011. Seguridad alimentaria y nutricional. Conceptos básicos. Programa especial para la seguridad alimentaria-Pesa-Centroamérica. Proyecto food facility Honduras. Disponible en: http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf. Consultado el 5 de enero de 2014.

Sin Hambre. 2017. Cruzada Nacional Contra el Hambre. Disponible en: http://sinhambre.gob.mx/que-es-la-cruzada/. Consultado el 27 de mayo de 2017.

Urquía, F. 2014. La seguridad alimentaria en México. Revista Salud Pública México, 56(1): 92-98.

Yunes, A., Rivera, F., Chávez., Ma. De los A., Mora, R. J., y Taylor, E., J. 2015. La economía del campo mexicano: Tendencias y retos para su desarrollo. Colegio de México, 1ª. Edición.

AGRICULTURAS FAMILIARES Y SOBERANÍA ALIMENTARIA

Darío Alejandro Escobar Moreno[148]

RESUMEN

El objetivo de esta ponencia es contribuir al esclarecimiento de dos conceptos que son claves para proponer alternativas al modelo agroalimentario vigente a escala global. Si bien ambos son conceptos que han venido cobrando importancia en diversos foros nacionales e internacionales durante los años recientes, siguen ofreciendo un campo prolijo para contribuir a su discusión y valorar su pertinencia, en particular en un contexto como el mexicano.

La metodología utilizada se basa en una amplia revisión teórica de los conceptos, por un lado, y la experiencia del trabajo de campo en la caracterización de unidades de producción rural por el otro, todo ello con base en parámetros teóricos y prácticos.

Los principales resultados se orientan sostener la mayor pertinencia del concepto de “Agriculturas Familiares”, en plural, y no de “Agricultura Familiar”, en singular, desde una perspectiva analítica, y se ofrecen los argumentos que respaldan tal perspectiva a partir de la gran diversidad de modalidades bajo las que se practica la misma, así como de los procesos de cambio que se perciben en las propias unidades familiares. También se propone precisar los objetivos del concepto de “Soberanía Alimentaria” para desvincularlo del de “autosuficiencia alimentaria”, así como enfatizar el objetivo de garantizar la adecuada alimentación de toda la población, en cantidad y calidad, a partir del enfoque de derechos humanos.

Se discute sobre las ventajas que presentan las AF para abastecer los mercados locales y regionales con alimentos ecológicos y de alta calidad cultural.

Palabras Clave: Alternativas Alimentarias, Sistema Agroalimentario Dominante, Recursos Locales, Alimentos de Alta Calidad Cultural.

[148] Universidad Autónoma Chapingo. Centro Regional Universitario Centro Norte. E-mail: daemore@taurus.chapingo.mx

ANALISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCION DE SORGO (Sorghum bicolor L. Moench) Y GIRASOL (Helianthus annuus L.) VS MAIZ BLANCO (Zea mays) EN LA REGION DEL VALLE DE GUASAVE, SINALOA

Andrés Galvez-Rodriguez[1]
Gilberto Bojórquez-Delgado[1]
Antonio Flores-Naveda[1]
Julio Guadalupe Pacheco-Ayala[1]
Jesús Bojórquez-Delgado[1]
Marco Antonio de Jesús Rojas-Orozco[1]

RESUMEN
Para el desarrollo de este análisis se tiene como objetivo analizar la rentabilidad financiera y económica que se tuvo en la siembra de Sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) y Girasol (Helianthus annuus L.) frente o contra la siembra de Maíz blanco (Zea mays) tradicional para los productores de la región, en el ciclo agrícola 2016 y 2017 Otoño Invierno (OI) Primavera verano (PV) de los primeros y Otoño Invierno (OI) del segundo en el valle agrícola del municipio de Guasave, Sinaloa.

Para el presente estudio se consideraron las condiciones de cada uno de los cultivos en mención en la región del valle agrícola de Guasave, tomando como base la información recabada de los cultivos del campo experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave, con la finalidad de conocer su impacto en los indicadores de Beneficio/Costo (B/C), el Punto de Equilibrio (PE) y Tasa Interna de Retorno (TIR). En función a este análisis de sensibilidad de estos indicadores y considerando el panorama local, nacional e internacional llegamos a la conclusión de que la producción de Sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) y Girasol (Helianthus annuus L.) frente al cultivo tradicional de Maíz blanco (Zea mays) es altamente rentable, ofreciendo una alternativa de negocio a los productores de este valle agrícola del norte de Sinaloa.

PALABRAS CLAVE
Sorgo-Girasol, Maíz, PE, B/C y TIR

INTRODUCCIÓN

El Sorgo pertenece al grupo de los cereales y se emplea para la alimentación humana principalmente en África, y de ganado en América y Oceanía. Mestre (2007) afirma que algunos usos del sorgo son: alimentación humana, alimentos balanceados, agentes espesantes, entre otros. Además los cereales constituyen la fuente de nutrientes más importante para la humanidad, históricamente están asociados al origen de la civilización y cultura de diversos pueblos en el mundo. Particularmente, el sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) es el principal cereal de grano cultivado en las regiones semiáridas del mundo y se utiliza para consumo humano en estas regiones.

El cultivo de Girasol es conocido desde hace más de 3,000 años a.C, su nombre científico es Helianthus annuus, llamado comúnmente girasol, calom, jáquima, maravilla, mirasol, tlapololote, maíz de teja, acahual o flor de escudo. Es una planta herbácea anual de la familia de las asteráceas, originaria de Centro y Norteamérica y cultivada como alimenticia, oleaginosa y ornamental en todo el mundo (Heiser, 1955).

[1] Instituto Tecnológico Superior de Guasave.

Cabe mencionar que uno de los cultivos oleaginosos más importante en la producción de aceite, para el consumo humano, es el girasol, considerado como uno de los aceites con mayores beneficios para la salud, por su alto contenido de grasas poliinsaturadas. En su composición destacan principalmente los ácidos linoléico, oleico, palmítico y esteárico. Otro producto importante del girasol, es la pasta, que es la torta residual obtenida después de realizar la extracción del aceite, la cual contiene de 40-50% de proteínas con aminoácidos favorables para la alimentación del ganado y aves. La torta también es rica en caroteno, niacina y tiamina, y baja en lisina (Anónimo 2003).

El maíz (Zea mays L.) en forma de tortilla, es uno de los principales componentes de la dieta del pueblo mexicano. Además de la tortilla, el maíz se utiliza para la obtención de botanas, atoles, pinoles, y en general para una amplia variedad de productos, cuyos usos están asociados con los tipos y características del material y su adaptación a diversas regiones agrícolas. Tal diversidad genética de las poblaciones nativas se ha logrado a través de selecciones recurrentes por sus usos en aplicaciones culinarias (Ng et al., 1997), además La importancia del maíz en México, es sumamente grande ya que forma parte de la alimentación de su población y ha sido documentada ampliamente (Randolph, 1952; Kato y McClintock, 1981; Figueroa y Aguilar, 1997). De las 346 razas de maíz reportadas en el continente americano, por lo menos 50 se encuentran en México (Goodman y Brown, 1988). La mayor parte de estas fueron estudiadas y clasificadas por Wellhausen et al., (1952)

El precio de los granos en el mundo:
El alza de las cotizaciones de los productos básicos (petróleo, metales, alimentos y otras materias primas) ha sido un hecho destacado durante la última década. En el caso de los precios de los alimentos, las alzas lograron niveles muy significativos hasta el año 2012. El aumento fue relativamente generalizado, alcanzando a granos, carnes, lácteos y otros productos de origen agropecuario. Entre el año 2000 y el año 2014 el Índice de Precios de los alimentos aumentó 127%, así mismo el índice de los cereales aumentó 130% en el mismo periodo. (Reporte del CEDRSSAR)

En la actualidad en el estado de Sinaloa se realiza el monocultivo, el monocultivo se refiere a las plantaciones de gran extensión con el cultivo de una sola especie, con los mismos patrones, resultando en una similitud genética, utilizando los mismos métodos de cultivo para toda la plantación (control de pestes, fertilización y alta estandarización de la producción), una de las desventajas principales del uso del monocultivo es que el suelo sufre un desgaste de los nutrientes y finalmente comienza a erosionarse. Esto se debe a que en muchos cultivos se retira la planta completa, y así se interrumpe el proceso natural de reciclaje del suelo. El suelo se empobrece y pierde productividad por lo cual es necesario la adición de fertilizantes Además que no se interrumpe el ciclo de las plagas y enfermedades limitando con esto la productividad. (Tipos de agricultura, 2015).

El municipio de Guasave, Sinaloa es considerado como una zona de alta producción agrícola de México por su gran variedad de microclimas es compatible con una gran diversidad de cultivos. Guasave es una ciudad del estado mexicano de Sinaloa; es la cuarta en orden de importancia en el estado y cabecera del municipio del mismo nombre. Está situada en la llanura costera del Pacífico, a la entrada del golfo de California y en el corazón de una rica región agrícola, es considerada el "Corazón Agrícola de México". Fue fundada hace más de 400 años y es

considerada como la frontera norte de Mesoamérica, el cruce entre Mesoamérica y Aridoamérica. (Geografía, 2010). El desarrollo y el avance del municipio de Guasave se reflejan principalmente en el sector primario, principalmente la agricultura, donde se cuenta con productores con alta tecnología y hasta aquellos de subsistencia. Se destaca en el octavo lugar territorial con una superficie de 3 mil 464 kilómetros cuadrados respecto a los demás municipios del Estado. La agricultura ocupa un 70% de la superficie municipal, cuenta con más de 346 mil 441 hectáreas, de las cuales 181 mil 542 son de riego, 27 mil 691 pecuarias, 12 mil 570 forestales y 124 mil 638 para otros usos. Guasave dispone de 758 mil 860 toneladas, gracias a su capacidad de almacenamiento de granos, cereales y oleaginosas se sitúa en tercer lugar a nivel estatal. (Geografía, Encuesta intercensal, 2016).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se delimito y se realizaron dentro del campo experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave en el ciclo agrícola 2016-2017 en una superficie de 1 hectarea por cultivo. En el caso del Girasol la semilla utilizada fue de la empresa Syngenta, hibrido: SYN3950HO manejando una densidad de 60,000 semillas /hectáreas, en el caso del sorgo la semilla utilizada fue NK-7829 para el caso del maíz se utilizó un hibrido DK2038 de la empresa Dekalb, este proceso se consideró para conocer los costos de producción de la cosecha, preparación del terreno, siembra, fertilización y cosecha, así como el más reciente rendimiento (producción/hectárea) e ingresos obtenidos por venta de grano los cuales se establecieron de la siguiente manera como lo muestra la figura 4 (cultivos 1, 3 y 4). Con la información obtenida, se calcularon los indicadores económicos de la producción de sorgo, girasol y maíz. Muñante (1997) afirma que existen dos tipos de indicadores económicos, de los cuales el valor actual neto (VAN), relación beneficio-costo (B/C) y tasa interna de retorno consideran el valor del dinero en el tiempo. Estos indicadores se calcularon empleando el rendimiento (producción grano/hectárea) y el ingreso por venta de producción; se consideraron disminuciones en ambas variables para analizar el impacto que tendrían en la ganancia. Para procesar los datos se emplearon Excel™ 2010.



Figura 4. Distribución de cultivos del campo experimental ITSG.

En este estudio se consideraron el ciclo agrícola otoño-invierno y primavera verano 2016 y 2017.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 5 muestra una tasa interna de retorno del Maíz es de 42.7%, para el Girasol es de 144% y para el Sorgo es de 85% lo que nos indica que tanto el girasol en tres meses como el sorgo de cuatro meses tienen un rendimiento mayor que el maíz que representa un periodo de producción que igualan la suma con siete meses en su periodo de producción. Ahora lo que nos muestra la figura 6 es la relación beneficio/costo (B/C) para cada uno de los cultivos tanto del maíz, como del Sorgo y el Girasol, bajo las condiciones propias de cada cultivo, dándonos como resultados que en el caso del Maíz por cada peso que se invierta se obtiene 43 centavos de ganancia frente al Sorgo que por cada peso que se invierta se obtienen 83 centavos de ganancia y en el caso del Girasol el beneficio costo es mucho mayor ya que se obtienen por cada peso 1.44 de ganancia.

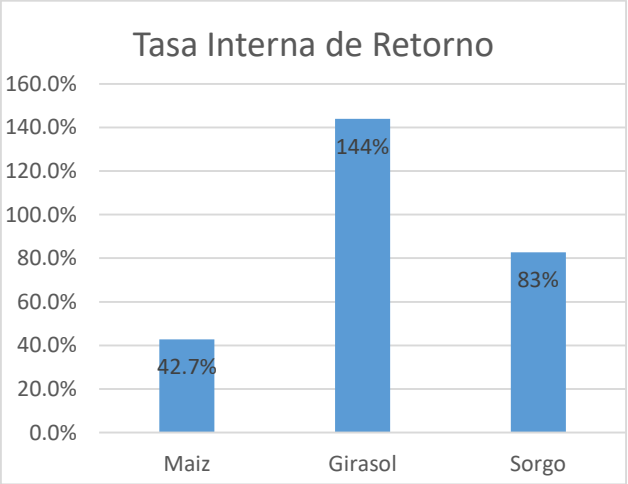


Figura. 5
Fuente: Elaboración propia.

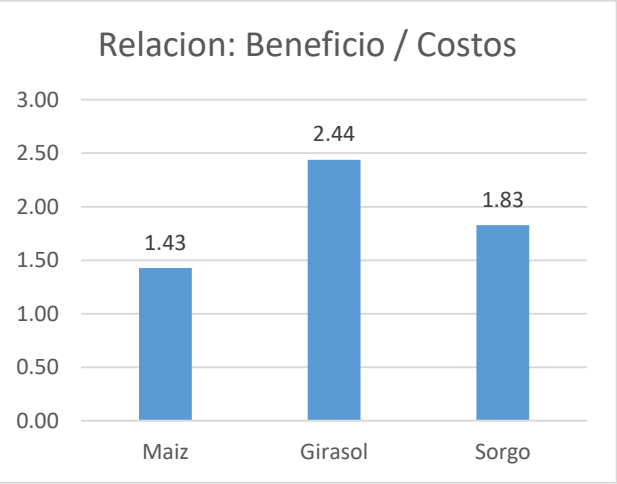


Figura. 6
Fuente: Elaboración propia.

Ahora en la figura 7, en el cultivo de maíz nos indica que con $ 21397.00 se cubren costos y gastos, con el 59% de la inversión no se pierde ni se gana, para el caso del cultivo de girasol son $7824.76 con un 37.26 y para el sorgo son 11717.96 con un 50.51%.

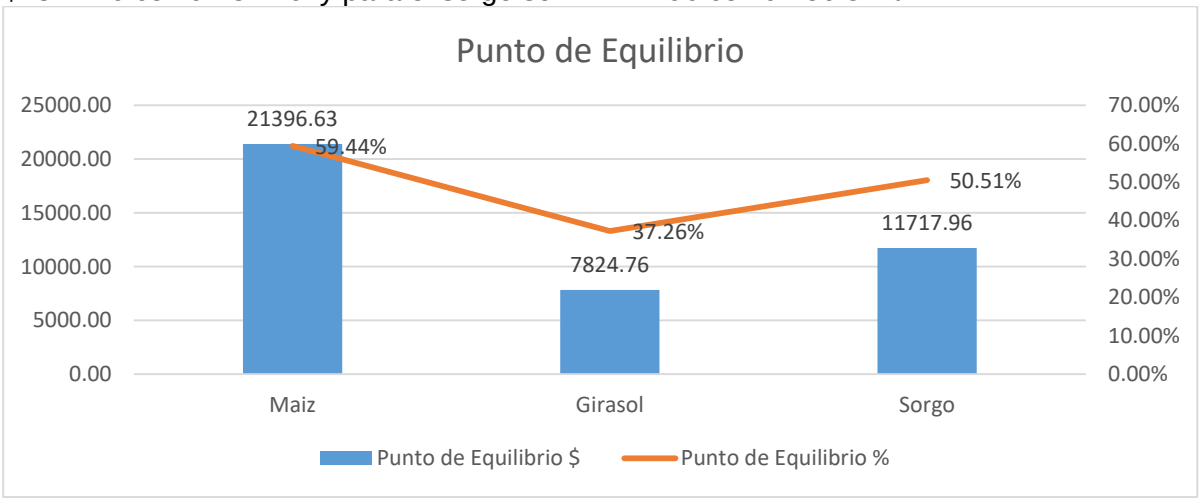


Figura. 7 Fuente: Elaboración propia.

Para la figura 8 y 9 podemos observar en estos cuadros comparativos la inversión, los ingresos y los beneficios de los cultivos en los cuales se visualiza una gran diferencia.
Además de los indicadores antes presentados, se calculó la TIR como una herramienta de apoyo para la toma de decisiones de inversión.

En todo momento, los indicadores de margen de seguridad B/C, TIR y punto de equilibrio mantienen un comportamiento similar; esto es, a mayor margen de seguridad, mayor es la razón B/C es grande, además la TIR se presenta como aceptable sin dejar de mencionar lo correspondiente al punto de equilibrio.

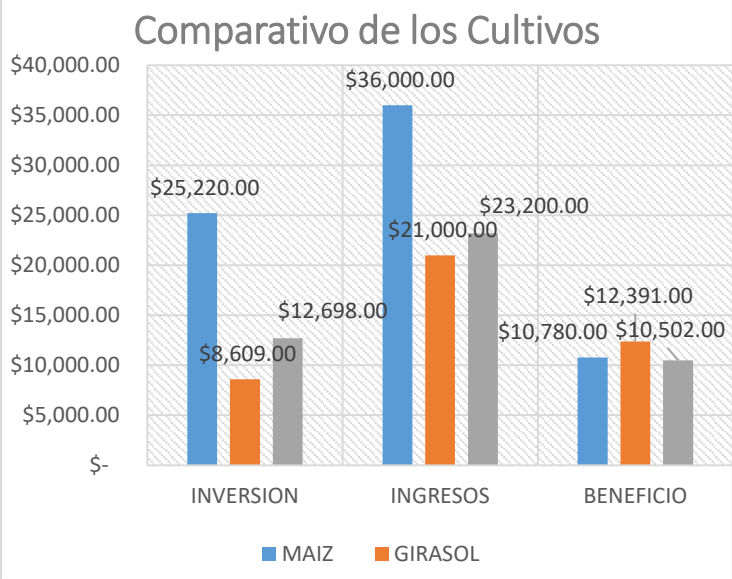


Figura. 8
Fuente: Elaboración propia.

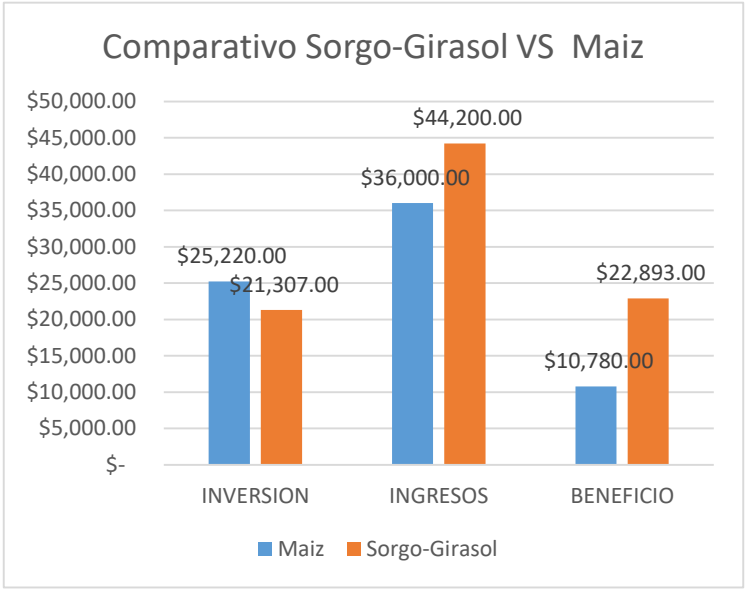


Figura. 9
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos de los tres cultivos Maíz, Sorgo y Girasol de los cuales el Maíz presenta los menores indicadores de B/C, Margen de utilidad y de rentabilidad; esto se debe a que cultivo de Maíz tiene un periodo de siete meses entre siembra y cosecha además este requiere un mayor costo de producción que el Girasol y el Sorgo ya que el primero requiere tres meses entre siembre y cosecha y el Sorgo solo cuatro meses cabe mencionar que estos dos últimos cultivos requieren de poca agua lo que facilita la obtención de los permisos tanto de agua como de siembra.

En esta investigación, se consideraron los costos de la preparación del terreno, siembra, fertilización, labores de siembra, riegos, control químico y cosecha de los mismos, sin embargo, es necesario realizar estudios por cada cultivo en el que se contemplen con mayor detalle la diversidad de sus actividades culturales.

Aunque se plantearon algunos cambios que afectan la ganancia de estos cultivos, pueden realizarse futuros trabajos considerando cambios en el precio de venta, el incremento en el rendimiento y el acceso para transferencia tecnológica. Otro aspecto importante a considerar es

el ingreso, por lo que es necesario analizar la rentabilidad del cultivo de sorgo y girasol. También es necesario cuantificar el potencial de producción en la zona y cómo podrían desarrollarse a partir del Sorgo y Girasol en las cadenas de valor en la región, considerando la ubicación estratégica de la región y las expectativas de crecimiento del mercado del Sorgo y Girasol a nivel mundial.

CONCLUSIONES

En este documento se presentó el análisis económico de la producción de sorgo-girasol frente a la producción de maíz durante el periodo que comprende el ciclo agrícola Otoño Invierno (OI) Primavera verano (PV) 2016 y 2017 en el valle agrícola de Guasave, Sinaloa., Los indicadores de TIR, B/C Y PE fueron analizados encontrando que varían en función de los factores de cultivo, como lo son la preparación del terreno, siembra, fertilización, labores de siembra, riegos, control químico y cosecha. Además, demuestran que esta actividad es factible y redituable sembrar en la región Sorgo-Girasol durante el mismo periodo en el que se siembra el Maíz.

La información obtenida se integró de forma que se observen los indiciadores económicos en función de las condiciones de siembra y posibles cambios en el rendimiento, la cual puede emplearse para mostrar una alternativa a los productores agrícolas de la región del valle de Guasave además de motivar a la inversión para la mejora de la productividad.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico Superior de Guasave por haber proporcionado la oportunidad de utilizar parte del terreno en el campo experimental, al Dr. Antonio Flores Naveda por haber proporcionado la semilla y otros insumos necesarios para poder realizar dicha investigación.

LITERATURA CITADA

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. CENTA. 2011. Guía técnica del sorgo (Sorghum bicolor L. Moench). Capítulo VIII. Industrialización del grano de sorgo para consumo humano. San Andrés, La Libertad, El Salvador.

Heiser, J. C. (1955). Origin and development of the cultivated sunflower.

MESTRE, Y., Usos del sorgo granífero en la alimentación humana y otros. Disponible en: http://www.maizar.org.ar/documentos/298_ususosdelsorgo.pdf; consultado el 20 de marzo de 2012.

ANONIMO 2003. El girasol mexicano. Rev. Claridades Agropecuarias 120: 4-5

Ng K Y, L M Pollak, S A Duvick, P J, White 1997. Thermal properties of starch from 62 exotic maize (Zea mays L.) lines grown in two locations. Cereal Chem. 74(6):837-841.

Kato Y A, B McClintock (1981) The chromosome constitution of races of maize in north and middle america. Part Two. In: Chromosome Constitution of Races of Maize. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. pp:9-67.

Wellhausen E J, L M Roberts, E Hernández-X, and P C Mangelsdorf (1952) Races of Maize in Mexico: Their Origin, Characteristics and Distribution. The Bussey Institution of Harvard University. 223 p.

Randolph L S (1952) New evidence of the origin of maize. Amer. Nature 86:193-202.

Figueroa C J D, R Aguilar (1997) El origen del maíz. Avance y Perspectiva 16:91-98.

Goodman M N, L W Brown (1988) Races of corn. In: G F Sprague, JW Dudley (eds). Corn and Corn Improvement. ASA Monograph 18. ASA, Madison, Wisconsin. pp:33-79.

Reporte del CEDRSSAR (centro de estudios para el desarrollo rural sustentable y soberanía alimentaria) octubre 2014. pp: 2 y 3.

Geografía, I. N. (2010). Principales resultados por localidad.

Geografía, I. N. (2016). Encuesta intercensal .

MUÑANTE, P.D., Formulación y evaluación de proyectos. México: SEP-SEIT-DGETA, 1997.

PRODUCCIÓN DE CEREALES 1980-2015 REFORMAS CONSTITUCIONALES, EL TLCAN, MASAGRO Y LA AGRICULTURA CONVENCIONAL SEGUNDA PARTE: VALLES ALTOS

Joaquín Zagoya-Martínez[149]
Andrés María-Ramírez[1]
María de Lourdes Hernández-Rodríguez[1]

RESUMEN

En la primera parte de este trabajo se analizaron los efectos de la reforma constitucional al artículo 27, el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), la implementación del Programa de Modernización sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) y la adopción del modelo de agricultura convencional en la producción de maíz y trigo en México, en esta segunda parte se abordan los mismo factores en el caso particular de los Valles Altos, integrado por los estados de Tlaxcala, Puebla, México e Hidalgo, los cuales se caracterizan por contar con una agricultura de pequeña escala bajo condiciones de temporal y altos niveles de rentismo. El análisis mostró que la superficie sembrada con estos granos básicos ha disminuido significativamente. De igual modo, devela que la producción se fundamenta en un incremento de los rendimientos por hectárea. El trigo es el grano que se ha visto mayormente afectado en la disminución de su superficie sembrada en los cuatro estados. Los resultados reflejan que la reforma constitucional, los acuerdos comerciales y los programas agrícolas han afectado de manera negativa la producción de maíz y trigo en los Valles Altos, sustituyendo la ampliación de la superficie sembrada por el aumento de los rendimientos por hectárea, significando con ello, mayor presión a los ecosistemas a través del uso de tecnologías externas a los sistemas de producción locales y una debilidad en la implementación de políticas orientadas al fortalecimiento de la agricultura de pequeña escala bajo condiciones de temporal, afectando con ello la autosuficiencia en la producción de estos cereales.

PALABRAS CLAVE

Política agrícola; Programa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional; Seguridad alimentaria; Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

INTRODUCCIÓN

La situación –precaria– prevaleciente del campo mexicano demanda de soluciones a problemáticas como: i) la inseguridad alimentaria; ii) el déficit en la producción de cultivos estratégicos; y iii) la falta de una política compensatoria a la población y zonas rurales marginadas. Con ello se han definido líneas de acción en los diferentes planes sectoriales, sin que exista una respuesta contundente a la problemática, contraponiendo a la soberanía alimentaria con el incremento de los apoyos gubernamentales al sector de los pequeños productores (Pérez, 2013). En este sentido, el gobierno de México en el trascurso de los últimos 100 años, ha considerado a las unidades pequeñas de producción como un lastre y un impedimento para el desarrollo del campo mexicano, a pesar de ser las más generalizada en el país (Fletes *et al.,* 2016).

[149] El Colegio de Tlaxcala A.C. *joaquin.zagoya@coltlax.edu.mx*

Los Valles Altos están integrados por Tlaxcala, Puebla, Estado de México e Hidalgo, el tipo de agricultura que predomina es de temporal y de pequeña escala, registrandose presión sobre el uso de suelo, ocasionado fragilización de los agroecosistemas y erosión de importantes superficies agropecuarias. Los cultivos que más se desarrollan son el maíz, trigo, cebada y avena, contribuyendo de manera importante a la producción nacional de cereales (Navarro *et al*., 2007). Con ello, el objetivo del presente estudio fue analizar los efectos de la reforma constitucional al artículo 27, el TLCAN, la implementación de MasAgro y la adopción del modelo de agricultura convencional en la producción de maíz y trigo en los Valles Altos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para lograr el objetivo, se partió de la revisión y análisis de la información secundaria existente relacionada con el cultivo de maíz y trigo durante el periodo comprendido entre los años 1980-2015 en Tlaxcala, Puebla, Estado de México e Hidalgo. El estudio de datos se efectuó a través del software estadístico SPSS versión 23.0 utilizando estadística descriptiva, así como inferencial empleando la prueba de t de Student ($P<0.05$), lo que permitió corroborar los efectos de la reforma constitucional al artículo 27, el TLCAN y MasAgro sobre la superficie sembrada, producción y rendimiento entre los años en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Valles Altos durante el periodo 1980-2016 en promedio se sembró 19.93% de la superficie destinada a maíz en todo el territorio nacional, así como 9.3% de la trigo. Representando 19.4% de la producción de maíz nacional y 4.5% de la de trigo. Puebla y el Estado de México mostraron mayor superficie destinada al cultivo de maíz en los Valles Altos, registrando 36.8% y 38.2% respectivamente. En producción de maíz el Estado de México representó 52.3% seguido por Puebla (25.9%) En trigo Tlaxcala registró 44.6% del total de superficie sembrada, seguido por el Estado de México (28.8%). En producción de trigo Tlaxcala registró 48.0% del total en Valles Altos, seguido por el Estado de México (29.8%) (SAGARPA, 2017).

En superficie sembrada, producción y rendimiento por hectárea en los cultivos de maíz y trigo en los Valles Altos durante el periodo 1980-2015 se encontraron diferencias significativas, siendo los resultados más relevantes: considerando la reforma constitucional del artículo 27, la superficie sembrada con maíz disminuyó en Tlaxcala 20.2% ($P=0.000$), Puebla 4.8% ($P=0.021$) y Estado de México 20.9% ($P=0.000$). Hidalgo fue el único estado que presentó incremento en la producción de 38.4% ($P=0.000$). En rendimiento todos los estados registraron un aumento ($P<0.000$) (Cuadro 1). En trigo Tlaxcala mostró un incremento de 27.4% en su superficie sembrada ($P=0.009$) así como en su producción de 47.2% ($P=0.001$), caso contrario al de Puebla quien registró una disminución en ambos rubros ($P=0.001$ y $P=0.029$). El único estado que registró aumento en su rendimiento fue Tlaxcala ($P=0.006$) (Cuadro 2). La superficie sembrada total con maíz entre los cuatro estados disminuyó 11.6% ($P=0.000$); el trigo se no registró diferencias (Cuadro 3).

Cuadro 1. Valores promedio de superficie sembrada (Ss), producción (P) y rendimiento por hectárea (R) de maíz en Tlaxcala, Puebla, Estado de México e Hidalgo antes y después de la reforma constitucional al Artículo 27.

	Antes			Después			
Concepto	Promedio	D.E	C.V	Promedio	D.E	C.V	Variación (%)
Ss Tlaxcala (Ha)	151038.8	8839.7	5.8	125688.5	14823.0	11.8	-20.2
Ss Puebla (Ha)	616447.7	36511.2	5.9	588169.7	32003.6	5.4	-4.8
Ss Edo. México (Ha)	700739.3	34302.4	4.9	579772.5	37954.3	6.5	-20.9
Ss Hidalgo (Ha)	274650.0	23828.4	8.7	268713.2	18997.5	7.1	-2.2
P Tlaxcala (t)	242410.2	68813.1	28.4	269947.1	65238.1	24.2	10.2
P Puebla (t)	806610.2	258883.1	32.1	927689.9	151228.3	16.3	13.0
P Edo. México (t)	1819038.2	493118.0	27.1	1780187.9	397318.4	22.3	-2.2
P Hidalgo (t)	342680.8	59413.7	17.3	556565.3	95386.9	17.1	38.4
R Tlaxcala (t ha^{-1})	1.8	0.3	19.1	2.2	0.5	21.3	21.8
R Puebla (t ha^{-1})	1.5	0.3	22.8	1.8	0.2	10.3	16.6
R Edo. México (t ha^{-1})	2.7	0.5	19.2	3.2	0.5	17.3	13.9
R Hidalgo (t ha^{-1})	1.6	0.1	8.7	2.4	0.4	16.2	31.5

Fuente: Elaboración propia con datos de la SAGARPA 2017.
*D.E: Desviación estándar; *C.V: Coeficiente de variación.

Cuadro 2.Valores promedio de superficie sembrada (Ss), producción (P) y rendimiento por hectárea (R) de trigo en Tlaxcala, Puebla, Estado de México e Hidalgo antes y después de la reforma constitucional al Artículo 27.

	Antes			Después			
Concepto	Promedio	D.E	C.V	Promedio	D.E	C.V	Variación (%)
Ss Tlaxcala (Ha)	28277.0	17203.6	60.8	38928.2	6523.3	16.8	27.4
Ss Puebla (Ha)	19134.3	5986.6	31.3	10080.1	8684.2	86.2	-89.8
Ss Edo. México (Ha)	21341.8	14434.0	67.6	23609.4	12702.0	53.8	9.6
Ss Hidalgo (Ha)	6254.7	7317.6	117.0	8846.4	10860.0	122.8	29.3
P Tlaxcala (t)	49106.3	36312.2	74.0	93010.9	30023.2	32.3	47.2
P Puebla (t)	28431.3	13551.0	47.7	18924.1	19262.0	101.8	-50.2
P Edo. México (t)	39704.3	20344.4	51.2	53081.8	28237.9	53.2	25.2
P Hidalgo (t)	10276.3	11897.5	115.8	16159.4	18265.5	113.0	36.4
R Tlaxcala (t ha^{-1})	1.8	0.4	22.6	2.4	0.6	26.0	26.0
R Puebla (t ha^{-1})	1.7	0.6	35.0	1.9	0.4	21.5	11.7
R Edo. México (t ha^{-1})	2.2	0.5	24.0	2.4	0.3	12.0	7.2
R Hidalgo (t ha^{-1})	2.2	0.8	35.3	2.2	0.5	20.8	3.1

Fuente: Elaboración propia con datos de la SAGARPA 2017.
*D.E: Desviación estándar; *C.V: Coeficiente de variación.

Cuadro 3. Valores promedio de superficie sembrada (Ss) con maíz y trigo entre Tlaxcala, Puebla, Estado de México e Hidalgo antes y después de la reforma constitucional al Artículo 27.

	Antes			Después			
Concepto	Promedio	D.E	C.V	Promedio	D.E	C.V	Variación (%)
Ss maíz (Ha)	1742875.8	55884.2	3.2	1562344.0	88381.0	5.7	-11.6
Ss trigo (Ha)	75007.8	39433.8	52.6	81464.2	33298.0	40.9	7.9

Fuente: Elaboración propia con datos de la SAGARPA 2017.
*D.E: Desviación estándar; *C.V: Coeficiente de variación.

Respecto al TLCAN la superficie sembrada con maíz disminuyó en Tlaxcala 22.4% (P=0.000), Puebla 4.7% (P=0.021) y Estado de México 19.8% (P=0.000). Respecto a la producción Hidalgo presentó un incremento de 37.7% (P=0.000). Los rendimiento aumentaron en Tlaxcala 20.3% (P=0.005), Puebla 12.8% (P=0.020), Estado de México 15.8% (P=0.007) e Hidalgo 31.4% (P=0.000) (Cuadro 4). En trigo Tlaxcala presentó un incremento en su superficie sembrada de 25.2% (P=0.015) y en la producción de 44.1% (P=0.001). Caso contrario fue Puebla, disminuyendo su superficie sembrada en 122.1% (P=0.000) y su producción en 112.4% (P=0.003). Únicamente en el estado de Tlaxcala se registró un incremento en su rendimiento por hectárea (P=0.004) (Cuadro 5). La superficie sembrada total con maíz entre los cuatro estados disminuyó 11.7% (P=0.000) (Cuadro 6).

Cuadro 4. Valores promedio de superficie sembrada (Ss), producción (P) y rendimiento por hectárea de maíz en Tlaxcala, Puebla, Estado de México e Hidalgo antes y después de la implementación del TLCAN.

	Antes			Después			
Concepto	Promedio	D.E	C.V	Promedio	D.E	C.V	Variación (%)
Ss Tlaxcala (Ha)	151040.5	8136.0	5.4	123382.9	13182.3	10.7	-22.4
Ss Puebla (Ha)	614561.6	33928.2	5.5	586799.3	33137.1	5.7	-4.7
Ss Edo. México (Ha)	689747.6	44441.9	6.4	575770.3	35402.0	6.2	-19.8
Ss Hidalgo (Ha)	278137.6	23676.2	8.5	265954.1	17280.9	6.5	-4.6
P Tlaxcala (t)	253028.5	73106.6	28.9	265693.3	63692.0	24.0	4.8
P Puebla (t)	847331.1	261225.6	30.8	912783.9	147480.4	16.2	7.2
P Edo. México (t)	1783080.3	480895.4	27.0	1799538.4	396953.6	22.1	0.9
P Hidalgo (t)	354262.9	66625.0	18.8	568639.0	88149.8	15.5	37.7
R Tlaxcala (t ha^{-1})	1.8	0.4	20.5	2.3	0.5	21.4	20.3
R Puebla (t ha^{-1})	1.6	0.4	22.9	1.8	0.2	10.4	12.8
R Edo. México (t ha^{-1})	2.7	0.5	18.8	3.2	0.5	16.3	15.8
R Hidalgo (t ha^{-1})	1.7	0.2	9.8	2.4	0.4	15.3	31.4

Fuente: Elaboración propia con datos de la SAGARPA 2017.
*D.E: Desviación estándar; *C.V: Coeficiente de variación.

Cuadro 5. Valores promedio de superficie sembrada (Ss), producción (P) y rendimiento por hectárea (R) de trigo en Tlaxcala, Puebla, Estado de México e Hidalgo antes y después de la implementación del TLCAN.

	Antes			Después			
Concepto	Promedio	D.E	C.V	Promedio	D.E	C.V	Variación (%)
Ss Tlaxcala (Ha)	29339.4	16119.7	54.9	39220.4	6649.8	17.0	25.2
Ss Puebla (Ha)	19726.4	5719.8	29.0	8880.2	8026.2	90.4	-122.1
Ss Edo. México (Ha)	23212.9	14104.3	60.8	22624.8	12826.0	56.7	-2.6
Ss Hidalgo (Ha)	7196.8	7260.5	100.9	8482.5	11246.1	132.6	15.2
P Tlaxcala (t)	52917.1	34788.9	65.7	94577.3	30918.4	32.7	44.1
P Puebla (t)	32654.5	16451.7	50.4	15372.3	15740.0	102.4	-112.4
P Edo. México (t)	43649.1	21491.5	49.2	51787.6	29075.5	56.1	15.7
P Hidalgo (t)	11900.2	11973.6	100.6	15660.9	18926.8	120.9	24.0
R Tlaxcala (t ha^{-1})	1.8	0.4	22.3	2.4	0.7	26.5	24.6
R Puebla (t ha^{-1})	1.8	0.6	35.0	1.8	0.4	19.8	1.1
R Edo. México (t ha^{-1})	2.2	0.5	23.1	2.4	0.3	10.8	9.7
R Hidalgo (t ha^{-1})	2.2	0.7	33.1	2.3	0.5	21.2	4.9

Fuente: Elaboración propia con datos de la SAGARPA 2017.
*D.E: Desviación estándar; *C.V: Coeficiente de variación.

Cuadro 6. Valores promedio de superficie sembrada (Ss) con maíz y trigo entre Tlaxcala, Puebla, Estado de México e Hidalgo antes y después de la implementación del TLCAN.

	Antes			Después			
Concepto	Promedio	D.E	C.V	Promedio	D.E	C.V	Variación (%)
Ss maíz (Ha)	1733487.3	58892.0	3.4	1551906.5	83827.4	5.4	-11.7
Ss trigo (Ha)	79475.5	38016.0	47.8	79208.0	33912.9	42.8	-0.3

Fuente: Elaboración propia con datos de la SAGARPA 2017.
*D.E: Desviación estándar; *C.V: Coeficiente de variación.

En el caso de la implementación de MasAgro en maíz se registró una disminución en la superficie sembrada en los cuatro estados (P<0.005). La producción en Hidalgo presentó un incremento de 27.6% (P=0.002). En rendimiento Tlaxcala (P=0.001) e Hidalgo (P=0.001 presentaron un aumento de 26.2% y 25.8% respectivamente (Cuadro 7). En trigo Puebla (P=0.003) y el Estado de México (P=0.005) disminuyeron su superficie sembrada en 300.8% y 167.0% respectivamente; por consiguiente en su producción (356.3% y 133.9%) (Cuadro 8). La superficie sembrada total con maíz entre los cuatro estados disminuyó 11.8% (P=0.000); mismo caso se presentó en la superficie sembrada total con trigo al registrar 74.2% (P=0.018) (Cuadro 9).

Cuadro 7. Valores promedio de superficie sembrada (Ss), producción (P) y rendimiento por hectárea (R) de maíz en Tlaxcala, Puebla, Estado de México e Hidalgo antes y después de la implementación de MasAgro.

	Antes			Después			
Concepto	Promedio	D.E	C.V	Promedio	D.E	C.V	Variación (%)
Ss Tlaxcala (Ha)	137878.7	16858.1	12.2	115438.3	7677.8	6.7	-19.4
Ss Puebla (Ha)	602848.4	35714.7	5.9	571332.1	23070.5	4.0	-5.5
Ss Edo. México (Ha)	636280.5	62382.1	9.8	539166.3	25015.4	4.6	-18.0
Ss Hidalgo (Ha)	274472.4	20394.7	7.4	251791.0	6227.7	2.5	-9.0
P Tlaxcala (t)	254507.9	65417.3	25.7	292069.2	70547.3	24.2	12.9
P Puebla (t)	878153.5	205948.8	23.5	933212.8	164516.3	17.6	5.9
P Edo. México (t)	1829123.1	404802.3	22.1	1613212.6	516246.1	32.0	-13.4
P Hidalgo (t)	456242.9	120085.6	26.3	630408.7	94028.6	14.9	27.6
R Tlaxcala (t ha^{-1})	2.0	0.4	21.2	2.7	0.5	17.5	26.2
R Puebla (t ha^{-1})	1.7	0.3	17.5	1.8	0.2	12.6	2.9
R Edo. México (t ha^{-1})	3.0	0.6	18.4	3.2	0.7	22.0	5.7
R Hidalgo (t ha^{-1})	2.0	0.4	21.6	2.7	0.3	9.2	25.8

Fuente: Elaboración propia con datos de la SAGARPA 2017.
*D.E: Desviación estándar; *C.V: Coeficiente de variación.

Cuadro 8. Valores promedio de superficie sembrada (Ss), producción (P) y rendimiento por hectárea (R) de trigo en Tlaxcala, Puebla, Estado de México e Hidalgo antes y después de la implementación de MasAgro.

	Antes			Después			
Concepto	Promedio	D.E	C.V	Promedio	D.E	C.V	Variación (%)
Ss Tlaxcala (Ha)	35778.8	13150.8	36.8	33372.9	4418.7	13.2	-7.2
Ss Puebla (Ha)	14970.8	8614.4	57.5	3735.2	530.9	14.2	-300.8
Ss Edo. México (Ha)	25513.1	12821.4	50.3	9555.4	800.6	8.4	-167.0
Ss Hidalgo (Ha)	9110.5	10381.8	114.0	2342.7	383.0	16.4	-288.9
P Tlaxcala (t)	77121.8	38200.0	49.5	84647.3	40139.8	47.4	8.9
P Puebla (t)	25398.5	17906.4	70.5	5566.6	1518.4	27.3	-356.3
P Edo. México (t)	53751.0	25947.6	48.3	22980.6	3608.5	15.7	-133.9
P Hidalgo (t)	16035.9	17505.7	109.2	5010.7	1587.9	31.7	-220.0
R Tlaxcala (t ha^{-1})	2.1	0.5	25.0	2.6	1.0	38.3	17.1
R Puebla (t ha^{-1})	1.8	0.5	26.2	1.6	0.4	24.8	-14.3
R Edo. México (t ha^{-1})	2.3	0.4	17.3	2.4	0.3	13.0	6.6
R Hidalgo (t ha^{-1})	2.2	0.6	26.7	2.4	0.5	22.6	8.8

Fuente: Elaboración propia con datos de la SAGARPA 2017.
*D.E: Desviación estándar; *C.V: Coeficiente de variación.

Cuadro 9. Valores promedio de superficie sembrada (Ss) con maíz y trigo entre Tlaxcala, Puebla, Estado de México e Hidalgo antes y después de la implementación de MasAgro.

	Antes			Después			
Concepto	Promedio	D.E	C.V	Promedio	D.E	C.V	Variación (%)
Ss maíz (Ha)	1651480.0	104449.0	6.3	1477727.7	38516.5	2.6	-11.8
Ss trigo (Ha)	85373.2	35337.7	41.4	49006.2	4763.6	9.7	-74.2

Fuente: Elaboración propia con datos de la SAGARPA 2017.
*D.E: Desviación estándar; *C.V: Coeficiente de variación.

Lo anterior coincide con Turrent y Cortés (2005) al señalar que el impulso agrícola practicado en México se ha enfocado a las regiones más productivas, desatendiendo a las orientadas a una agricultura marginal y de etnoagricultura. En este sentido, Rubio (2011) indica que las políticas implementadas por el gobierno mexicano han sido cortoplacistas, y que no han atendido realmente a los cambios estructurales que generan la inseguridad alimentaria actual, aunado a una desatención y falta de fortalecimiento a la agricultura familiar, a pesar de existir evidencia que ésta, es la vía factible para alcanzar la autosuficiencia al menos en la producción de alimentos estratégicos para el país. Asimismo, Hernández y Aurélie (2009) mencionan que la crisis alimentaria se enfrenta a través de la producción campesina local, y a la vez ésta encara a las crisis climáticas y energéticas, atacando dos de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero: el transporte de alimentos a larga distancia y la agricultura industrializada; y aminora una parte de la crisis financiera, al prohibir la especulación con los alimentos. Por su parte la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014) señala que en América Latina existe consenso en que la agricultura familiar presenta un importante potencial como productor de alimentos, aportando a la solución de los problemas asociados a la seguridad alimentaria y, ligado a ello, a la superación de la pobreza, generando empleo e ingresos para los segmentos más vulnerables, traduciéndose en un menor abandono de las tierras de cultivo.

CONCLUSIONES

Los resultados encontrados reflejan que la reforma constitucional al artículo 27, el TLCAN y la implementación de MasAgro en la producción de maíz y trigo en los Valles Altos, han sido desfavorables, al evidenciar una disminución en la superficie sembrada en ambos cultivos, así como una adopción del modelo de agricultura convencional basado en el uso de tecnologías, que si bien, contribuyen a incrementar los rendimientos por hectárea, generan mayor presión a los ecosistemas, comprometiendo la producción se estos granos básicos en el futuro. Las políticas implementadas con el supuesto de fortalecer el campo mexicano, han carecido de elementos que consideren a los agricultores de temporal, traduciéndose en abandono de las tierras de cultivo y por ende en una disminución de la producción de alimentos que compromete la seguridad y soberanía alimentaria del país. Por tal motivo, es necesario generar alternativas de índole político que fortalezca a los campesinos y pequeños productores, al ser responsables de la mayor parte de alimentos producidos a nivel global. Por lo tanto es conveniente que México implemente modelos alternos de producción, para brindar una reconciliación entre la seguridad alimentaria, la agricultura pequeña agricultura de temporal y la conservación de los ecosistemas.

LITERATURA CITADA

Fletes O, H. B.; Ocampo G, G. y Valdiviezo O, G. (2016). Reestructuración de la agricultura e inseguridad alimentaria. Las iniciativas y retos de los pequeños productores en Chiapas. Entre Diversidades Revista de Ciencias Sociales y Humanidades. 7:112-135 pp.

Hernández N, L. y Aurélie D, A. (2009). Crisis y soberanía alimentaria: vía campesina y el tiempo de una idea. El Cotidiano. 153:89-95 pp.

Navarro G, H.; Pérez O, Ma. A. y Castillo G, F. (2007). Evaluación de cinco especies vegetales como cultivos de cobertura en Valles altos de México. Revista Fitotecnia Mexicana. 30(2):151-157 pp

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2014). Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política. En línea: http://www.fao.org/docrep/019/i3788s/i3788s.pdf Consultado: Febrero 2017.

Pérez H, E. (2013). Prospectiva de la agricultura en el desarrollo de México. El Cotidiano. 177:47-60 pp.

Rubio, B. (2011). Soberanía alimentaria versus dependencia: las políticas frente a la crisis alimentaria en América Latina. Mundo Siglo XXI. 26(7):105-118 pp.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2017). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. En línea: http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp Consultado: Marzo 2017.

Turrent F, A. y Cortés F, J. I. (2005). Ciencia y tecnología en la agricultura mexicana: I. Producción y sostenibilidad. Terra Latinoamericana. 23(2):265-272 pp.

PRODUCCIÓN DE CEREALES 1980-2015 REFORMAS CONSTITUCIONALES, EL TLCAN, MASAGRO Y LA AGRICULTURA CONVENCIONAL PRIMERA PARTE: NACIONAL

Joaquín Zagoya-Martínez[150]
Andrés María-Ramírez[1]
Rafael de Jesús López-Zamora[1]

RESUMEN

El desarrollo del sector agrícola es fundamental para todo país que busca mejorar las condiciones de vida de sus pobladores. Sin embargo es común que naciones a pesar de contar con factores agroclimáticos favorables no alcancen niveles óptimos de producción de alimentos, a raíz de un desequilibrio de ésta, con el crecimiento demográfico, la escasez de divisas, además de una inadecuada inversión hacia a la investigación agrícola. En este sentido, es notorio que la acción política determina en gran parte el desarrollo agrícola de un país, el cual está estrechamente relacionado con la autosuficiencia en la producción de alimentos. El objetivo del presente estudio fue analizar los efectos de la reforma constitucional al artículo 27, el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), la implementación del Programa de Modernización sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) y la adopción del modelo de agricultura convencional en la producción de maíz y trigo en México. El análisis de las exportaciones de cereales muestra un incremento significativo a partir de la implementación de MasAgro. Asimismo, la reforma al artículo 27, el TLCAN y MasAgro han disminuido la superficie destinada a la siembra de estos granos, observándose un incremento en los rendimientos por hectárea, develando la sustitución del modelo tradicional de agricultura –en el caso del maíz– por el convencional –mayor productividad–. Los resultados reflejan que la reforma constitucional, los acuerdos comerciales y los programas agrícolas han afectado de manera negativa la producción de maíz y trigo en México, sustituyendo la ampliación de la superficie sembrada por el aumento de los rendimientos por hectárea, significando con ello, mayor presión a los ecosistemas a través del uso de tecnologías externas a los sistemas de producción locales y una menor seguridad y soberanía alimentaria del país.

PALABRAS CLAVE

Política agrícola; Programa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional; Seguridad alimentaria; Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

INTRODUCCIÓN

A mediados del Siglo XX, las naciones se encontraban divididas entre aquellas que habían logrado un desarrollo en su sector agrícola y las que no –a pesar de contar con extensas regiones con suelos y climas aptos para la producción de alimentos– en el caso de los países más rezagados, esta situación representó un riesgo de padecer hambruna, debido al desequilibrio entre sus tasas: de crecimiento demográfico, de aumento en la producción de alimentos y de su escasez de divisas, aunado a la poca o nula inversión dirigida a la investigación agrícola, enseñanza y divulgación del conocimiento (Turrent y Cortés, 2005). Con ello surgió la agricultura convencional, que favoreció al incremento en los rendimientos de las cosechas, a través de modificaciones genéticas en los cultivos, uso de agroquímicos y mecanización de las actividades

[150] El Colegio de Tlaxcala A.C. *joaquin.zagoya@coltlax.edu.mx*

agrícolas. Sin embargo esta mejora en la producción ha mostrado en los últimos años el abuso de sus tecnologías, causando daños en el medio y comprometiendo la disponibilidad de recursos naturales (suelo, agua, aire, biodiversidad y energía) (Nicholls y Altieri, 2012). Parte de estos efectos adversos fueron a raíz de la poca atención científica a factores del manejo agrícola como la fertilización, la densidad de población, la protección contra plagas y la labranza, principalmente por la escasez de recursos humanos profesionales e infraestructura. Esta limitante obligó a acotar su implementación a las tierras planas de mayor calidad agrícola, o bien, que dispusieran de infraestructura de riego. En este sentido, el incremento en los rendimientos y la producción se interpretó erróneamente, fuera de la academia, como una demostración de que las inversiones en investigación agrícola local, en el conocimiento de los recursos naturales *per se* y en la formación de recursos humanos, no serían estrictamente prioritarias para lograr la seguridad alimentaria (Turrent y Cortés, 2005).

En México durante el periodo 2009-2011 el consumo aparente de maíz blanco registró cerca de los 19 millones de toneladas, del maíz amarillo 9 millones de toneladas y en trigo ascendió a casi 6.5 millones de toneladas; con un promedio de ingesta *per cápita* de 80.60 kg de maíz blanco, 167.80 kg de maíz amarillo –grano destinado a la avicultura, porcicultura e industria– y 52.70 kg de trigo. Sin embargo se registró déficit en la producción nacional de 3.7% en maíz blanco, 51% en trigo y 80.1% en maíz amarillo (FAO, 2013). La falta de capacidad para satisfacer la demanda nacional de estos granos básicos en buena medida es a raíz de los cambios estructurales, donde evidentemente se han fortalecido otros sectores. En este sentido, la Constitución Política de 1917 ha sido considerada pionera del constitucionalismo social, a raíz de abordar temas como la educación, el reparto agrario y los derechos de los trabajadores. Sin embargo con la crisis del Estado benefactor en la década de los años 70, se inició el impulso al modelo neoliberal. En lo que respecta al sector agrícola la reforma constitucional al artículo 27 en 1992 significó eliminar la reforma agraria, someter la tierra a la ley de la oferta y la demanda permitiendo nuevamente la acumulación de tierra y el latifundio, con ello, a pesar de que en el discurso se continúa protegiendo al campo, la realidad es otra, se continua trasladando las dinámicas del libre mercado a las relaciones sociales que se producen dentro de él (Carrillo, 2010; Hernández *et al*., 2010). Por lo tanto las políticas públicas formuladas e implementadas por el neoliberalismo en México, han desestimulado al sector agrícola, de manera que se plantea más factible importar alimentos para compensar su déficit, generando condiciones desfavorables para los productores nacionales (Trujillo *et al*., 2007).

El gobierno mexicano ha implementado diversos programas desde su incorporación al neoliberalismo con el supuesto de “incentivar” la producción de granos básicos, ejemplo de ello es el Programa de Modernización sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) presentado por el Presidente Felipe Calderón Hinojosa el 5 de abril de 2011, en las instalaciones del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), el cual se autoproclama como un programa que impulsa la agricultura de pequeña escala –el programa no especifica si considera a campesinos– con la finalidad de incrementar entre cinco y nueve millones de toneladas la producción anual de maíz de temporal y en 350 mil toneladas la cosecha de trigo. Sus propósitos son ampliar las capacidades productivas de los pequeños agricultores de maíz y trigo, asegurar mejores rendimientos que contribuyan a la suficiencia alimentaria en ambos cultivos y hacer frente a los efectos del cambio climático y el deterioro del medio ambiente, a través de prácticas agronómicas sustentables (agricultura de conservación y precisión), además de tener impacto en el ingreso, el empleo y el arraigo en el medio rural. La vigencia del programa es de octubre de 2010 hasta diciembre de 2020, con una inversión del gobierno federal de 138 millones de dólares americanos (SAGARPA, 2012), así como, 25 millones más aportados por La Fundación Bill y Melisa Gates y La Fundación Carlos Slim (SAGARPA, 2013). En este sentido Toledo y Ortiz (2014) consideran que existen cuatro tipos de sociedades: a) las estatistas, en las cuales el poder

político somete a los poderes económico y social; b) las neoliberales, donde el poder económico minimiza a los poderes social y político; c) las socialdemocracias, quienes persiguen un equilibrio entre los poderes político y económico, pero omiten el social; y d) sociedades sustentables, donde el poder social controla los poderes económico y político. Con ello, es evidente que México se encuentra más cercano a una sociedad neoliberal y muy lejos de una sustentable. El objetivo del presente estudio fue analizar los efectos de la reforma constitucional al artículo 27, el TLCAN, la implementación de MasAgro y la adopción del modelo de agricultura convencional en la producción de maíz y trigo en México.

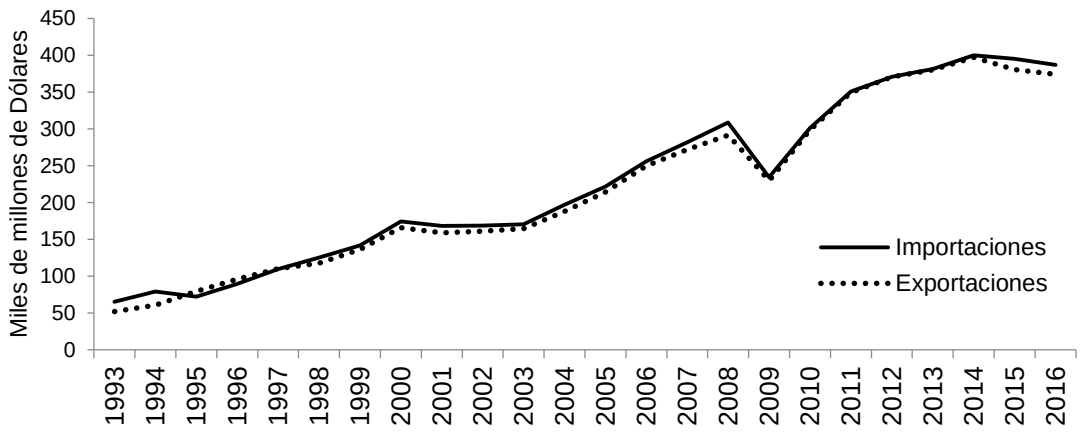
MATERIALES Y MÉTODOS

Para lograr el objetivo, se partió de la revisión y análisis de la información secundaria existente relacionada con el cultivo de maíz y trigo durante el periodo comprendido entre los años 1980-2015 en México; asimismo, de la información relacionada con las importaciones y exportaciones realizadas en su totalidad y en el rubro de cereales. El estudio de datos se efectuó a través del software estadístico SPSS versión 23.0 utilizando estadística descriptiva, así como inferencial empleando la prueba de t de Student ($P<0.05$), lo que permitió corroborar los efectos de la reforma constitucional al artículo 27, el TLCAN y MasAgro sobre la superficie sembrada, producción y rendimiento entre los años en estudio.

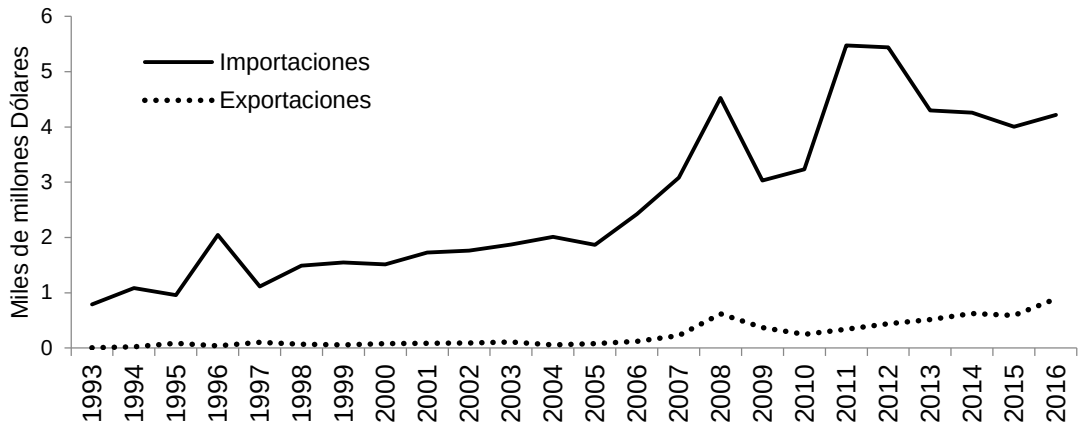
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestran las importaciones y exportaciones totales, así como las de cereales (miles de dólares) en México durante el periodo 1993-2016 (BANXICO, 2016). Se observa una tendencia creciente en términos absolutos en las importaciones y exportaciones totales. En el caso de las importaciones de cereales, existió diferencia significativa ($P=0.000$) encontrándose los mayores valores posterior a la implementación de MasAgro. Respecto a las exportaciones de cereales es notorio su incremento en términos absolutos, sin embargo existe un déficit en la balanza comercial, lo que evidencia la dependencia constante a la importación de granos básicos –principalmente de Estados Unidos de América–. En este sentido Rubio (2011) indica que el incremento casi constante de las importaciones de cereales refleja un alejamiento de la posibilidad de alcanzar una seguridad y soberanía alimentaria en México.

a)



b)



Fuente: Elaboración propia con datos de la BANXICO 2016.

Figura 1. Importaciones y exportaciones totales (a), así como de cereales (b) en México durante el periodo 1993-2016.

En superficie sembrada, producción y rendimiento por hectárea en los cultivos de maíz y trigo a nivel nacional durante el periodo 1980-2015 se encontraron diferencias significativas, siendo los resultados más relevantes: considerando la reforma constitucional del artículo 27, la producción de maíz (P=0.000), así como su rendimiento (P=0.000) se incrementaron 38.0% y 35.0% respectivamente. En trigo la superficie sembrada y la producción disminuyó 37.2% y 17.9% (P=0.000); no así, su rendimiento el cual se incrementó (P=0.000) 13.8% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores promedio de superficie sembrada (Ss), producción (P) y rendimiento por hectárea (R) de maíz y trigo a nivel nacional antes y después de la reforma constitucional al Artículo 27.

	Antes			Después			
Concepto	Promedio	D.E	C.V (%)	Promedio	D.E	C.V (%)	Variación (%)
Ss maíz (Ha)	8091649.7	364730.8	4.5	8167804.1	517377.1	6.3	0.9
P maíz (t)	12542594.3	1531756.6	12.2	20241599.3	2473098.3	12.2	38.0
R maíz (t ha^{-1})	1.8	0.1	6.5	2.8	0.4	14.6	35.0
Ss trigo (Ha)	1043189.4	152661.5	14.6	760067.1	125232.4	16.5	-37.2
P trigo (t)	4064063.7	692474.0	17.0	3446095.2	425885.7	12.4	-17.9
R trigo (t ha^{-1})	4.1	0.2	5.8	4.8	0.5	10.8	13.8

Fuente: Elaboración propia con datos de la SAGARPA 2017.
*D.E: Desviación estándar; *C.V: Coeficiente de variación.

En el caso del TLCAN la producción de maíz (P=0.000) presentó un incremento de 35.3%, así como en su rendimiento por hectárea de 32.9% (P=0.000). Sin embargo, la superficie sembrada con trigo (P=0.000) y su producción (P=0.004) disminuyó 37.8% y 16.5% respectivamente posterior a la firma de este acuerdo comercial. En el caso del rendimiento de este grano se incrementó 15.3% (P=0.000) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores promedio de superficie sembrada (Ss), producción (P) y rendimiento por hectárea (R) de maíz y trigo a nivel nacional antes y después de la entrada del TLCAN.

	Antes			Después			
Concepto	Promedio	D.E	C.V (%)	Promedio	D.E	C.V (%)	Variación (%)
Ss maíz (Ha)	8096434.1	339142.9	4.2	8171682.6	539958.2	6.6	0.9
P maíz (t)	13254695.5	2305838.3	17.4	20488353.6	2428829.8	11.8	35.3
R maíz (t ha^{-1})	1.9	0.2	12.3	2.8	0.4	14.4	32.9
Ss trigo (Ha)	1026560.5	147047.4	14.3	744910.8	119235.3	16.0	-37.8
P trigo (t)	3997979.8	658803.2	16.5	3431969.6	442843.0	12.9	-16.5
R trigo (t ha^{-1})	4.1	0.2	5.5	4.8	0.5	10.0	15.3

Fuente: Elaboración propia con datos de la SAGARPA 2017.
*D.E: Desviación estándar; *C.V: Coeficiente de variación.

Respecto a la implementación de MasAgro se observa una disminución en la superficie sembrada con maíz de 8.8% (P=0.001), pero un incremento en la producción de 24.8% (P=0.004) a raíz de un aumento en el rendimiento de 27.9% (P=0.000). En trigo existió una disminución significativa de la superficie sembrada de 25.2% (P=0.034), pero con un incremento en el rendimiento de 16.3% (P=0.000) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores promedio de superficie sembrada (Ss), producción (P) y rendimiento por hectárea (R) de maíz y trigo a nivel nacional antes y después de la implementación de MasAgro.

	Antes			Después			
Concepto	Promedio	D.E	C.V (%)	Promedio	D.E	C.V (%)	Variación (%)
Ss maíz (Ha)	8254320.2	424625.6	5.1	7582914.8	191573.9	2.5	-8.8
P maíz (t)	16755723.6	3977771.9	23.7	22272967.8	2434013.1	10.9	24.8
R maíz (t ha^{-1})	2.3	0.5	21.7	3.2	0.2	5.8	27.9
Ss trigo (Ha)	884135.3	191953.9	21.7	705971.0	78847.0	11.2	-25.2
P trigo (t)	3671955.5	650069.4	17.7	3552730.3	187254.2	5.3	-3.4
R trigo (t ha^{-1})	4.4	0.4	10.1	5.3	0.4	7.5	16.3

Fuente: Elaboración propia con datos de la SAGARPA 2017.
*D.E: Desviación estándar; *C.V: Coeficiente de variación.

Los resultados coinciden con Sánchez (2014) al señalar que a partir de 1960 se inició con la perdida de la autosuficiencia en la producción de alimentos en México, ocasionando una marcada dependencia alimentaria, donde diferentes gobiernos han implementado diversas políticas para la “reactivación del campo”, sin que ninguna de ellas brindará resultados favorables, a raíz de no contar con metas a corto, mediano y largo plazo. Con ello México es país importador de alimentos, donde persevera la descapitalización y falta de producción del campo.

Asimismo, González y Ávila (2014) señalan que la producción de granos básicos en México se ha incrementado no por incentivar una mayor superficie sembrada, sino por la influencia política y económica que tiene Estados Unidos de América, lo que genera una adopción de sus sistemas de producción, basados en insumos externos y que no consideran las diferencias de contextos sociales, económicos y políticos. Por lo que México continuará con un déficit de producción de cereales, a menos que retome acciones que reactiven la pequeña agricultura. En este sentido, la desigualdad del campo mexicano es notoria, ya que por un lado, los campesinos y los pequeños agricultores no cuentan con los apoyos suficientes y, por otro, la producción intensiva acumula los mayores beneficios gubernamentales (Sánchez, 2014).

CONCLUSIONES

Los resultados encontrados reflejan que la reforma constitucional al artículo 27, el TLCAN y la implementación de MasAgro en la producción de maíz y trigo en México, han sido desfavorables, al evidenciar la adopción de un modelo de agricultura convencional basado en el uso de tecnologías, que si bien, contribuyen a incrementar los rendimientos por hectárea generan mayor presión a los ecosistemas, comprometiendo la sustentabilidad de la producción. De igual modo, es evidente que las políticas implementadas a lo largo del periodo estudiado con el supuesto de fortalecer el agro mexicano, han carecido de elementos que consideren el contexto social y cultural de los campesinos y agricultores, traduciéndose en abandono de las tierras de cultivo y por ende en una baja producción de alimentos que compromete la seguridad y soberanía alimentaria del país. Por tal motivo, es necesario generar alternativas de índole político que fortalezcan a los campesinos y pequeños productores, ya que está comprobado a nivel mundial que es la única vía para alcanzar la autosuficiencia alimentaria.

LITERATURA CITADA

Banco de México (BANXICO). (2016). Importaciones totales e importaciones de cereales 1993-2016. En línea: http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CE49&sector=1& Consultado: Febrero de 2017.

Carrillo N, J. J. (2010). La transformación del proyecto constitucional mexicano en el neoliberalismo. Política y cultura. 33:107-132 pp.

González M, A. y Ávila C, J. F. (2014). El maíz en Estados Unidos y en México. Hegemonía en la producción de un cultivo Argumentos. 27(75):215-237 pp.

Hernández, A. O., Andrade, M. L. y Valverde, B. R. (2010). Agricultura y crisis en México: treinta años de políticas económicas neoliberales. Ra Ximhai, 6(3):323-337 pp.

Nicholls, C. I. y Altieri, M. A. (2012). Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. Agroecología. 6:28-37 pp.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2013). Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en México 2012. En línea: http://www.colpos.mx/wb_pdf/Panorama_Seguridad_Alimentaria.pdf. Consultado: Febrero 2014.

Rubio, B. (2011). Soberanía alimentaria versus dependencia: las políticas frente a la crisis alimentaria en América Latina. Mundo Siglo XXI. 26(7):105-118 pp.

Sánchez C, J. E. (2014). La política agrícola en México, Impactos y Retos. Revista Mexicana de Agronegocios. 18(35):946-956 pp.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2017). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. En línea: http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp Consultado: Marzo 2017.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2013). Boletín de prensa conjunto y palabras del titular de la SAGARPA, Enrique Martínez y Martínez. En línea: http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2013B075.aspx Consulado: Noviembre 2015.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2012a). Memoria documental del programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) 2010-2012. En línea: http://www.sagarpa.gob.mx/Transparencia/PNRCTCC/PNRCTCC%202012/Memoria%20MasAgro%202010-2012%20PDF.pdf. Consultado: Febrero 2014.

Toledo, V. M. y Ortiz E, B. (2014). México, regiones que caminan hacia la sustentabilidad: una geopolítica de las resistencias bioculturales. En línea: http://www.iberopuebla.mx/i3ma/ebook/regiones/files/assets/common/downloads/publication.pdf Consultado: Octubre 2016.

Trujillo F, J. D., Schwentesius R, R. y Gómez C, M. Á. (2007). Las políticas agrícolas de EUA, la Unión Europea y México: resultados de las reformas. Análisis Económico. 22(50):35-56 pp.

Turrent F, A. y Cortés F, J. I. (2005). Ciencia y tecnología en la agricultura mexicana: I. Producción y sostenibilidad. Terra Latinoamericana. 23(2):265-272 pp.

ASPECTOS SOCIOECONOMICOS DE GRANJAS CUNÍCOLAS EN VALLES CENTRALES DE OAXACA

Yuri Villegas-Aparicio[151]
Nagai Abigail Mijangos-Santos[152]
Jorge Hernández-Bautista[3]
Martha P. Jérez-Salas[1]

RESUMEN

El objetivo fue identificar las características sociales y económicas de las unidades de producción cunícola en la región de Valles Centrales de Oaxaca. El estudio se llevó en ocho municipios. Se utilizó la técnica del cuestionario en el que se evaluaron 20 variables. Se realizó un análisis de conglomerados (Clúster), considerando todas las variables. Una vez obtenidos los grupos se realizó una prueba de Kruskal Wallis. Se identificaron tres grupos, considerados como: traspatio o extensivo (SPT), semi-extensivo (SPSE) e intensivo o industrial (SPI). Los sistemas de producción cunícola en los municipios estudiados, en general son de traspatio SPT (66.6%), SPSE (22.2%) y (SPI) 11.1%.

PALABRAS CLAVE

Conejos, ejes, caracterizar, clúster, sistemas de producción

INTRODUCCIÓN

El sector primario y las actividades pecuarias mantienen gran importancia en México en el contexto socioeconómico y han servido de base para el desarrollo de la industria nacional (Góngora *et al.* 2010). La cunicultura en México es considerada una actividad importante en algunas regiones del país, y se desarrolla en casi toda la república; a pesar de ello, es una actividad principalmente de tipo familiar, ésta se encuentra poco desarrollada, incluso es considerada como marginal y poco desarrollada tanto la producción como el consumo de la carne debido a la falta de conocimiento del manejo, en los aspectos de reproducción, alimentación, instalaciones y sanidad (Alianza para el Campo, 2003 y Conde, 2010)).

En nuestro país el conejo tuvo presencia desde la época prehispánica en donde era utilizado como un medio de trueque o intercambio para la obtención de otros productos, también ocupaba un lugar importante en la alimentación y religión de los indígenas de esa época (Plan Rector Sistema Producto Cunícula del Distrito Federal, 2012).

La importancia de caracterizar desde el punto de vista económico y productivo a las Unidades de Producción Pecuaria (UPP) surge de la necesidad de contar con pleno conocimiento de las condiciones en las que están operando las mismas (Leos-Rodríguez et al. 2008).

El objetivo fue determinar las características sociales, económicas, técnico productivas y ambientales de las unidades de producción cunícola en la región de Valles Centrales de Oaxaca

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

[151] *Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. División de Estudios de Posgrado e Investigación. yuriva1968@gmail.com*
[152] Estudiante de la Maestría en Productividad de Agroecosistemas
[3] Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UABJO.

Para el presente trabajo de investigación se realizó una adaptación de la metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos propuesta por Valerio *et al*., (2004), la cual se estructura en las siguientes etapas: 1. Descripción de la población a estudiar, 2. Selección de la muestra y construcción del instrumento de recolección de la información, 3. Procesamiento de la información (elaboración de la base de datos, clasificación y descripción de las variables), 4. Revisión y selección de las variables, 5. Aplicación de técnicas estadísticas multivariante, 6. Determinación de tipos o subsistemas, 7. Descripción de los tipos o grupos y 8. Validación de la tipología.

Metodología

El estudio se realizó en la región de los Valles Centrales de Oaxaca, que está conformada por siete distritos y 121 municipios, se ubica entre las coordenadas 17°05′00″N 96°45′00″O, el clima es seco y semi-seco. La temperatura media anual es de 18º C. con precipitación media anual de 725 mm y una evaporación de 1,862 mm (Diagnóstico Regional de Valles Centrales, 2011)). El estudio se llevó a cabo durante los meses de enero-marzo del 2016 en ocho municipios de la región: Reyes Mantecón (RMAN), Santa María Coyotepec (SMACOY), Santa Lucia del Camino (SLUC), Oaxaca de Juárez (San Martin Mexicapan (SMEXI), Col. Ex Marquesado (EXMAR)), San Jerónimo Tlacochahuaya (SJTLAC), San Pedro Ixtlahuaca (SPIXT), Zaachila (ZAAC) y Cuilapam de Guerrero (CUILA). Para la caracterización de los sistemas de producción cunícola, se utilizó la técnica del cuestionario en el que se evaluaron 20 variables, divididas en ejes, social (11) y el económico (9). Las variables del eje social consideró: edad del productor, sexo, escolaridad, años de experiencia en la cunicultura, mano de obra, ocupación principal, número de dependientes económicos, asistencia técnica, consumo de la carne, porque decidió criar conejos y cuantas personas intervienen en la actividad. El económico consideró: venta de conejos en canal a la semana, precio y lugares de venta, otros productos ofrecidos al mercado, apoyos gubernamentales, gastos de alimentación, otros gastos relacionados con la granja (luz, agua, medicamentos, mano de obra en caso de ser contratada), superficie de la granja, tipo de alimentación. Se consideró como criterio de muestreo a productores que tienen ventas en los principales mercados de la región y que son referencia en la región, además que tuvieran la disponibilidad a ser entrevistados y permitieran la visita a sus granjas. Con la información obtenida de la aplicación de los cuestionarios se diseñó una base de datos con el programa Excel 2010, en donde se concentraron los datos obtenidos en campo, clasificando las variables utilizando estadística descriptiva. Se realizó un análisis de conglomerados (Clúster), considerando todas las variables. Una vez obtenidos los grupos se realizó una prueba de Kruskal Wallis, para diferenciar entre grupos. Para el análisis de la información se utilizó el paquete estadístico SAS 9.4 aplicando el procedimiento clúster y la prueba de Kruskal Wallis

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el análisis de conglomerados (Clúster), se identificaron tres grupos de productores de conejos, considerados como: traspatio o extensivo 66.6% (SPT), semi-extensivo 22.2% (SPSE) e intensivo o industrial 11.1%(SPI) (Figura 1). El grupo de SPT se conformó por la mayoría de los cunicultores (6 de 9).

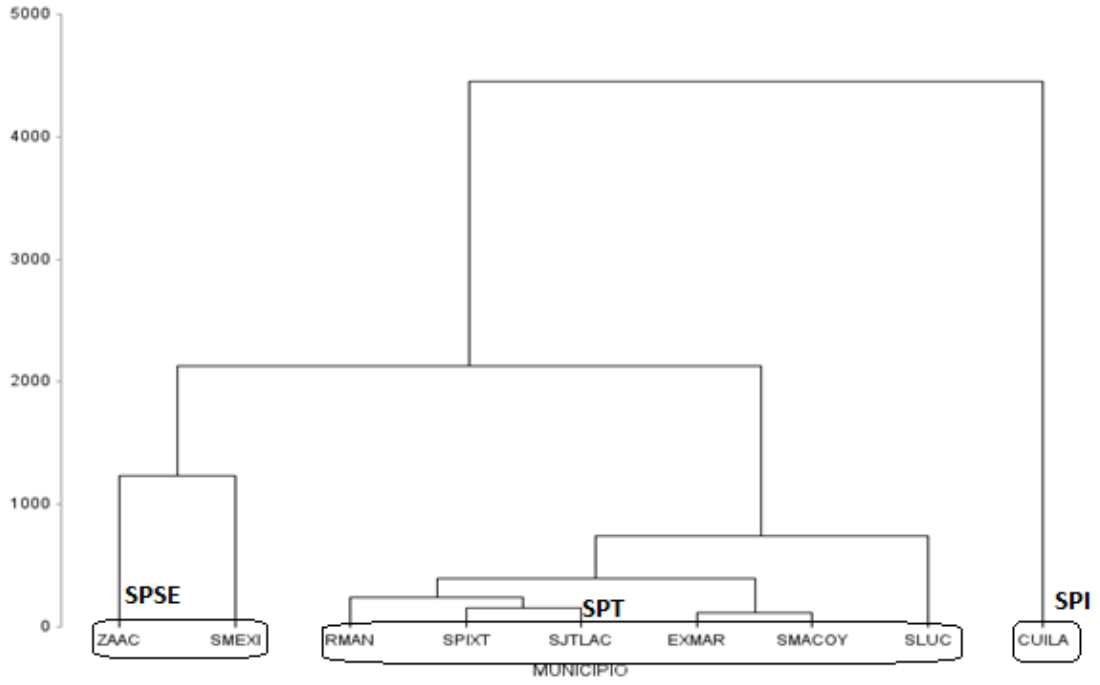


Figura 1. Dendograma de los productores de conejos de la región de Valles Centrales.

Del total de los cunicultores encuestados el 72 % son hombres y el 28% son mujeres, sin embargo las mujeres no quedan exentas de participar en las actividades relacionadas con la producción de conejos, en este caso únicamente se presentó para SPT.

La edad promedio de los productores encuestados para los tres sistemas fue de 45.1, habiendo personas con un mínimo de 26 años y una edad máxima de 65 años (Cuadro 1), coincidiendo con otro trabajo; Vélez *et al*., (2016) realizaron un estudio para los diez estados con mayor producción de conejos, encontraron que la edad promedio de los productores es de 46 años, considerándolos como productores relativamente jóvenes. El tiempo que tienen de experiencia en la cría y manejo de conejos es de 0-10 años el 55.5% de los productores y el 44.4% llevan de 10-20 años, difieren de un estudio realizado anteriormente por Conde (2010), donde se reportan 5 años máximo de producir conejos.

Cuadro 1. Variables del eje social encontradas en los tres sistemas de producción.

Variables	Sistema de traspatio o extensivo (SPT)	Sistema semi-extensivo (SPSE)	Sistema intensivo o industrial (SPI)
Edad del productor/ años	47.3	41	40
Escolaridad / grado	Primaria 30% secundaria 60% 10% licenciatura	50% Secundaria 50% licenciatura	100% Licenciatura
Sexo	33.3% F, 66.6% M	100% M	100% M
Ocupación principal	Comercio, ama de casa estudiantes, cría de otras especies pecuarias	Comercio, cría de otras especies	Cunicultura
Experiencia /años	11.8	2.6	20
Porque criar conejos	Fácil manejo de la especie, carne de calidad	Contar con infraestructura y consumir carne saludable	Fácil manejo de la especie.
Mano de obra	66.6% Familiar 33.3% familiar y contratada	100% familiar y contratada	100% contratada
Cuantas personas intervienen	3	2	2
Dependientes económicos	4	5	5
Asistencia técnica	80% si 20 % no	Si	Si
Consumo de carne de conejo dentro de la familia	Si	Si	Si

Los sistemas de producción cunícola evaluados han persistido a través del tiempo, a lo largo de 20 años en algunos casos, los productores han sabido mantenerlos mediante su conocimiento y adoptando técnicas de otros productores para las mejora de la granja. Un estudio realizado por Huitrón-Gutiérrez (2015), donde evaluó sistemas campesinos pecuarios, menciona que los sistemas son sostenibles cuando han perdurado en el tiempo y brindan condiciones de vida favorables a las personas que los integran.

En relación a la pregunta si habían recibió algún tipo de capacitación el 89% manifestaron haber asistido por lo menos a un curso sobre cunicultura, el 11% restante indicó que no tuvo ningún tipo de capacitación en relación al manejo de la especie; Conde (2010) indica que el 57% de las personas entrevistadas recibieron al menos un curso y el 43% restante no tuvo ningún tipo de capacitación.

Los productores manifestaron diferentes motivos por los cuales decidieron dedicarse a la producción de esta especie, destacando el fácil manejo y corto periodo de reproducción, calidad y consumo de carne saludable, contar con infraestructura para la producción, coincidiendo con Castellanos (2010) quien menciona que los conejos son de un ciclo productivo corto, requiere poco espacio de almacenamiento y tiene excelente productividad, es un productor eficiente de carne con mayor contenido de proteína, bajo contenido de sodio, grasa y colesterol coincidiendo con Dalle y Szendró (2011), en el que consideran la carne de conejo como un alimento funcional debido a que presentan estas características y aportan aminoácidos esenciales y es una carne con alta digestibilidad.

En lo que respecta al consumo de carne de conejo dentro de las familias a las que pertenecen los productores, fue positiva, manifestando que es de su agrado y consumo constante. Un estudio

realizado por Venegas (2004) indica que en 385 hogares en la zona metropolitana del estado de Oaxaca, a cerca del consumo de carne de conejo, el 40 % manifestó haber comido la carne al menos una vez y que es proveniente principalmente de traspatios en zonas rurales, mientras que el 60% no ha probado la carne, otro estudio realizado por Rosas (2013) en el municipio de Texcoco Estado de México, indicó que el 56.2% de las personas encuestadas habían consumido carne de conejo al menos una vez.

La prueba para la diferenciación entre grupos del eje social, solo se consideró las variables más representativas las cuales se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Test de Kruskal-Wallis Variables del eje social

Variable	Chi-cuadrado	DF	Pr > Chi-cuadrado
Edad del productor	1.37	2	0.5
Escolaridad	2.76	2	0.25
Sexo	0.45	2	0.79
Ocupación principal	8	2	0.01
Experiencia	1.18	2	0.55
Mano de obra	0.3	2	0.85
Asistencia técnica	1.28	2	0.52

p≤0,05 nivel de significancia considerado

Se encontró que la cunicultura ocupó el segundo lugar en importancia en las actividades a las que se dedican los productores, la prueba de Kruskal Wallis mostró que esta variable fue significativa entre los grupos encontrados (Cuadro 2), únicamente una persona de las nueve que fueron encuestadas realiza la cunicultura como su actividad principal, el resto tienen otra fuente de ingresos más representativa, mencionando como actividades principales, el comercio, cría de otras especies pecuarias, jubilación, este aspecto puede hacer a los sistemas de producción intensivos vulnerables debido a que no existe diversidad en sus fuentes de ingresos, y resilientes con los que tienen diferentes fuentes de ingresos. Esto concuerda con Hernández *et al*., (2015) quienes mencionan que la diversidad en los sistemas de producción es un elemento clave de la resiliencia debido a que es posible no depender de una sola fuente de ingresos y esto a su vez permite enfrentar situaciones vulnerables que se pudieran presentar.

El eje económico mostro que la venta de carne en canal es de aproximadamente 9 animales por semana para el sistema de traspatio, 20 para el sistema semi-extensivo y 60 para el sistema intensivo, a un precio de venta de $91.50 por kg en promedio para los tres sistemas de producción (Cuadro 3), este resultado difiere al reportado en un estudio realizado en la ciudad de México en donde encontraron un precio de $80.19 por kilogramo (Jaramillo *et al*. 2015).

Cuadro 3. Características económicas de los diferentes sistemas de producción.

Variables	Sistema de traspatio o extensivo (SPT)	Sistema semi-extensivo (SPSE)	Sistema intensivo o industrial (SPI)
Venta en canal conejos /semana	9	20	60
Precio de venta $/kg	90	90	93
Gastos relacionados (Medicamentos, servicios, mano de obra) $	121.6	710	1600
Lugares de venta	Conocidos y familiares, restaurantes	Restaurantes locales, carnicería, mercado local	Restaurantes locales y regionales, mercado local
Otros productos ofrecidos	Conejo en pie, mascotas, pie de cría.	Conejo en pie, mascotas, pie de cría	Conejo en pie, mascotas, pie de cría
Apoyos gubernamentales	No	No	Si
Tipo de alimentación	Comercial y forraje	Comercial	Comercial
Gastos de alimentación $/semana	605	2600	5425
Superficie de la granja m^2	71	77	400

La comercialización de los productos obtenidos que en este caso es principalmente la carne y en casos eventuales conejo en pie y mascotas, se realiza en el mercado local, en restaurantes locales y regionales, con conocidos y en un caso en carnicería, a diferencia de un estudio realizado en Tlaxcala (Olivares *et al*., 2009), que reporta que el 30% de los productores venden su producto a intermediarios y el resto le vende a la empresa Toxtitlax teniendo problemas de pago, debido a que pagan a destiempo.

Las variables significativas ($p \leq 0,05$), para el eje económico fueron, si han recibido apoyos gubernamentales y los gastos de la granja (Cuadro 4.). En relación a la variable apoyos gubernamentales el 89 % de los productores no han recibido ningún tipo de apoyo por parte de alguna estancia gubernamental, el 11% restante recibió en años anteriores apoyo para construcción de galera y equipo.

Cuadro 4. Kruskal-Wallis variables del eje económico

Variable	Chi-cuadrado	DF	Pr > Chi-cuadrado
Venta en canal conejos /semana	3.09	2	0.21
Precio de venta	4.81	2	0.08
Otros gastos	5.8	2	0.05
Apoyos gubernamentales	8	2	0.01
Gastos de alimentación	3.8	2	0.14
Superficie de la granja m2	2.51	2	0.28

p≤0,05 nivel de significancia considerado

CONCLUSIONES

Las granjas cunícolas en la región de los valles centrales se agrupan en tres sistemas de producción: traspatio o extensivo (6), semi-extensivo (2) e intensivo o industrial (1). Los sistemas de producción cunícola en general son de traspatio, caracterizados por tener bajo número de animales y baja productividad, son vulnerables, debido al alza del precio de los alimentos comerciales utilizados para la alimentación, otro aspecto es la presencia de enfermedades gastrointestinales, sin embargo son resilientes, debido a su alta prolificidad y su rápida reproducción, no necesitan grandes espacios y pueden utilizar mano de obra familiar en su totalidad para hacerse cargo de las actividades

LITERATURA CITADA

Alianza para el Campo, Fundación Produce Tlaxcala, Colegio de posgraduados Campus Puebla.2003. Programa estratégico para el Desarrollo de la cunicultura en México: Producción, transformación y comercialización del conejo.

Castellanos E. F. 2010. Manuales para la educación agropecuaria: Conejos. Cta ed. México: SEP Trillas.

Conde H. M. P. 2010. Caracterización del sistema de producción cunícola en el municipio de Atlixco, Puebla. [Tesis licenciatura]. Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.

Dalle Z. A., Szendrő Z. 2011. The role of rabbit meat as functional food. Meat Science; (88): 319–331.

Diagnóstico Regional de Valles Centrales. 2011. Proyecto Piloto: Alfabetización con mujeres indígenas y afrodescendientes en el estado de Oaxaca. http://cedoc.inmujeres.gob.mx/ftpg/Oaxaca/OAX_MetaA4_2011.pdf. Consultado marzo 2017.

Góngora P. R. D., Góngora G. S. F., Magaña M. M. A., Lara L. P. E. 2010. Caracterización técnica y socioeconómica de la producción ovina en el estado de Yucatán, México. Agronomía mesoamericana; 21(1):131-144.

Hernández H. A., Sánchez C. M. J. 2015. Resiliencia y adaptabilidad de los territorios rurales: el caso de Santa Catarina del Monte, México. En: Villanueva JJA, Jarquín GR. Editores. XIII Simposio Internacional y VIII Congreso Nacional de Agricultura Sostenible, Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible, A.C.

Huitrón-Gutiérrez, L. 2015. Evaluación de sistemas campesinos pecuarios utilizando indicadores de sostenibilidad. En: Villanueva JJA, Jarquín GR. Editores. XIII Simposio Internacional y VIII Congreso Nacional de Agricultura Sostenible, Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible, A.C.

Jaramillo V. J. L., Vargas L. S., Guerrero R. J. 2015. Preferencias de consumidores y disponibilidad a pagar por atributos de calidad en carne de conejo orgánico. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias; 6(1):221-232.

Leos-Rodríguez J. A., Serrano P. A., Salas G. J. M., Ramírez M. P. P., Sagarnaga V. M. 2008. Caracterización de ganaderos y unidades de producción Pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la Productividad ganadera (PROGAN) en México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo; 5 (2): 213-230.

Olivares P. R., Gómez C. M. A., Schwentesius R. R., Carrera C. B. 2009. Alternativas a la producción y mercadeo para la carne de conejo en Tlaxcala, México. Región y Sociedad; 21 (46): 191-207.

Plan Rector Sistema Producto Cunícola del Distrito Federal 2012., http://sistemaproductocunicola.org.mx/plan_rector.html. Consultado diciembre de 2016.

Rosas P. N. 2013. Demanda actual y potencial de la carne de conejo en el municipio de Texcoco, Estado de México. [Tesis maestría]. Estado de México. Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo.

Valerio C.D., García M. A., Acero C. R., Castaldo A., Perea J. M., Martos P. J. 2004. Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. Documento de trabajo Producción Animal y Zootecnia 2004; (1): 1-9.

Vélez I. A., Bravo P. J. M., Espinosa G. J. A. 2016. Análisis de las características sociales, económicas y tecnológicas de cunicultores en México. [resumen]. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria: 547-549.

Venegas L. V. 2004. Proyecto de inversión para producción y comercialización de carne de conejo en el estado de Oaxaca. [Tesis licenciatura]. Oaxaca México. Universidad Tecnológica de la Mixteca.

ASOCIATIVISMO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES VITIVINÍCOLAS EN CORDOBA, ARGENTINA

Esteban Daniel Papalini-Vidal[153]

RESUMEN

El mundo rural en América latina se enfrenta a grandes cambios, muchos de ellos impactan fuertemente en los pequeños agricultores. En el caso de los productores vitivinícolas de Córdoba, Argentina, estos cambios significan la amenaza de la urbanización de las zonas rurales, la pérdida de rentabilidad de pequeñas explotaciones agrícolas y en consecuencia la pérdida de una cultura rural relacionada con un cultivo y un territorio. Este contexto cuestiona las formas tradicionales de producir y comercializar. La temática de este trabajo es sobre la experiencia asociativa entre los productores como un mecanismo de adaptación y de progreso. O sea, cuanto puede aportar el asociativismo a que este tipo de producciones sean sustentables y sostenibles en el tiempo. Entendemos que las asociaciones campesinas surgen algunas veces de la misma cultura comunitaria y otras veces como propuestas de organizaciones o gobiernos. Dichas asociaciones nacen para mediar entre las necesidades de una comunidad y su contexto. El objetivo del mismo es poder reflexionar sobre el contenido de los objetivos formalizados, las acciones que se desarrollaron y los resultados obtenidos por un grupo de productores vitivinícola. El mismo se nutre de los documentos elaborados por dicho consorcio (actas de reunión, planes, informes, etc.) y las entrevistas hechas a los miembros del mismo antes, durante y después de la experiencia asociativa. Como resultado se observa que las asociaciones son herramientas que pueden romper o cambiar la forma de gestionar las producciones agrícolas y al mismo tiempo son una herramienta de vinculación con el gobierno, con las fuentes de financiación y con el conocimiento; modificando la situación de aislamiento que se observaba en estos productores antes de la experiencia asociativa. Sin embargo, el impacto sobre cada uno de sus miembros es dispar en base a los objetivos y situaciones particulares.

PALABRAS CLAVE

Asociativismo, asociaciones rurales, vitivinicultura, pequeños productores, resultados asociativos.

INTRODUCCIÓN

Problemática

El mundo rural actual se enfrenta a grandes cambios. El mayor interrogante es sobre qué futuro tendrán los pequeños productores en este contexto y de forma más específica, que rol jugarán las asociaciones de productores o el asociativismo en la construcción de ese futuro.
Para algunos pequeños productores amenazados en su subsistencia la integración vertical resulta una alternativa importante. El dejar de vender materias primas para pasar a ofrecer productos elaborados o semielaborados permite un aumento considerable en sus ingresos dentro de la misma escala. Sin embargo, este proceso requiere incorporación de conocimientos, capital y capacidad comercializadora. La existencia y el modo en que se gestionan las asociaciones de productores rurales es un fenómeno que impacta en la capacidad para superar las limitaciones

[153] Universidad Siglo 21, Córdoba. Argentina.
[2] Universidad Siglo 21, Licenciatura en Administración Agraria, esteban.papalini@ues21.edu.ar

estructurales por parte de los productores. Las asociaciones de pequeños productores pueden colaborar a que estas producciones y productores subsistan a los cambios, se sostengan en el tiempo y eviten la necesidad de emigrar, pudiendo seguir viviendo en sus propios territorios y ejerciendo su cultura e identidad.

Justificación

Las experiencias asociativas generan un gran interés desde el momento en que distintos autores explican el desarrollo de países, regiones o sectores a partir de ellas. Hay un acuerdo en cuanto a que dicha realidad no debería pasar indiferentes a los estudios de desarrollo rural.

Como reflexiona Rodrigo, F. (2006), si bien las asociaciones campesinas no constituyen un obstáculo a la modernidad, tampoco por su sola existencia modifican las limitaciones estructurales que enfrentan los productores. Las experiencias asociativas pueden o no alcanzar los objetivos con que fueron creadas. La comprensión del fenómeno y el enriquecimiento de su entendimiento se construye, no solamente desde la argumentación de los beneficios generales del asociativismo, sino además desde el análisis de casos concretos que describen la relación entre los objetivos formalmente planteados por los grupos, las dinámicas internas y las situaciones contextuales que explican sus logros o fracasos.

Revisión literaria

En las últimas décadas se han observado grandes cambios en las producciones y en los productores. A partir de esta coyuntura surge un primer debate donde Vivanco y Flores (2005) distingue dos corrientes de pensamiento: los campesinistas y los descampesinistas; los primeros postulan que bajo el modelo capitalista es posible la subsistencia de las pequeñas organizaciones agrícolas, mientras los segundo plantean su progresiva desaparición.

Rodrigo, F (2006; 100 p.) nos hace notar que “La realidad nos muestra una gran cantidad de campesinos tradicionales que siguen realizando sus actividades productivas, aun cuando muchos de ellos presentan pocas ventajas comparativas en referencia a los grandes productores nacionales e internacionales”. Es dentro de ese grupo de campesinos que subsisten con dificultades a los cambios del entorno donde el debate se profundiza, reflexionando sobre cuanto influye en la capacidad de subsistencia de los pequeños campesinos el uso de capital social.

A su vez, dentro de aquellas en donde su estrategia de supervivencia interviene el uso del capital social, Putnam, R. (1993) distingue el capital social que se formaliza en organizaciones estructuradas por normas, funciones estables, etc. del capital social informal que se despliega sin objetivos precisos y especificidad de recursos asignados.

Martinez, G (2001, 30 p.) rescata la idea de Lombardo, “ [las] formas asociativas se pueden considerar como una tecnología organizativa, una herramienta que el productor puede utilizar para superar algunas limitaciones de tipo estructural”. Dado esta concepción de las formas asociativas, a la que adherimos, es pertinente analizar o evaluar las mismas desde un enfoque instrumental. Muchos trabajos sobre experiencia asociativa se centran en las externalidades positivas: la difusión de la cultura asociativa o los beneficios concretos en determinadas áreas o en la totalidad de las organizaciones. Esto es importante de analizar, sin embargo son pocos los trabajos que se abocan a analizar si dichas asociaciones lograron objetivamente superar las “limitaciones estructurales” que dieron origen a su formación.

Muchas agrupaciones de pequeños productores agrícolas tuvieron origen gremial o reivindicativo, como por ejemplo este grupo de productores analizados que se conforma para negociar un mejor precio de sus materia primas (uvas de calidad) con las bodegas locales. A partir de esta primera unión surgen otras alternativas muy diferentes a las causas iniciales. Muchas veces este paso no es suficientemente tenido en cuenta, considerando como dice Martinez, G. (2001, 35 p.) que “La consolidación de una organización que tiene objetivos comerciales requiere otro tipo de acompañamiento que difiere de los anteriores”.

Las asociaciones nacen por distintos objetivos: alcanzar economías de escalas, compartir inversiones, reducir costos, acceder a servicios técnicos, negociar en volumen, etc. Araya, S (2010), también refiere que entre los logros particulares que pueden alcanzar las asociaciones están: mejorar la capacidad negociadora con clientes, proveedores, gobiernos e instituciones financieras, estableces programas de créditos, reducir el costo de los controles de calidad requeridos por la agroindustria, obtener escalas requeridas por los mercados, etc. En todos está presente el aspecto instrumental.

Analizar las asociaciones campesinas desde los aspectos culturales, o de cambio cultural, es un gran aporte, sin embargo también es preciso mencionar que el asociativismo puede responder a otras causas. Existen cuestiones contextuales (apoyo técnico y financiero) que exigen a los agricultores organizarse y esta integración demanda tiempo y algunas veces capital, por lo tanto, es un comportamiento instrumental que puede ser evaluado desde el alcance de los objetivos y no solo por las externalidades o el enriquecimiento social y cultural de los miembros (Araya,2010).

Objetivos

Indagar si los objetivos formalizados para una asociación de viticultores de Córdoba, Argentina, fueron alcanzados en los tres años que duró el trabajo conjunto. Dichos objetivos estaban referidos a la superación de las limitaciones estructurales observadas cuando crearon la asociación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Unidad de análisis (objeto)

La investigación se centra en un grupo asociativo compuesto por 11 viticultores de la Provincia de Córdoba, Argentina. En 2012 conforman un consorcio a partir de un programa con financiamiento internacional (Programa AL INVEST de la Unión Europea) cuyas unidades ejecutoras en la Argentina fueron la Unión Industrial Argentina y Bodegas de Argentina.

Método

La técnica de recolección de datos fue la de observador-participante.
Se actuó como coordinador del grupo y se trabajó activamente en el logro de los objetivos. En segundo lugar, se documentaron y midieron distintas variables con la finalidad de poder presentar dicha experiencia asociativa como un caso de análisis.

Fuente

- Encuestas de grupo para el diagnóstico inicial y situación final.
- Actas de todas las reuniones.
- Documentos públicos sobre el grupo.

- Visitas y entrevistas semiestructuradas individuales a los miembros.
- Informes presentados a las organizaciones promotoras del consorcio sobre el alcance de los resultados.

Objetivo

La variable a medir es el grado de cumplimiento de los objetivos formalmente definidos por el grupo. Los mismos surgen de los informes presentados a las organizaciones financiadoras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La influencia del contexto sectorial

En 1998 este grupo inicia un proceso de reconversión de uvas de poca calidad a uvas varietales de alta calidad enológica. A partir de la consolidación de esta reconversión agrícola surge que la tradicional relación viñateros-bodega deja de ser valorada como equilibrada por los productores de uva, entendiendo que las bodegas siendo grandes compradores fijaban un precio que no hacía posible absorber los mayores costos de los nuevos viñedos.

Contemporáneamente a este proceso local, a nivel nacional se reglamenta en 2002 el decreto 27/2002 por el cual se crea un régimen simplificado para eliminar las barreras (burocráticas) históricas que impedían a los pequeños productores de uvas elaborar y comercializar sus propios vinos. Anteriormente, esta situación legal-administrativa forzaba a los productores a vender su uva para que fueran procesadas por las bodegas habilitadas en cada zona.

Los productores miembros tenían un claro perfil vitícola, siendo una de las características de este cultivo los altos niveles de inversión, la dificultad de aprender a manejar técnicamente el viñedo y las altas barreras de salida de la actividad. Todo esto generaba una búsqueda de permanencia en la actividad a pesar de las dificultades.

La combinación de todos estos hechos (cambios en la legislación y el conflicto por los precios de las uvas entre productores y bodegas) impulsó que entre 2004 y 2011 muchos de ellos fueran reteniendo parte de la producción de uvas para elaborar sus propios vinos, buscando competir en el mercado con las marcas ya establecidas. La mayoría de estos productores entran al negocio del vino con escasa competitividad y, siendo conscientes del poco grado de desarrollo empresarial de sus organizaciones impulsan la constitución de una asociación que los nuclee.

Cabe destacar que mientras la vitivinicultura argentina atravesaba un período de recuperación y alto crecimiento, la vitivinicultura local de Córdoba atravesaba una grave crisis. Desde 1960 hasta la fecha el consumo per cápita de vino ha venido cayendo en Argentina, y de forma simultánea ha ido disminuyendo la superficie de viñedo acompañando el decrecimiento del mercado. Sin embargo, en 1993 la superficie de viñedo vuelve a crecer acompañada por el aumento del consumo en los segmentos premium y la exportación. En forma contraria al contexto nacional, la vitivinicultura de Córdoba sigue cayendo aún después de la reconversión vitivinícola. Se puede inferir que ante la imposibilidad de las bodegas locales para competir en los sectores premiun y de exportación a nivel nacional, se quedaron sin capacidad de pagar a los productores el precio necesario para mantener la reconversión varietal de los viñedos de su territorio.

Diagnóstico inicial de las empresas del consorcio

Aspectos descriptivos:

1) Son pequeñas empresas de origen agrícola cuya superficie promedio de viñedo es 1,5 Ha. por emprendimiento.
2) Entre el año 2004 y 2012 todos los integrantes adhirieron al nuevo régimen en la categoría de "Elaborador de vinos Caseros".
3) Al momento de constituir el consorcio, la venta de uva para bodega seguía representando el 45% de la facturación.
4) La mayoría de las empresas realizaron anteriormente elaboración y venta de vino de manera informal, considerando que el estar fuera de la legalidad es una desventaja competitiva insalvable. Por lo tanto, valoran considerablemente la posibilidad de producir legalmente y lo reflejan en su reglamento, cuya única cláusula excluyente es la de cumplir en un 100% la nueva legislación.

A su vez, históricamente los once productores tuvieron una actividad diversificada y participaron simultáneamente en distintos negocios:

Actividad	Cantidad de productores que participan
Producción de uvas	10
Elaboración de vinos	11
Enoturismo	6
Vivero de vid	4

Durante el proceso de reconversión varietal muchos de ellos empiezan por primera vez a medir de manera técnicamente correcta la rentabilidad del viñedo. Sin embargo, no lo hacían con las demás actividades. Por lo tanto una de las primeras actividades del grupo asociativo fue realizar un estudio de rentabilidad para el negocio de los vinos, siendo los resultados los siguientes:

	VINOS Venta Directa	**VINOS Vía Distribuidores**	**UVA Para Bodegas**
Rentabilidad sobre la inversión	**118%**	**58%**	**4%**

Este resultado afianzó el propósito de la asociación de apoyar el ingreso de los miembros a un negocio mucho más rentable. La venta directa de vinos, que se planteaba como una actividad innovadora pero posible era casi treinta veces más rentable que los históricos cultivos de vid para vender en bodega. También fue relevante notar que la rentabilidad final de los vinos estaba en estrecha relación con la cadena de comercialización utilizada.

Objetivos formalizadas por el Consorcio

Luego de un proceso que incluyó: reuniones grupales, consensuar un diagnóstico, redacción de un reglamento y visita de consultores externos, se formalizaron objetivos y un plan de trabajo para los próximos años.

Un debate muy importante fue sobre el rol que deberían cumplir estas asociaciones, llegando el grupo a acordar que el consorcio no tendría como finalidad la creación de una nueva empresa comunitaria sino que se acordó lo siguiente:

a) Objetivos de la asociación: Lograr que la asociación (Terruño Córdoba) contribuya a financiar y organizar los procesos de cambios empresariales necesarios para subsistir dentro del sector vitivinícola de Córdoba, Argentina
b) Objetivos de las empresas miembros: Lograr desarrollar la producción y comercialización de vinos propios constituyendo una unidad de negocio rentable que asegure la sustentabilidad a largo plazo de las fincas vitivinícolas.

Acciones formalizadas por el Consorcio

Una vez realizado el diagnóstico y acordado los objetivos se plantearon cuatros ejes estratégicos a desarrollar, contemplando cada uno distintas acciones prioritarias

Desarrollar los productos	- Mejora en los procesos que determinan la calidad de los vinos. - Mejora en la presentación de los productos.
Favorecer la venta	- Favorecer la venta de uva por diferenciación. - Aumentar la cantidad de puntos de ventas de los vinos. - Generar eventos comerciales. - Hacer acciones para aprovechar el enoturismo.
Aumentar la promoción	- Generar eventos de difusión. - Generar soportes de comunicación. - Hacer acciones para aprovechar el enoturismo.
Mejorar la gestión interna.	- Aumentar la planificación individual a largo plazo.

Acciones desarrolladas por el consorcio

Primer eje estratégico: Desarrollar los productos

a) Se consiguió que el Gobierno financie un curso de Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufactura para todos los miembros del consorcio.
b) Se contrató de manera conjunta el servicio de un enólogo para trabajar en temas de planificación y control de calidad en cada establecimiento.
c) Se incentivó la participación en concursos obteniendo cuatro premios y analizando con el enólogo las causas de los vinos no premiados.
d) Se realizó talleres de cata para los miembros del consorcio con la finalidad de mejorar su conocimiento en el tema.
e) Se armó un laboratorio enológico propio con la finalidad de sostener el plan de calidad con indicadores fiables.
f) Se mejoró la presentación de los productos.
g) Se rediseñaron las etiquetas de los vinos. Esto se debe a que algunas de las mismas no respondían a los gustos de los consumidores.
h) Se mejoraron las infraestructuras productivas a través de créditos productivos con tasas de interés subsidiadas por el gobierno.

Segundo eje estratégico: favorecer la venta

a) Se incorporaron distribuidores de vinos en las localidades vecinas.

b) Se participó con stand de ventas en las principales celebraciones y eventos regionales.
c) Se logró que el gobierno incluya en sus regalos de cortesía vinos de la zona.
d) Se diseñaron exhibidores que se pusieron en comercios de la zona.
e) Se realizaron acciones conjuntas para fomentar el turismo en los establecimientos.
f) Se logró que algunos establecimientos del consorcio logran avalar buenas prácticas en enoturismo.

Tercer eje estratégico: Aumentar la promoción

a) Se diseñaron folletos del consorcio, de todos sus establecimientos y sus productos.
b) Se diseñó una página web.
c) Se creó un Facebook con 1500 seguidores.
d) Se participó en numerosos eventos del gobierno con stand de exhibición y prueba.
e) Se participó en eventos sectoriales y privados con stand de exhibición y prueba.
f) Se realizaron charlas en Universidades y otros ámbitos de difusión.
g) Se consiguió espacio de difusión gratuita en radios y periódicos locales

Cuarto eje estratégico: Mejorar la gestión interna

a) Se redactó y firmó un reglamento interno.
b) Se realizaron estudios conjuntos sobre costos de producción.
c) Se acordaron criterios para fijar precios y hacer una lista de precios conjunta.
d) Se efectuó un viaje de capacitación a Uruguay visitando y teniendo reuniones sobre gestión de bodegas con los propietarios de los principales establecimientos de ese país.

Análisis de los Resultados

El trabajo busca mostrar los resultados alcanzados en los objetivos formalizados. Dado que el grupo distinguió entre los objetivos que se esperaban de la asociación (de su trabajo asociativo) y los objetivos empresariales o particulares de sus miembros, nos parece conveniente presentarlos por separado:

a) En cuanto a los Objetivos de la asociación

La asociación fue creada para financiar y organizar el proceso de reconversión empresarial.

Sobre el aspecto de financiación se puede afirmar que el mismo fue plenamente cumplidos en cuanto todas las acciones enunciadas fueron financiadas a través y como consecuencia de la forma asociativa. En notorio que la forma asociativa permitió romper el aislamiento histórico de los productores, generándole vínculos con entidades de créditos y accediendo a servicios y recursos públicos que anteriormente no los beneficiaban.

En cuanto al objetivo de dinamizar un cambio interno el mismo es comprobable a través de procesos de gestión que fueron implementados por primera vez en los establecimientos después de tres generaciones de procesos de gestión informales. Entre estos procesos se pueden nombrar: la planificación de la calidad, el análisis profesional de costos de los productos, la capacitación permanente y la planificación comercial. Fue observable el impacto que tuvo en el modo de producción el acceso a un profesional en enología y en la gestión el acompañamiento de un asesor empresarial. Ambos servicios profesionales se pagaron con fondos recibidos por la asociación sin que significaran un costo para sus miembros.

b) En cuanto a los objetivos individuales

Se diagnosticó que las posibilidades de supervivencias estaban relacionadas a la capacidad de superar el negocio de la uva (materia prima) y poder insertarse en el negocio del vino a través de la producción propia y su comercialización.

En cuando a la producción los miembros consiguieron conocimientos, transferencias de recursos oficiales, minimización de la inversión al tener parte de la maquinaria en propiedad común y el acceso, antes no logrado, a créditos comerciales (no personales) a baja tasa de interés que permitió importantes mejoras en la infraestructura. Por lo tanto el aspecto productivo tuvo en todos los casos un gran avance.

En el aspecto de la comercialización de vinos, el consorcio al tercer año de vida logró vender directamente el 20% del volumen producido de vino (en el formato de botella de vidrio de 750 cm. cúbicos). Se puede considerar que este volumen marca una inserción clara de los productores en los segmentos más competitivos del mercado, sin embargo no es suficiente para asegurar la sostenibilidad de los emprendimientos.

El desarrollo de los miembros no fue homogéneo, diferenciándose dos grupos. Aquellos que destinaron el 100% de sus vinos a mercados de precios medios o altos lograron una inserción en mercados altamente competitivos pero no pudieron lograr la venta de la totalidad de sus vinos y por lo tanto no pudieron asegurar la sustentabilidad de sus establecimientos. Aun logrando la calidad para competir en los segmentos de alta calidad, la comercialización en dicho segmento resultaba muy costosa y carente de competitividad respecto de los grandes líderes.

En tanto otros miembros del grupo solo destinaron al vino en botella individual de calidad alta y media los volúmenes requeridos y comercializados por el consorcio, dirigiendo el resto de la producción a los mercados regionales y cercanos en envases de cinco litros (damajuana). Siendo este segmento de menores precios y calidad pero al mismo tiempo compensado por menores costos al trabajar con envases retornables, sin packaging costosos y con facilidad para colocar el total de la producción ante la ausencia de grandes competidores. Por lo tanto, consiguieron la puesta en marcha total de la nueva unidad de negocios.

LITERATURA CITADA

Araya, S. et al. (2010) Niveles de participación en la pequeña agricultura ¿Si decidimos organizarnos, por qué no asumimos un rol activo? Revista Economía Agraria, Vol, 14, Chile.

Altschuler, B. (2012) Fronteras sociales y asimetrías en la vitivinicultura mendocina actual. Cuadernos de desarrollo rural, 9 (68), 151-175.

Flores, R., Narvarte, P. & Naranjo, C. (2005). Antecedentes sobre el desarrollo de la asociatividad en la pequeña empresa agrícola. En: Alianzas para el desarrollo de la empresa agrícola en el Siglo XXI. INDAP IICA, AGCI, Santiago.

Jaime, M y Salazar, C. (2009) Social Capital and technical efficiency or wheat small farmers in the Bío Bío. Munich Personal RePec Archive, Paper Nº 17220.

Kliksberg, B. (1999). Capital social y cultura, claves esenciales del desarrollo. Revista de la CEPAL 69:85-102.

Martinez, G (2001) El asociativismo como factor de éxito y limitaciones, Revista de Agroecología, Vol. 2, Nº 2, 30-37 p.

Putnam, R. D. (The prosperous community. Social capital and public life. American Prospect, 13.

Rodrigo, F. y Naranjo, C. (2006). Uso del capital social en la generación de asociatividad en pequeñas organizaciones familiares campesinas. Revista de Trabajo Social, N° 73, 99-109 p. Chile.

Vivanco, M y Flores, R. (2005) *Entre la naturaleza y el mercado. El caso de una organización familiar campesina. Revista de Sociología N° 19, 171 – 182 p. Chile.*

LA CAPACIDAD ADMINISTRATIVA DE LAS PYMES DE AGRONEGOCIOS DE LA REGIÓN DEL VALLE DEL MAYO.

Daniel Paredes-Zempual[1]
Viridiana Macías-Vargas[1]
Gimena Vianey Cervantes-Hurtado[1]

RESUMEN

Actualmente las empresas representan el principal factor dinámico de la economía de una nación y, a la vez constituyen un medio de distribución que influye directamente en la vida privada de sus habitantes. El sector primario en México representa un alto porcentaje de empresas, la importancia del crecimiento de este sector es fundamental para el desarrollo del país y las actividades que representan. El sector primario forma un giro de empresas denominado Agronegocios. En México las empresas del sector de los Agronegocios han presentado un lento crecimiento en comparación con las del sector industrial. esto debido a las características que presentan como son: su estructura y organización mínimamente o no sólidamente definida; riesgo e incertidumbre que se presenta al trabajar con seres vivos, un clima variable o un mercado inestable, y en la mayoría de los casos una falta de gestión administrativa. Por lo antes mencionado se realizó esta investigación para identificar por medio de un modelo de regresión múltiple el impacto que tiene el buen empleo de la capacidad administrativa para el aprovechamiento de los recursos disponibles de una manera más efectiva.

Palabras clave: *Administración, agronegocios, modelos y regresión múltiple.*

THE ADMINISTRATIVE CAPACITY OF SMES OF AGRIBUSINESS OF THE VALLEY OF MAYO REGION.

ABSTRACT

Currently companies are the main dynamic factor in the economy of a nation and, at the same time constitute a medium of distribution that directly affects the private lives of its habitants. The primary sector in Mexico represents a high percentage of companies, the importance of the growth of this sector is crucial for the country's development and activities that represent the primary sector forms a business called agribusiness. In Mexico the companies in the agribusiness sector have presented a slow growth compared to the industrial sector, this due to the characteristics shown as: their structure and organization minimally or not solidly defined; risk and uncertainty that occurs when working with living things, a variable climate or an unstable market, and in most cases a lack of administrative management. As mentioned above this research was conducted to identify using a multiple regression model the impact of the good usage of the administrative capacity for the use of the resources available more effectively.

Keywords: Administration*, agribusiness, models and multiple regression.*

154

INTRODUCCIÓN

[154] *Universidad Estatal de Sonora, Licenciatura en Agronegocios.* dparedes8@hotmail.com

Hoy en día las empresas representan el principal factor dinámico de la economía de una nación y, a la vez constituyen un medio de distribución que influye directamente en la vida privada de sus habitantes, a nivel mundial los Agronegocios son parte importante del sector alimentario ya que contribuyen de manera significativa en las economías de los diferentes países. Según Cruz y Polanco (2014) en México las empresas constituyen un papel muy importante para el desarrollo económico y social, estas se pueden clasificar en diferentes sectores: en el primario donde se encuentran las actividades de agricultura, ganadería y pesca, el secundario incluye a las industrias y en el terciario se encuentran las empresas de servicios generales, mismas que constituyen el sistema productivo de México, el sector primario contribuyen siempre de manera positiva al crecimiento económico. Una investigación de INEGI en 2005 señala que el sector primario representa el 67.9% de las actividades económicas. Por otra parte un estudio realizado por SAGARPA (2015) destaca que el Producto Interno Bruto (PIB) primario ha mantenido una tendencia de crecimiento en los últimos trimestres; el PIB primario en 2014 aumentó 3.2 por ciento, superior al resto de la economía, y al primer semestre de 2015 creció 4.5 por ciento, a tasa anual.

Las empresas del sector primario representan un alto porcentaje en México, la importancia del crecimiento de este sector es fundamental para el desarrollo del país y las actividades que realizan forman un giro de empresas denominado Agronegocios, las cuales se encargan de administrar todos los recursos disponibles de la organización para cumplir con los objetivos planteados. Guerra (2002) argumenta que los Agronegocios es un complejo agro empresarial que involucra la provisión de insumos y la producción, procesamiento y distribución de productos agropecuarios y agroindustriales como parte de una cadena en la que todos los agentes que intervienen en ella se influyen mutuamente. En México las empresas del sector de los Agronegocios han presentado un lento crecimiento en comparación con los del sector industrial según los autores Chavira, Aulcy, Zamorano, Frías, y Torres (2012), esto debido a las características son su estructura y organización, riesgo e incertidumbre que se presenta al trabajar con personas, seres vivos, mercados inestables y en la mayoría de los casos una falta de gestión administrativa, es por ello que los agronegocios deben aplicar la administración para el aprovechamiento de los recursos disponibles de una manera eficaz.

REVISIÓN DE LITERATURA

Administración y el proceso administrativo

Según Ramírez (2015) la administración es una actividad humana por medio de la cual las personas procuran obtener resultados. Esa actividad humana se desarrolla al ejecutar los procesos de planear, organizar, dirigir, coordinar y controlar. Por otra parte Münch y García (2009), definen administración como el esfuerzo coordinado de un grupo social para obtener un fin con la mayor eficiencia y el menor esfuerzo posible. A su vez dentro de la administración se encuentra el proceso administrativo que lo podemos definir como la planeación, organización, integración ,dirección y control que ayuda al cumplimiento de los objetivos ya que es el principal sustento teórico de esta investigación debido a que de esta se derivan los factores o elementos de estudio. Reyes (2008) en su libro de Administración Moderna habla que la importancia de la administración radica donde quiera que exista un organismo social y este depende de su buena administración, para las grandes empresas la administración es esencial, ya que no podrían actuar sin ella, para las PyMEs pueden competir con otras con el mejoramiento de su administración ya que la productividad depende de la adecuada administración de las empresas. Por último, la ciencia de la administración es fundamental para lograr el éxito en las organizaciones, la importancia de la administración radica en el crecimiento de la empresa, la cual se lleva acabo aplicando correctamente el proceso administrativo.

Planeación

La primera etapa del proceso administrativo es la planeación, Reyes (2008) define planeación como la determinación del curso concreto de acción que se habrá de seguir, fijando los principios que lo habrán de presidir y orientar, la secuencia de operaciones necesarias para alcanzarlo y la fijación de criterios, tiempo, unidades, etc., necesarias para su realización. Podemos definir planeación como la etapa del proceso administrativo que establece los objetivos, acciones para el cumplimiento de los mismos, así como diferentes tipos de planes y los elementos de la planeación los cuales son: las misiones o propósitos, objetivos, metas, estrategias, políticas, procedimientos, programas y presupuestos.

Organización

Es la función administrativa que involucra acordar y estructurar el trabajo para cumplir los objetivos de la organización según Stephen y Coulter (2010). Por otra parte también se menciona que el establecimiento de la estructura es necesaria para la sistematización racional de los recursos, mediante la determinación de jerarquías, disposición, correlación y agrupación de actividades, con el fin de poder realizar y simplificar las funciones del grupo social; y se puede definir como organización a la etapa del proceso administrativo que agrupa las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos. Los elementos de la organización según Münch y García (2009) son: estructura, sistematización, agrupación y asignación, jerarquía y simplificación de funciones.

Integración

Consiste en dotar al organismo social de todos aquellos recursos que la mecánica administrativa señala como necesarios para su eficaz funcionamiento, escogiéndolos, introduciéndolos, articulándolos y buscando su mejor desarrollo (Reyes, 2008). Por otra parte Cipriano (2014) menciona que la integración de recursos consiste en satisfacer las necesidades de la empresa eligiendo, combinando y armonizando diferentes elementos, con el propósito de hacer llegar los recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos oportunamente. La integración es de las funciones más importantes de las administración ya que se encarga de articular los recursos financieros, materiales, técnicos, tecnológicos y humanos, este último denominado también capital humano, según Peña y Hernández (2007) todo empleado en la organización deben de tener una participación en el diseño estratégico de las empresas ya que esta acción generara una ventaja competitiva a partir de los recursos. Sólo como anteceden se calcula que el 50% de las grandes empresas, tan sólo el 10% de ellas cuentan con medidas numéricas y económicas de impacto en la integración de recursos sobre los resultados de la empresa (Sánchez, 2000).

Dirección

La dirección dentro de las empresas, organizaciones e instituciones donde se involucre el capital humano implica la orientación de personas para a través de ellas cumplir los objetivos organizacionales según Stephen y Coulter (2010). Cortés (2013), argumenta que últimamente la función de la dirección ha aumentado ya que fomenta la confianza, el empowerment y el reconocimiento de los empleados como los activos más importantes de las empresas, los directivos, deberán promover el aprendizaje, con el objetivo de generar conocimiento que permita crear valor y ventajas competitivas.

En la misma línea, Argote e Ingram (2000) afirman que la dirección se convierte en una tarea primordial y uno de los retos de nuestro tiempo, es maximizar la eficacia y los ingresos de la empresa, por lo que el desarrollo del capital humano y el talento de los individuos se desarrolla gracias a la experiencia de la dirección para la formación e interacción del equipo de trabajo. En este sentido la dirección empresarial permite el aumento de las competencias de los empleados y provee habilidades, técnicas de colaboración e inteligencia emocional de grupo, lo cual genera confianza, identificación y eficacia entre los participantes del mismo (Yahya y Goh, 2002).

Control

Es la función administrativa que implica dar seguimiento, comparar y corregir el rendimiento laboral según Stephen y Coulter (2010). Por otra parte Espinal, Guerra y Valdez (2002) mencionan que la función de control consiste en establecer estándares, comparar los resultados obtenidos con ellos y realizar los ajustes necesarios para el logro de los objetivos trazados. Pero para Terry (2000) se denomina como el proceso para determinar lo que se está llevando a cabo, valorizándolo y si es necesario, aplicando medidas correctivas de manera que la ejecución se desarrolle de acuerdo con lo planeado. También se denomina como el proceso para dirigir e influir en las actividades de los miembros de un grupo o una organización entera, con respecto a una tarea. (Stoner, Freeman, y Gilbert 2015). Según Benavides (2015) un sistema de control tiene como fin ejecutar una estrategia que permita alcanzar metas y su implementación en las empresas es eminentemente estratégica porque mide el cumplimiento de los objetivos estratégicos y los resultados plasmados en el tablero de control aportan información para la toma de decisiones gerenciales.

La capacidad administrativa

Para Münch y García (2009) la capacidad administrativa es el conjunto de fases o etapas sucesivas de las cuales se efectúa la administración, mismas que se interrelacionan y forman un proceso integral, es por ello que para que las empresas cuenten con una capacidad administrativa según Koontz (2012) establece que deben de contar con una planeación, organización, integración, dirección y control. Estas etapas se definirán a profundidad pues son los elementos que nos ayudaran a determinar el nivel de capacidad administrativa. Por otra parte Stephen y Coulter (2010) mencionan que es la función administrativa la que involucra definir objetivos, establecer estrategias para lograr dichos objetivos y desarrollar planes para integrar y coordinar actividades.

Estudios empíricos

Algunas organizaciones adolecen de un proceso administrativo que resuelva los problemas internos, como podrían ser los que presenta la función directiva, aunque por otra parte, sí se realiza gestión que permite desarrollar relaciones con el entorno organizacional externo, que podrían aprovechar programas públicos (Jaquez, 2013). En sus estudio Eikebrokk y Olsen (2007), brindan una aportación donde mencionan que la aplicación del proceso administrativo de las PyMEs permite tener una mejor posición en el mercado en relación con los demás competidores del sector obteniendo buenos resultados de un modo sostenible en el tiempo, esto puede ser debido a que dicha unidad empresarial posee una buena capacidad administrativa. Por otro lado en una investigación realizada en el estado de Puebla concluyen que los factores que contribuyen al éxito competitivo de las empresas, es decir el generar empleo, está basado en el desarrollo de técnicas de control de gestión adecuadas y su capacidad administrativa influye positivamente en el rendimiento de las mismas. (Gómez y López, 2013).

Hablando no solo empresarialmente sino a nivel país y con la globalización, la habilidad gerencial se ha convertido cada vez más en un importante criterio para los nuevos estados que desean adherirse a la Unión Europea, aunque no tiene competencia directa para regular o controlar la capacidad administrativa de los gerentes y menos aún la de los estados candidatos (Moxon, 2002). Por último Martínez (2008), en su investigación donde aborda el problema de la capacidad administrativa en las PyMEs del estado de Oaxaca, y dicho estudio sirvió para explicar en parte por qué las empresas fracasan, se observó en los resultados que la capacidad administrativa es baja, al mostrar que dentro de sus procesos la aplican de manera muy deficiente.

MATERIALES Y MÉTODO

Planteamiento del problema

Los Agronegocios en México presentan serias deficiencias que impiden su desarrollo y un mayor crecimiento económico del país, la falta de inversión y la carencia de innovaciones, de acuerdo a datos del Centro de Estudios Económicos del Sector Privado (CEESP) (2015), la participación de este tipo de empresas en el crecimiento económico del país en los últimos 15 años ha sido apenas del 0.7 % en promedio, prácticamente nula en comparación con 28.2% del sector industrial y el 71.1% de los servicios.

En los diversos países las empresas de Agronegocios tienen un importante papel en el desarrollo y crecimiento económico, en México y el mundo, dicho sector representa en el país el 95.7 % según INEGI 2009, es por ello que en la en la región del Valle del Mayo cuenta con 201 empresas que pertenecen a este sector según consulta en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), las cuales constituyen un alto porcentaje de empleos, por lo que ellas representan una considerable contribución en la economía de la región. Domínguez, Mora, Arellano y Torres (2014) donde citan a Rodríguez (2010) el principal problema en este tipo de empresas radica en la falta la implementación eficiente de su proceso administrativo y para asegurar el éxito en las organizaciones es necesario aplicar herramientas administrativas que permitan la gestión y el uso eficaz de los recursos, es por ello que surge la necesidad de realizar esta investigación en el sector del Agronegocios permita obtener información sobre la capacidad administrativa de los directivos y empresas de la comunidad del Valle del Mayo y actualmente es preciso mencionar que se cuenta con pocos estudios sobre estos aspectos importantes que coadyuvan a la permanencia de dichas empresas.

Pregunta de investigación

Por lo antes mencionado, se plantea la siguiente interrogante: ¿En qué medida están relacionadas positivamente las variables independientes de planeación, la organización, la dirección, la integración y el control con la variable dependiente de capacidad administrativa de las empresas con el giro de Agronegocios del Valle del Mayo, Sonora?

Hipótesis

- H_A: El proceso administrativo SI está relacionadas positivamente con la capacidad administrativa de las empresas con el giro del Agronegocios de la comunidad del Valle del Mayo, Sonora México.
- H_A: El proceso administrativo NO está relacionadas positivamente con la capacidad administrativa de las empresas con el giro del Agronegocios de la comunidad del Valle del Mayo, Sonora México.

Objetivo General

Determinar el impacto de la planeación, la organización, la dirección, la integración y el control en la capacidad administrativa de las empresas con el giro de Agronegocios del municipio del Valle del Mayo, Sonora.

Sujetos y materiales de estudio

Este proyecto se realizó las empresas con el giro de Agronegocios ubicadas en el del Valle del Mayo donde se entrevistaron a gerentes o directivos de cada organización, ya que son quienes tienen pleno conocimiento de cómo operan las empresas, en los materiales se utilizó instrumento

denominado encuesta, la cual fue elaborada por los autores de este estudio con un 33 ítems los cuales se encuentran clasificados en proceso administrativo y la capacidad administrativa, las respuestas contemplan una escala de Likert.

Delimitaciones

El trabajo de investigación se llevó a cabo en empresas con el giro de Agronegocios en del Valle del Mayo, Sonora, durante el periodo de Enero a Diciembre del 2016, donde solamente se entrevistó a los directivos de las empresas que puedan brindar información sobre el funcionamiento de su proceso de planeación, organización, integración, dirección, control y la capacidad administrativa para poder lograr el desarrollo del estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Figura del modelo gráfico propuesto.

Cálculo del tamaño de la muestra.

Población 201 Empresas n= $\frac{K \times P \times Q \times N}{E \times (N-1)) + K \times P \times Q}$ = 78 Empresas

Confiabilidad 97% y Error 10%

Análisis de regresión múltiple.

La siguiente fórmula, representa de forma general el modelo de regresión múltiple, el cual indica la dependencia lineal de la variable de respuesta. $Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_5X_5 + \varepsilon$ Donde: Y=Capacidad Administrativa, B_0 = Constante del modelo, $\beta_1 \ldots \beta_5$ = Betas del modelo, X_1=Planeación, X_2=Organización, X_3=Integración, X_4=Dirección, X_5=Control y ε=Error o variable

VARIABLE INDEPENDIENTE (Causa)	VARIABLE DEPENDIENTE (Efecto)
X_1=Planeación, X_2=Organización, X_3=Integración, X_4=Dirección y X_5=Control	Y = Capacidad administrativa

aleatoria. Para calcular la confiabilidad para cada variable como observamos cuadro 1 que los indicadores fueron favorables y estuvieron por encima de del promedio aceptado para el Alfa de Cronbach que debe de ser arriba de .700, esto genera mayor confianza y representatividad a las variables involucradas en la investigación por lo tanto valores de consistencia interna inferiores a .700 indican una pobre correlación entre los ítems (Campo y Oviedo 2008).

Cuadro1: Cálculo de Alphas de Cronbach.

Variable	Alfa de Cronbach	Número de elementos
Y = Capacidad Administrativa	.825	6
X_1 = Planeación	.940	5
X_2 = Organización	.849	5
X_3 = Integración	.838	7
X_4 = Dirección	.837	5
X_5 = Control	.840	5

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en el SPSS v.21.*

Como resultado de regresión múltiple se puede observar en cuadro 2 que se introdujeron tres modelos que el primero es X_5Control con una R Cuadrada de .733, el segundo está integrado por dos variables X_5Control y X_4Dirección con una R Cuadrada de .837 y por último el tercero que lo conforman las variables X_5Control, X_4 Dirección, X_3Integracion con una R Cuadrada de .862. Por lo tanto lo anterior explica que en el mejor modelo fue el número tres explicando en un 86.2% la variabilidad en la variable de respuesta (Y) denominada Capacidad Administrativa con el valor obtenido, en el estadístico de Durbin-Watson igual a 2.298, se puede asumir independencia entre

los residuos, es decir no existe auto correlación positiva o negativa entre los residuos, ya que se encuentra en el rango mayor a 1.5 y menor a 2.5. (Hanke y Wichern 2006).
Cuadro 2: Modelo de regresión lineal.
Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en el SPSS v.21.*

Los coeficientes del modelo no estandarizados contienen la regresión que definen la ecuación de regresión que corresponde a la constante, es la que se ha denominado B_0, mientras que los coeficientes para X_3, X_4 y X_5, son β_3, β_4 y β_5, respectivamente del modelo número 3. Los coeficientes de regresión estandarizados y/o tipificados *Beta*, permiten valorar la importancia relativa de cada variable independiente en la ecuación de regresión, es por ello que observamos que la variable con mayor importancia en la ecuación de regresión que la conforman las variables X_5Control, X_4Dirección y X_3Integración con una Beta de .377, .365 y .273 respectivamente. Las

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticas de cambios					Durbin-Watson
					Cambio de cuadrado de r	Cambio en f	gl 1	gl 2	Sig. cambio en f	
1	.856	.733	.729	.453	.733	208.485	1	76	.000	
2	.915	.837	.832	.356	.104	47.748	1	75	.000	
3	.929	.862	.857	.330	.025	13.679	1	74	.000	2.298
a. Variable dependiente: Y1_CAP_ADMIVA										
b. Variables predictoras: (Constante), X5_CONTROL										
c. Variables predictoras: (Constante), X5_CONTROL, X4_DIRECCIÓN										
d. Variables predictoras: (Constante), X5_CONTROL, X4_DIRECCIÓN, X3_INTEGRACIÓN										

puntuaciones t mayor a 2.14, para los coeficientes del modelo de regresión, demostraron que las variables aportan significativamente al propio modelo, lo que indica que los valores obtenidos se pueden generalizar a la población, ya que el P (valor) < .05.
Cuadro 4: Coeficientes de regresión.

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	correlaciones			Estadísticos de colinealidad	
		B	Error típ.	Beta			Orden cero	Parcial	Semi parcial	Tolerancia	Fiv.
1	(Constante)	1.271	.225		5.655	.000	.856	.856	.856	1.000	1.000
	X5_CONTROL	.762	.053	.856	14.439	.000					
2	(Constante)	.007	.254		.027	.978	.856	.637	.334	.449	2.229
	X5_CONTROL	.444	.062	.499	7.162	.000	.852	.624	.322	.449	2.229
	X4_DIRECCIÓN	.577	.083	.481	6.910	.000					
3	(Constante)	-.227	.244		-.933	.354	.856	.518	.225	.356	2.811
	X5_CONTROL	.335	.064	.377	5.211	.000	.852	.510	.220	.363	2.755

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en el SPSS v.21.*

	X4_DIRECCIÓN	.438	.086	.365	5.102	.000	.836	.395	.160	.341	2.932
	X3_INTEGRACIÓN	.298	.080	.273	3.699	.000	.856	.856	.856	1.000	1.000
a. Variable dependiente: Y1_CAP_ADMIVA											

Con base a todos los supuestos anteriores y cumpliéndose cada uno de ellos, se determinó la función de regresión lineal óptima fue el modelo 3, partiendo de los regresores (X_3, X_4 y X_5), los cuales fueron significativos en p (valor) <.05, tal y como se muestra en el cuadro 4.

La siguiente formula indica que fue un modelo significativo y en las siguientes fórmulas, lo que indica que ambas variables contribuyen de forma significativa a explicar lo que ocurre con la variable dependiente, por lo tanto obtenemos la siguiente ecuación de regresión lineal.

$Y = \beta_0 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5$ = Proceso administrativo (Y) =-.1.271 + .273*(X_3 Integración) + .365*(X_4 Dirección) + .377*(X_5 Control).

CONCLUSIÓN

En la revisión de literatura algunos autores afirman que el proceso administrativo es pieza importante para mantener una buen capacidad administrativa en las empresas, esto lleva a concientizar a los gerentes, directivos y mandos medios de la empresas a poner énfasis en implementar estas actividades administrativas, y con esta acción podrían tener un efecto detonador en sus utilidades y posicionarse en el mercado.

Por otro lado un punto donde derivo un gran esfuerzo para realizar esta investigación fue primeramente la determinación de la población a estudiar y la construcción del instrumento de medición basado en la revisión de literatura las actividades administrativas dentro de las empresas del Agronegocio y a su vez se encontró una poca información e investigaciones en relación a las variables y fue difícil detectar información en el contexto de nuestro país, otra limitación como cualquier investigación fue el poder llegar a los encuestados ya que los gerentes o directivos de las empresas a veces no tenían tiempo o disposición para contestar las encuestas.

Como conclusión obtuvimos que la relación de las variables independientes del proceso administrativo como integración, dirección y control están asociadas a la variable dependiente de capacidad administrativa de la empresas del sector del Agronegocios en un 86% y es por ello que la hipótesis se comprueba parcialmente debido a que las variables de planeación y organización no salieron significativas en el modelo de regresión. Por lo antes mencionado se logró cumplir el objetivo de identificar la relación que existe entre las variables independientes y la variable dependiente, debido a que se contesta la pregunta de investigación mediante los resultados al verificar que si existe una relación positiva en por lo menos 3 variables de ella que fueron significativas para la investigación.

Por lo tanto en cuestión de integración se recomienda a las empresas del sector del Agronegocios que en cuestión de organización se recomienda que establezcan objetivos, se desarrollen estrategias, que propongan políticas de acción, determinen procedimientos y realicen su presupuesto anual de operaciones, en cuanto a las variable de organización se recomienda que establezcan un organigrama definiendo el director de cada uno de ellos, así como las descripción de las actividades que realiza para con ello por delegar funciones y en un futuro también puedan reorganizar los departamentos o puestos de la empresa.

Por ultimo como líneas futuras de investigación se puede realizar una investigación más amplia dentro del sector del Agronegocio o bien en empresas de otro giro o área geográfica ubicadas en

la región Sonora, México y a su vez a futuro se puede replicar este estudio en otros países para seguir determinando la relación que existen entre estas variables y también incorporar otras variables al estudio y lograr establecer algún comportamiento.

LITERATURA CITADA

Benavides, E. (2015). Diseño e Implementación de un Sistema de Control de Gestión Aplicado a Planta de Productos Cárnicos.

Campo, A. y Oviedo, H. (2008). Propiedades psicométricas de una escala: la consistencia interna. Rev Salud Pública, 10(5), 831-839.

Centro de Estudios Económicos del Sector Privado (CEESP) (2015), Recuperado el 05 de Enero del 2016 en: http://ceesp.org.mx/?s=sector+agr%C3%ADcola

Cipriano, L. G. A. (2014). Proceso administrativo. Grupo Editorial Patria.

Cortés, J. (2013). Más allá del proceso administrativo: el caso de la empresa SAIT. Revista Internacional de Investigación y Aplicación del Método de Casos. Colombia.

Cruz, M., y Polanco, M. (2014). El sector primario y el estancamiento económico en México. Problemas del desarrollo, 45(178), 9-33.

Chavira, P., Aulcy, V., Zamorano, M., Frías, G., y Torres, E. (2012). Administración estratégica en empresas Agrícolas del valle de San Quintín, baja california, México. In Global Conference on Business & Finance Proceedings (Vol. 7, No. 2, p. 1258). Institute for Business & Finance Research.

Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Recuperado el 10 de noviembre del 2015 en: www.inegi.org.mx/sistemas/denue/

Domínguez, D., Mora,C., Arellano, G., y Torres Carrillo, K. (2014). La alternativa del diagnóstico empresarial para la gestión directiva en las pequeñas empresas comerciales en Sinaloa//Alternative Business Assessment for Management Policy in Small Business Enterprises in Sinaloa. Telos, 16(2), 278-299.

Eikebrokk, T. y Olsen, D. (2007): “An empirical investigation of competency factors affecting e-business success in european SMEs”. Information & Management. Volumen. 44. Page. 364–383. USA.

Espinal, G., Guerra, G., y Valdés, A. A. (2002). Economía del Agronegocio. Editorial Limusa.

Guerra, G. (2002). El Agronegocio y la empresa agropecuaria frente al siglo XXI (No. 98). Agro américa.

Gómez, A y López M. (2013). Financiación y factores competitivos de la pyme industrial de México: un estudio empírico. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.

Hanke, E. y Wichern, W. (2006). Pronósticos en los negocios. Pearson Educación.

Jaquez, T., Estela, M. y Contreras Loera, M. (2013). Las organizaciones cooperativas: el proceso administrativo como parte de la gestión directiva. Journal of Intercultural Management. USA.

Koontz, H. (2012). Administración Una perspectiva global y empresarial.

Martínez, M. (2008). Capacidad administrativa de la empresa integradora carpinteros originales de la Sierra Sur S.A. de C.V. Tesis inédita. Universidad de la Sierra Sur. Oaxaca, México.

Moxon, E. (2002). Administrative capacity in the European Union: how high can we jump?. Universidad de Limerick. Irlanda.

Münch, L., y García, J. (2009). Fundamentos de administración. Editorial Trillas. México.
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (FAO 2015). Recuperado el 20 de Noviembre del 2106 en:

https://coin.fao.org/cms/world/mexico/InformaccionSobreElPais/agricultura_y_des_rural.html
Sánchez, R. (2000). La medición de las prácticas de Recursos Humanos. Capital Humano. No.134. Pág. 22-32. Universidad de Navarra. España.

Peña, I., y Hernández, F. (2007). La integración de la dirección de recursos humanos en el proceso de formulación de la estratégica como determinante de los resultados. Universia Business Review. España.

Ramírez, C. (2015). Fundamentos de administración.

Reyes, A. (2008). Administración Moderna. 1ra. Edición, México, Editorial Limusa.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA 2015) Recuperado el 12 de Enero del 2106 en:
http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2015B568.aspx

Stoner, J., Freeman, R. y Gilbert, R. (2015). Planificación y administración estratégica. Prentice Hall.

Terry, G. (2000). Principios de administración.

PREFERENCIAS DEL CONSUMIDOR POR LAS HORTALIZAS FRESCAS EN LA REGIÓN CARIBE DE COLOMBIA

Antonio Maria Martinez Reina

Resumen

El presente trabajo tiene por objeto mostrar los resultados preliminares de la investigación sobre preferencias del consumidor de hortalizas en la Región Caribe de Colombia. La iniciativa se fundamenta en el hecho que no se encuentra información organizada en forma sistemática acerca de las preferencias del consumidor por este tipo de productos, lo cual se considera una limitante si se quiere incrementar las áreas cultivadas. Los datos fueron obtenidos del trabajo de campo de 200 encuestas aplicadas al azar a consumidores en los mercados mayoristas de las principales ciudades de la región. El instrumento de recolección de información incluía variables socioeconómicas del consumidor y otras como frecuencia de compra, principales hortalizas que consumen, sitio de compra y razones para aumentar el consumo. Para el análisis se utilizaron tablas de contingencia, estadísticas básicas y análisis de correlación. Los Resultados permiten apreciar que la zanahoria, la cebolla blanca, la ahuyama y el tomate son las que más prefieren los consumidores en promedio 4 kilos por compra, la frecuencia de compra que más se repite es semanal. Igualmente se pudo apreciar que entre más aumenta la edad del entrevistados también aumenta la preferencia por el consumo de hortalizas los consumidores mayores de 50 años son los que más importancia le dan a las hortalizas al momento de hacer la compra. Los aumentos del consumo están relacionados con beneficios para la salud y valor nutritivo de las hortalizas. Los sitios de compra está muy relacionados con el estrato de la población, el estrato alto prefiere el supermercado en tanto que los estratos más bajos prefieren comprar en los mercados públicos y en la tienda de barrio.

Palabras clave: satisfacción, elección, utilidad, compras, mercados, precios

FORMAS DE ORGANIZACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA DE GRUPOS INDÍGENAS REUBICADOS Y ORIGINARIOS DE TIERRA BLANCA, VERACRUZ

Yazmin Neguibi del Rosario Dzib-Poot[1]
Ignacio Carranza-Cerda[1]
Néstor Estrella-Chulim[1]
Engelberto Sandoval-Castro[1]
Héctor Chalate-Molina[2]

RESUMEN

La organización de productores es un conjunto de personas reunidas con la expectativa de lograr objetivos que de manera individual les representaría mayor tiempo y costos. Se clasifican por grupos organizados, asociaciones, cooperativas y empresas. Sin embargo existen otros tipos de agrupaciones o asociaciones que pueden ser de manera informal. Con base en lo anterior, se considera que la integración entre hombres y mujeres fortalece la consolidación de los grupos, atendiendo a las necesidades de actividades agrícolas e intercambiando experiencias que permitan mejorar su calidad de vida comunitaria e ingreso familiar, convertirlos en actores de su propio desarrollo. Es por ello que, en el municipio de Tierra Blanca Veracruz se lleva a cabo la investigación con dos localidades: desplazados chinantecos y originarios o locales. Las formas de organización social y económica de estos grupos de productores presentan ciertas diferencias que pueden ser causadas por la cultura o un bajo interés de cooperación, lo cual no hace posible establecer objetivos colectivos compatibles con los propósitos individuales relacionados a las actividades productivas que realizan. Por lo tanto, es necesario realizar un análisis de las características y formas de organización social y económica que se relacionan con el mercado del principal producto agrícola asi como el ingreso familiar de productores que se encuentran en las dos localidades del municipio de Tierra Blanca, Veracruz. Para ello se ha aplicado como fase exploratoria de la investigación una guía de observación y entrevistas semiestructurada a informantes clave, donde se obtuvo que existen diferencias entre las formas de organización ya que los reubicados en ciertas actividades trabajan colectivamente, a diferencia de los originarios que realizan sus actividades productivas agrícolas de manera individual.

PALABRAS CLAVE:

Grupo reubicado, grupo local, organización campesina

INTRODUCCIÓN

El municipio de Tierra Blanca Veracruz tiene como principales actividades económicas la agricultura, la ganadería y la industria. Lo anterior da lugar a las diferentes alternativas de producción que pueden ser emprendidas por los productores. No obstante, existe una prevalencia del minifundio entre las unidades de producción rural, lo que ha hecho evidente la necesidad de conformar organizaciones o grupos de productores de manera que se busque un aprovechamiento eficiente del capital económico, social, productivo y humano (Aguirre, 2009). Sin embargo, la disposición a la organización productiva es mínima. La organización nace de la necesidad humana de cooperar. Los hombres y las mujeres se ayudan entre sí para poder superar limitaciones económicas y sociales obteniendo beneficios comunes o personales (Costa, S/A).

Frente a ello el Comité Técnico Académico y Equipo Técnico Regional (2016) en el Plan Tierra Blanca presenta algunas debilidades tales como “la falta de dinero, la escasa organización para la producción y el mercadeo, así como la carencia administrativa de los recursos”. A partir de ello se plantea que existe un desconocimiento parcial de las formas de organización social y económica en la agricultura familiar relacionadas con el mercado de los principales sistemas de producción y el ingreso familiar de grupos indígenas (reubicados) y originarios en dos localidades del municipio. Por ende, el objetivo del presente trabajo es describir las formas de organización social y económica en la agricultura familiar relacionadas con el mercado de sus principales sistemas de producción y el ingreso familiar de grupos indígenas (reubicados) y originarios en dos localidades del municipio de Tierra Blanca, Veracruz.

En la mayoría de las sociedades rurales se encuentran en la actualidad formas de organización heredadas del pasado cuya finalidad es reducir la incertidumbre de la actividad agrícola, estabilizar las condiciones de producción y hacer frente a los momentos de mayor demanda de mano de obra en las actividades (Pierre y Collion, 2001). También es importante tener en cuenta que las organizaciones de los productores no solo buscan mantener estable las relaciones internas, sino de “organizar las relaciones con el exterior” siendo esto “un medio para mejorar las relaciones de las sociedades rurales con su entorno” (Ídem, 2001).
Más allá de estudiar procesos y formas para mejorarlos, se busca analizar fenómenos de carácter social que tienen lugar al interior de las organizaciones y son el resultado de las redes de relaciones que se entablan entre los diversos miembros que las conforman y que afectan y se ven afectados por éstas relaciones, dado que los grupos sociales, por la naturaleza misma de los individuos que los conforman, reflejan todos aquellos elementos del entorno (cultura, tradiciones, creencias, conflictos, etc.), que se recontextualizan y manifiestan en las organizaciones (Pérez y Guzmán, 2015). Por su parte Pierre y Collion (2001) dicen que “las organizaciones de productores existen y es difícil ignorarlas”, desde los niveles nacional, regional y local existe un interés demostrado, ya que, se presentan a sí mismas como asociados y forman parte de una nueva modalidad social y económica. Asi mismo, las características de las organizaciones son variables críticas en la medida que interactúan con las del individuo (Hall, 1983: 6). Puesto que, para un análisis de los individuos dentro de las organizaciones no solo se debe considerar la parte social sino también es importante el factor económico.
Finalmente realizar un estudio de las características y formas de organización social y económica en la agricultura familiar de grupos indígenas (reubicados) y originarios, engloba un contexto que permite conocer las formas de organización que hay en el medio rural, como se desenvuelven y como operan sus integrantes para obtener beneficios grupales e individuales.

METODOLOGIA

Localización del área de estudio

La investigación se lleva a cabo en el municipio de Tierra Blanca, Veracruz. Según la Secretaria de Finanzas y Planeación (SEFIPLAN, 2016) del Estado de Veracruz, en los cuadernillos municipales, Tierra Blanca se considera en la Región del Papaloapan. El municipio de Tierra Blanca se encuentra ubicado en la zona centro del Estado, comprendido entre los paralelos 18º 19' y 18° 45' de latitud norte y los meridianos 95º 59' y 96º 38' de longitud oeste, altitud entre 10 y 350 msnm. Tiene una superficie territorial de 1,516.75 Km2, cifra que representa un 2.19% del total del Estado.

Actividad económica del municipio

De acuerdo a la superficie territorial se derivan dos actividades económicas fuertes a nivel municipal: la agricultura, la cual cuenta con una superficie total de 136,376.748 hectáreas, de las cuales 76,344.748 son ocupadas para la siembra; y la ganadería, que cuenta con una superficie de 60,032 hectáreas utilizables para este ramo (PMD Tierra Blanca, 2014).
Los principales productos agrícolas en el municipio y la superficie que se cosecha en hectáreas es la siguiente: caña de azúcar 12,345.86 ha., limón 12,108.45 ha., maíz 9,352.95 ha., sorgo 344.50 ha., fríjol 341.50 ha., arroz 3,522.20 ha., chile verde 50 ha., sandía 62 ha., mango 3,586 ha., y los cultivos de papaya, plátano, etc. En el municipio existen 3,445 unidades de producción rural con actividad forestal, de las que 542 se dedican a productos maderables. En cuanto a la ganadería tiene una superficie de 60,032 hectáreas, en donde se ubican 4,906 unidades de producción rural con actividad de cría y explotación de animales, cuenta con 86,258 cabezas de ganado bovino de doble propósito, además la cría de ganado porcino, ovino, equino y caprino, las granjas avícolas y apícolas tienen cierta importancia (Enciclopedia en línea, 2013).

Población objeto de estudio

En relación al objetivo planteado, la investigación se lleva a cabo en dos localidades: Nuevo Arroyo Tambor y Plan de Villa pertenecientes al municipio de Tierra Blanca, Veracruz, por lo que, la población objeto de estudio está dividida en dos grupos indígenas (reubicados) y el otro de originarios (locales).

Muestra de estudio

La muestra de estudio se selecciona con la condición de que, sean grupos indígenas (reubicados chinantecos), es decir, que no sean procedentes del estado pero que estén establecidos en el municipio y otros originarios (locales). También se procede al uso del padrón de ejidatarios en el cual se tiene la información de 46 ejidatarios en la localidad de Nuevo Arroyo Tambor (reubicados) y de 73 ejidatarios en Plan de Villa (originarios), lo cual hace un total de 119 ejidatarios entre las dos comunidades. En relación al total de ejidatarios entre las dos comunidades se obtendrá la muestra estadística.

Enfoque y método de investigación

La investigación se lleva a cabo a través de un diseño cualitativo y cuantitativo, ya que, el objetivo es describir las características y formas de organización social y económica en la agricultura familiar relacionadas con el mercado de los principales sistemas de producción y el ingreso familiar de grupos indígenas (reubicados) y originarios. Asi mismo, el método de estudio que se plantea es el descriptivo y explicativo. Según Hernández, Fernández y Baptista (2003) la investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice, asi como, medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a los que se refieren y la investigación explicativa está dirigida a responder las causas de los eventos, sucesos y fenómenos físicos o sociales que se estudian, es decir, va más allá de la descripción del fenómeno explicando por qué ocurren y en qué condiciones se dan.

Técnicas e instrumentos de acopio de información

Para el acopio de la información se usa la técnica documental, de observación, entrevista a informantes clave y encuesta. Entre los instrumentos se diseñó y utilizó la guía de observación y la guía de entrevista semiestructurada, para una fase exploratoria de la investigación. Posteriormente se diseñara un cuestionario estructurado, con la finalidad de obtener los datos precisos para que al realizar el análisis se pueda dar explicación clara del fenómeno objeto de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se tienen hasta el momento son preliminares. A través de la aplicación de una guía de observación y de entrevistas semiestructurada durante una fase exploratoria, se pudo obtener información de las actividades que realizan los productores de las comunidades de estudio, asi como las relaciones que mantienen con otros productores de la comunidad y las actividades que realizan con ellos.

En primera instancia los productores de Nuevo Arroyo Tambor (desplazados chinantecos) cuentan con parcelas que tienen un tamaño promedio de 9 hectáreas, su cultivo principal es el maíz. Sin embargo, para la venta de este producto agrícola no cuentan con una central o mercado local fijo, por lo que se ven en la necesidad de vender su producto a los intermediarios (coyotes) y de manera individual, no obteniendo un precio justo por su producto, lo que le genera bajas ganancias al productor. Por otra parte, donde puede destacar la parte organizativa o grupal es para la adquisición de insumos (semilla, fertilizante), ya que, en esta parte del proceso de producción si la realizan en conjunto con el fin de adquirir los insumos a bajo costo. Asi mismo, en la fase de cosecha también trabajan de manera colectiva, debido a que las relaciones son mayormente de parentesco y amistad. Lo anterior permite que exista cierta comunicación entre ellos para solucionar algún problema en común y más aún si compete a sus actividades productivas. La autoridad formal para la comunidad es la agraria conformado por el comisariado ejidal y un consejo de vigilancia. Cabe mencionar que a través de esta figura asociativa realizan los trabajos grupales dirigidos a las actividades agrícolas.

Por otra parte los productores de Plan de Villa (originarios) cuentan con parcelas de aproximadamente 12 hectáreas, tienen como cultivo principal el maíz, la caña y empieza a tomar realce en la localidad el cultivo de papaya maradol. En la parte pecuaria cuentan con vacas y algunos borregos en sus parcelas. Para la venta de sus productos agrícolas no cuentan con un mercado o comprador fijo, cada uno de los productores vede su producto a intermediarios que acuden a la comunidad, presentando asi el mismo problema de la comunidad antes mencionada. No obstante, algunos de los compradores son los mismos habitantes de la comunidad debido a que no todos se dedican al cultivo del mismo producto se da un intercambio entre ellos. Estos productores a diferencia de los de Nuevo Arroyo Tambor, solo algunos realizan actividades productivas en grupo u organizados, estos son los que se encuentran en organizaciones como Antorcha Campesina. Pero la mayoría de ellos trabaja de manera individual, es decir, cada uno compra sus insumos donde mejor le parezca y al precio que pueda pagar, en relación a la venta pasa lo mismo, cada uno vende por su lado. Sin embargo para las cuestiones sociales solidarias forman grupos, de manera que entre familias se apoyan con el resto de la comunidad, situación que no se aprecia en Nuevo Arroyo Tambor. La autoridad formal es la agraria conformado por el comisariado ejidal y el consejo de vigilancia. Aun contando con esta figura agraria los productores tienden a trabajar de manera unipersonal.

CONCLUSIONES

Las formas de organización de las comunidades son diferentes ya que los productores de Nuevo Arroyo Tambor se agrupan de manera organizada para adquirir insumos, pero para la venta lo realizan de manera individual, en contraste los productores de Plan de Villa trabajan más de manera individual, aunque están consientes que esa no es la mejor manera, ya que, no obtienen mayores beneficios, continúan trabajando solos.
En cuanto a la parte de organización para acciones sociales (familiares, religiosas o situaciones graves) en los que se necesite del apoyo de la comunidad se pude mencionar que las familias de Plan de Villa son más unidas. En Nuevo Arroyo Tambor los aspectos sociales se han ido perdiendo, actualmente solo la mantienen a través de aspectos religiosos como puede ser la celebración algún santo de la capilla. Lo anterior indica una pérdida parcial de la cultura de dicha comunidad.

LITERATURA CITADA

Aguirre, N. 2009. Diagnóstico del Sector Primario en Veracruz: Realidad, retos y regionalización. Servicios y Asesorías La Cumbre, S.A. de C.V. Pp., 49-84 Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/veracruz/Documents/Evaluaciones%20Externas/2009/2009%20-%20Diagn%C3%B3stico%20Regional.pdf

Comité Técnico Académico y Equipo Técnico Regional. 2016. Plan Tierra Blanca (Mejorar la Gestión Productiva de la Agricultura Familiar). SAGARPA, INCA Rural, Colegio de Postgraduados. Pp., 8-12

Costa, N. S/A. Paquete pedagógico, La organización económica rural. SAGARPA. P. 13 Disponible en: http://www.cdi.gob.mx/jovenes/data/figuras_asociativas.pdf

Enciclopedia en línea. 2013. Tierra Blanca, Veracruz. Sensagent Corporation: enciclopedia en línea, red semántica, diccionarios, definiciones y más. Disponible en: http://diccionario.sensagent.com/Tierra%20Blanca%20(Veracruz)/es-es/

Hall, R. 1983. Organizaciones, estructura y proceso. Tercera edición. Editorial Dossat, S.A. Madrid, España. ISBN 0-13-640748-X. P., 6

Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. 2003. Metodología de la Investigación. 3ª ed. México, D.F. Pp., 117-127

Pérez, A. y Guzmán, M. 2015. Los estudios organizacionales como programa de investigación. Cinta moebio, núm. 53, septiembre, 2015. P., 106

Pierre, R. y Collion, M. 2001. Organizaciones de productores agrícolas: Su contribución al fortalecimiento de las capacidades rurales y reducción de la pobreza - informe de un seminario realizado en la ciudad de Washington, del 28 al 30 de junio de 1999. RDV, Banco Mundial, Washington. Pp., 2-3

PMD, 2014. Plan Municipal de Desarrollo, Tierra Blanca 2014-2017. H. Ayuntamiento Municipal de Tierra Blanca Veracruz. Disponible en: http://tierrablancaver.gob.mx/transparencia/PMD_TB2014_2017.pdf

SEFIPLAN, 2016. Secretaria de Finanzas y Planeación del Estado de Veracruz, Sistema de información Municipal; Cuadernillos municipales Tierra Blanca. Disponible en: http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2016/05/Tierra-Blanca.pdf

EL CAMBIO DEL USO DEL SUELO EN LA CUENCA DE LA PRESA LA CONCEPCIÓN

Germán Faustino Palma Moreno [1]

RESUMEN

La cuenca de la Presa de la Concepción es habitada por una población distribuida en 45 localidades que pertenecen a fragmentos territoriales de los municipios de Nicolás Romero, Tepotzotlán, Cuautitlán Izcalli y Villa del Carbón, Estado de México. La situación socioeconómica de esa población se enmarca en un proceso acelerado de transitar de las actividades primarias hacia otras del sector secundario y terciario, y se encuentra en una de las regiones con el mayor proceso de urbanización y, consecuentemente manifiesta un cambio acelerado en el uso del suelo. Se pretende conocer las implicaciones que tiene el cambio del uso del suelo tanto en el agua como en la propia población. Para tal efecto se investigó entre las organizaciones agrarias, las instituciones y autoridades locales y la población en general, lo que ha representado el cambio del uso del suelo en su vida social y productiva. La población guarda referencias claras de los contrastes en el uso del agua a partir de la década de 1970 que coinciden efectivamente con los cambios reportados en el crecimiento de la zona urbana y el decrecimiento de la superficie agrícola. En este contexto, la tierra se ha transformado en una mercancía sujeta a todas las reglas de la oferta y la demanda con perjuicios para una parte importante de la población y que abona los problemas propios de una región rural que se hace urbana sin una planeación previa. De esta manera, el deterioro de los recursos naturales que implica un cambio en el uso del suelo implica también problemas adicionales y a veces insuperables para la población que económicamente se sostiene de las actividades primarias, que pueden ser también perjudiciales a sus formas tradicionales de organización y de identidad cultural.

Palabras Clave:
Urbanización, tierra, agua

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación se hizo en base al diseño de temarios de entrevista destinados a los productores rurales, usuarios del agua de riego, autoridades auxiliares de los municipios, organizaciones oficiales, agrarias y no gubernamentales, así como a las dependencias municipales y estatales relacionadas con la conservación de las áreas naturales protegidas, con las encargadas de investigar los delitos contra el medio ambiente y el fraccionamiento de la tierra, con las instituciones de salud, cronistas municipales y una parte de los ediles de los ayuntamientos. Se entrevistaron a 62 informantes calificados distribuidos en las poblaciones que integran a la cuenca a través de entrevistas abiertas y estructuradas en función de los diversos temas de estudio.

La construcción de la presa de la Concepción se inicia en 1943 y en 1985 se construye la presa El Rosario y otros dos aprovechamientos de origen colonial se consolidan para la de agricultura de riego. Sin embargo, en la década de 1970 se inicia un proceso de urbanización intenso que habrá de transformar desde entonces y de manera muy significativa el uso del agua, así como la vida de su población.

En el siglo XIX se tendieron vías férreas que también cruzaron las cercanías y ya en la mitad del el siglo XX se construyó la carretera México-Querétaro. Estos sucesos se ligaron al asentamiento

de las zonas fabriles y finalmente determinaron la historia regional y por tanto de la cuenca de la presa La Concepción.

En el contexto de estos sucesos la industrialización de la región comienza desde el siglo XIX y la producción se trasladaba a través de góndolas tiradas por mulas(Suani Cruz, José, 1999); después el ferrocarril El Nacional procedente de Cuautitlán y de Lechería completaba el traslado de mercancías.

La construcción de la autopista México-Querétaro, entre 1954 y 1964, atrajo mucha mano de obra de Guanajuato, San Luis Potosí, Guadalajara y otros lugares y una parte de ellos se quedó a vivir en la región. En 1970 la construcción del drenaje profundo dejó en la población su cuota de gente venida de Oaxaca, Chiapas, Veracruz y otros lugares. Las tragedias de la explosión de San Juanico y el sismo de 1985 incrementaron la población con la gente que emigró.

Así también contribuyeron a este fenómeno las inundaciones ocurridas en Atizapán y el establecimiento de industrias textilera, gasera, fundidoras, fábrica de pinturas, incrementaron el crecimiento demográfico de la región.

Y un suceso local impactó la emigración de población nueva y la presión sobre la tierra, fue la subdivisión de pueblos para dar origen a un nuevo municipio, el de Cuautitlán Izcalli, ocurrido en 1973.

En la región se desató una especulación con la venta de la tierra y se facilitó la creación de muchos desarrollos urbanos, principalmente con las tierras ejidales. Se crearon asentamientos irregulares para después regularizarse e integrarse a las zonas urbanas ya establecidas con una creciente secuela de problemas para la población.

LA CUENCA

La población de la cuenca La Concepción, Estado de México es de 66,951 personas en el año 2005, según la información censal del INEGI. Viven en 41 localidades que pertenecen a los municipios de Nicolás Romero, Tepotzotlán, Cuautitlán Izcalli y Villa del Carbón. Las localidades urbanas son 7 y concentran 48,652 habitantes.

En el contexto de la cuenca, de reciente pasado rural, el arrendamiento de viviendas es un hecho relativamente novedoso y también el hacinamiento al crecer la cantidad de viviendas de un solo cuarto

El crecimiento demográfico desmedido, la crisis económica y la desvinculación gradual a las normas comunitarias, son factores que se han sumado para generar un fenómeno de delincuencia que antaño era muy reducido y ahora para algunas localidades es ya el problema prioritario y se manifiesta principalmente en la drogadicción y en los robos, incluyéndose en el abigeato.

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

La agricultura y la ganadería, que en 1990 ya ocupaban una importancia relativa en la economía por ocupar al 16.32% de la población trabajadora y en el año 2000 se redujo al 8.39%

La agricultura como actividad productiva tiene mayor importancia en los municipios de Tepotzotlán y Nicolás Romero. Sin embargo, su importancia comercial es reducida, la mayor parte

se destina para el consumo de los propios productores y los excedentes tienen como mercado principalmente el local. La menor parte de la agricultura posee riego que se emplea principalmente en el cultivo de alfalfa.

En la cuenca hay 4 aprovechamientos de agua para riego, que abarcan una superficie de riego cercana a las 2000 ha. para aproximadamente 2000 productores. Son 3 unidades de riego y un distrito de riego cuyas fuentes son la presa La Concepción, la presa El Rosario y el arroyo El Lanzarote, en tanto las organizaciones de los usuarios sufren un proceso de debilitamiento paralelo.

La lotificación ha incrementado el minifundismo en los ejidos con lo cual se dificulta más la permanencia de la agricultura y ganadería como actividades productivas que sostengan la economía de las familias. Actualmente hay fracciones de pocos cientos de metros cuadrados y en la mayoría de los ejidos abundan las parcelas de 3,4 5 y 10 ha. y son pocos los casos en los que hay parcelas de dimensiones mayores.

Una parte de los productores tienen pequeños hatos ganaderos, predominantemente a nivel de traspatio y de libre pastoreo de bovinos y caprinos, aunque también hay granjas porcinas.

En ejidos como Santiago Cuautlalpan y San Mateo Xóloc ya son pocos los que continúan sembrando; en el ejido de Santa María Tianguistenco sólo 15 ejidatarios viven de la agricultura y la ganadería. En el ejido de San José Huilango, de sus 384 ha. se considera que entre 30 y 40 ha. son las que permanecen en producción. El resto ha sido fraccionado y vendido. En el ejido de Tepotzotlán estiman que probablemente queden 20 ha. en producción en riego y otras tantas en temporal. En cuanto a los campesinos, hay una corriente de opinión que considera que en la actualidad sólo los viejos saben trabajar la tierra, en tanto que los hijos y nietos se han alejado de esa actividad.

En pocos lugares de la cuenca hay explotaciones forestales, pero en cambio hay una actividad de deforestación.

En los lugares más urbanizados como San José Huilango, Santa María Tianguistenco, Santiago Cuautlalpan y Tepotzotlán el robo y destrucción de la producción agrícola es un obstáculo más que enfrentan los ejidatarios y pequeños propietarios.

La actividad industrial por el contrario, tiende a crecer en los tres municipios. En el municipio de Cuautitlán Izcalli está la mayor concentración industrial de los tres municipios, hay seis parques y se cuantifican en 1999 había 1,337 empresas establecidas.

CRECIMIENTO POBLACIONAL

El crecimiento urbano ha sido caótico, carente de toda planeación y se generaron cambios tanto en la producción, en la contaminación del agua causada por desechos y en la organización de los ejidos donde las autoridades perdieron reconocimiento entre la población.

De acuerdo al análisis cartográfico de la cuenca, cuya superficie es de 18,126.76 ha., en 1973 el uso urbano del suelo tenía el 7.2% de la superficie total y ascendió al 18.1% en 2002. Esas superficies incrementadas se establecieron sobre superficies agrícolas y forestales. La agricultura ocupaba en 1972 el 22.5% de la cuenca y descendió al 5.2% en 2003, lo mismo ocurrió con el

bosque primario, ocupaba el 22.5% y descendió al 12.5% (IMTA, 2009). Así, los espacios urbanos aumentaron dos veces y media y la agricultura se contrajo en 4.3 veces.

En ese periodo se transformó gran parte de las tierras de labor en superficies lotificadas para la construcción de viviendas y el tiempo de trabajo se redistribuyó entre la tierra y otras actividades para los antiguos campesinos.

Conjuntamente arribó una población importante de otros municipios y del Distrito federal para insertarse como población nueva atraída por la oferta de trabajo.

El crecimiento poblacional ha significado una amplia demanda de vivienda y servicios y por tanto, una escasez de agua potable, contaminación de los cuerpos de agua superficiales, la generación de desechos sólidos y aguas negras sin una infraestructura suficiente para neutralizar sus efectos y también ha impactado a los recursos forestales. Han ocurrido incendios intencionales para provocar cambio del uso del suelo.

Aunque aún hay superficies boscosas y 5885.47 ha. tienen protección legal como Áreas Naturales Protegidas, éstas reciben una presión sistemática del crecimiento poblacional.

Se ha hecho un procedimiento común la compra de superficies a precios bajos para posteriormente integrarlas al mercado inmobiliario, además de las múltiples ventas individuales de tierras ejidales y privadas en gran parte del territorio de la cuenca.

Debido a este fenómeno, a costa del ejido han crecido numerosas localidades aledañas. Ahora abundan los asentamientos irregulares y las invasiones de tierra, adonde llega gente de todo tipo y de muchos lugares, incluyendo Centroamérica.

Colateralmente también han surgido protestas colectivas estructuradas, para hacer respetar el uso del suelo y han logrado impedir, por ejemplo, que se construyera una central de abasto en 1992, pero no los desarrollos habitacionales.

Los nuevos pobladores generalmente no participan en las acciones socialmente establecidas como la faena, exigen la dotación de servicios y bienes sin participar y lógicamente tienen desarraigo en la región. La nueva población es diversa, por sus lugares de origen y por su posición socioeconómica. Y son para la población ya asentada competidores de servicios y de formas de convivencia.

La participación de los habitantes de las localidades de la cuenca en los asuntos de interés público y de carácter comunitario se ha debilitado en la medida que la población ha crecido y se ha abandonado el trabajo de la tierra. Aún en los lugares con mayor población relacionada al trabajo de la tierra las asambleas de los ejidatarios se hacen cada varios meses y generalmente asisten una minoría. En algunos lugares hay mayor participación, particularmente cuando el tema se relaciona con el suministro de agua.

.

Cuando la participación se vincula con las tradiciones de los pueblos, particularmente los festejos patronales y las relacionadas con la dotación de servicios, la participación es alta. En la generalidad de los poblados la organización de las fiestas religiosas y cívicas son parte importante de su tradición y siguen teniendo observancia entre la generalidad, incluyendo a la población recientemente integrada.

Anteriormente había los cargos de aguaciles y topiles. Antes era necesario que quienes ocupaban esos puestos fueran nativos, ahora ya puede serlo cualquiera, todos aportan su cooperación económica. Asimismo, refieren que ya no se puede tocar las campanas en aviso de algo que ocurriera de importancia en el pueblo, como ocurría antes. Y en torno a la renovación de prácticas religiosas ya han ocurrido divisiones entre el pueblo.

A pesar de todo, ún persisten tradiciones de corte campesino en algunos lugares de la cuenca como en Santa María Tianguistenco donde aún se hace trueque de animales por otros bienes (Aguilar Nava, Paola M., La voz de la cuenca No.2).

En San Francisco Magú el día 15 de mayo, dedicado según la liturgia católica a San Isidro Labrador, todavía se deposita un ramo de flores en cada esquina de la milpa y los animales se adornan. Otra fecha también importante es la subida de las cruces en mayo y su bajada en septiembre. En los bienes muebles que conforman parte del patrimonio cultural de la nación y que se ubican dentro de la cuenca, también se registran pérdidas de edificios históricos construidos en diferentes siglos.

TENENCIA, LOTIFICACIÓN Y VENTA DE LA TIERRA

En la cuenca hay pequeña propiedad y 11 ejidos que afrontan un proceso de cambios en la tenencia de la tierra. En algunos ejidos han disminuido su dotación original, pero los ejidatarios han aumentado y se ha integrado una cantidad de posesionarios que generalmente supera en número a la de ejidatarios, al grado que en la mayoría de los ejidos se desconoce cuál es su cantidad exacta.

Colateralmente a este hecho se ha fortalecido la fragmentación de las parcelas en superficies pequeñas, que son absolutamente insuficientes para sostener económicamente a una familia.

Esta tendencia del minifundismo también sigue la pauta que marca el crecimiento urbano, en donde más se ha vendido y urbanizado, las parcelas son más pequeñas que en las partes altas, que son los lugares donde la urbanización tiene un avance menor y es, por consiguiente mayor el trabajo de la tierra.

Una parte de los ejidos han seguido un proceso acelerado de incorporación a las zonas urbanizadas y consecuentemente han transformado su régimen de tenencia. Por el contrario, los ejidos ubicados geográficamente más distantes de estas zonas, son los que mantiene más íntegra la estructura de su forma de tenencia de la tierra y también donde se mantiene más superficie en producción agrícola y ganadera.

El arrendamiento y la aparcería de la tierra son hechos prácticamente inexistentes en la cuenca. Pero la lotificación de las parcelas es el procedimiento inicial para la venta, dado que su destino principal es para uso habitacional o industrial.

En torno a las carreteras que comunican a las principales poblaciones van creciendo las construcciones de casas y de comercios, proliferan los ofrecimientos de venta de lotes y casas por parte de vendedores individuales o de empresas inmobiliarias.

En la cuenca son numerosos los asentamientos irregulares pero se desconoce cuántos son. Según los Planes de Desarrollo Municipal, fechados en 2003, indican que en el municipio de Tepotzotlán había 22, en el de Nicolás Romero 35 y en el de Cuautitlán Izcalli 52.

El fraccionamiento y la venta de la tierra ha llegado a lugares como San Francisco Magú y Santa María Cahuacán, que son de los más retirados en la cuenca y donde más se trabaja la tierra. En Santiago Cuautlalpan la lotificación es de lotes de 100 m2.

Y en esta perspectiva de vender la tierra, las superficies de uso común de los ejidos son objeto de reparto entre los ejidatarios y en la generalidad de los ejidos se han recibido ofertas para la compra de superficies grandes por parte de empresas y de particulares.

En ejidos como San Mateo Xóloc y Santiago Cuautlalpan hay intención de integrarse al casco urbano para cambiar de régimen ejidal al privado con lo cual pueden acceder a los servicios y a la lotificación. En San José Huilango desde 1997 el ejido solicitó hacer los cambios jurídicos a la tenencia de su tierra. En el ejido Axotlán en 2002 aceptó gestionar el dominio pleno y a la regularización de los asentamientos urbanos. En el ejido de Santiago Cuautlalpan todos los ejidatarios ya tienen dominio pleno y una parte de ellos ya pretende cambiar el uso de suelo, de agrícola a industrial para hacer un corredor que una a Arcos del Sitio con la carretera mexiquense. En San Mateo Xóloc el agostadero del ejido fue cambiado su uso del suelo de agropecuario a habitacional. Y Santa Rosa de Lima ya es pequeña propiedad, aunque aún hay lotes que todavía son ejidales.

La venta de la tierra se ha producido fundamentalmente en los ejidos de la cuenca y pocos ejidos son los que tienen alguna iniciativa para evitar ventas masivas y baratas de la tierra.

Entre los ejidatarios son los posesionarios los que tienden más a vender la tierra y los ranchos de propiedad particular también han desaparecido ante el embate de la industrialización que incluye la competencia desleal con las grandes empresas establecidas.

CONSTRUCCIÓN HABITACIONAL

Uno de los proyectos de construcción de conjuntos habitacionales que ha generado mucha preocupación entre vecinos y autoridades locales es el que se hará en Piedra Gorda, ubicado entre Arcos del Sitio y Tepexi, que fue autorizado por el gobierno del estado. En la Concepción se construirá otro conjunto habitacional que consta de 3 etapas, la primera consta de 5000 viviendas, que cuentan con un proceso de tratamiento de aguas residuales para ser descargadas en el Río Hondo.

Otros proyectos inmobiliarios en puerta son la exhacienda La Teja, al norte de Tepotzotlán y en el paraje Las Herraduras, al NE de San José el Vidrio, donde se planea construir en cada uno varios miles de casas-habitación. Las tierras de La Hacienda de San Miguel, en Axotlán, municipio de Cuautitlán Izcalli, tenía 400 ha. de agricultura que ahora son espacio urbano para casas-habitación de varios conjuntos y en esta dinámica de la venta de la tierra surgió el conflicto por la laguna de Axotlán entre los propietarios de la hacienda y los pueblos de Cuautitlán Izcalli.

En este proceso de venta y cambio de uso del suelo, la laguna de Axotlán es reclamada como propiedad particular y en contraparte, la población de los pueblos del municipio plantea que es de origen natural y objeto de antiguas referencias históricas y exigen que sea conservada como un área natural.

En 2002 se generó el mayor conflicto en la región relacionado con el agua aunque sólo se ha mostrado como un problema vinculado con la tenencia de la tierra. En la movilización generada para defender la laguna, sus defensores plantean que investigaron en los archivos históricos y encontraron referencias prehispánicas y coloniales que hacen referencia a la laguna, con lo cual

comprueban que haya sido un cuerpo de agua artificial como argumentan los que reclaman su propiedad como privada.

También se han formado dentro de los cascos urbanos de Capula, San Mateo, Santa Cruz y otros, colonias de casas de familias de altos niveles socioeconómicos y que han formado colonias marcadamente diferenciadas del resto de las construcciones.

Hay inconformidad entre los habitantes de la cuenca porque consideran que los ejidos y poblaciones ya asentadas se encuentran en una posición desventajosa ante las grandes empresas inmobiliarias respecto al aprovechamiento del agua.

En los conjuntos habitacionales, principalmente los que se venden a familias de mayor nivel socioeconómico, se dispone de agua suficiente, disponen de pozos que, al decir de los poblaciones, aumentan su profundidad progresivamente y lo contrario ocurre en las poblaciones, donde los pozos son insuficientes para satisfacer las necesidades de agua y se encuentran impedidos legalmente de perforar más porque hay veda al respecto.

En las comunidades se plantea que las industrias tienen acceso libre al uso del agua y generan una contaminación que afecta directamente a la población que habita en la cuenca, se plantea también que diversas empresas privadas declaran un determinado número de pozos cuando en realidad tienen cantidades mayores. Asimismo, existe la sospecha de que los manantiales son fuente de abastecimiento de pipas para comerciar con el agua, frente a la escasez del liquido entre la generalidad de la población.

ESCACEZ Y CONTAMINACIÓN DEL AGUA

El agua es administrada en los pueblos altos, donde hay Comités de Agua que dan mantenimiento a la infraestructura y distribuyen el agua que procede de los manantiales, en las demás localidades es el municipio quien administra.
En las partes más pobladas la necesidad de agua potable es notoria y aumenta progresivamente. La escasez del agua es un hecho relativamente reciente y común entre la generalidad de las poblaciones y la distribución se hace a través de un tandeo.

El uso de los ríos, canales y zanjas como puntos de descarga de aguas negras y de concentración de desechos sólidos, acarreados desde distancias largas, ha contaminado el agua que procede de manantiales y de la acumulación de la precipitación pluvial. Es una contaminación progresiva y que afecta a todos los pueblos, más aún a los ubicados en la parte baja de la cuenca.

Sólo una parte de las viviendas de los poblados disponen de fosas sépticas, una parte considerable descarga sus aguas a drenajes improvisados que finalmente llegan a los cuerpos de agua de la región.

Los pueblos altos (Cañadas de Cisneros, Santiago Cuautlalpan, San Mateo Xóloc, etc.) formalmente carecen de drenaje. Sin embargo, se introdujeron en tiempos pasados redes de tubería con la condición de no usarse hasta disponer de infraestructura para descargar el agua negra, pero se usan ya. Entre la población que no tiene fosa séptica ni descarga sus aguas negras a la tubería ni a los cuerpos de agua, se defeca al aire libre.

En casos como Santa María Cahuacán, hay calles que no se pavimentan porque esperan introducir tubería de drenaje para descargar en Puente de Juárez. Y la descarga en caños en

muchos casos tiene un trasfondo de pobreza, porque las familias evitan gastar en el desazolve de las fosas sépticas y consecuentemente recurren a la opción de descargar en las zanjas.

EL MOMENTO DEL CAMBIO

La pérdida o deterioro de los recursos naturales son un fenómeno vigente en la cuenca desde 1990, cuando se establece un contraste entre el uso doméstico y recreativo que se le daba al agua de presas, ríos, canales y zanjas y la actual contaminación de esos cuerpos de agua que impide darle cualquier aprovechamiento.

Conjuntamente con el agua, los bosques y la fauna silvestre han disminuido de algunas partes de la cuenca y desaparecido en otras. Los mamíferos grandes, por ejemplo, fueron muertos o expulsados, es el caso del venado que aún en 1930 habitaba en las partes boscosas de Santa María Cahuacán.

En Santa Cruz se afirma que en 1970 aún era posible beber el agua de la presa La Concepción, que hoy concentra las descargas de los drenajes procedentes de los pueblos altos. En la parte baja de la cuenca se recuerda que en ese entonces las zanjas que atraviesan el casco urbano de San José Huilango llevaban agua limpia, tanto que podía beberse.

En 1976 se bebía el agua que se trasminaba entre las rocas en Cañada de Cisneros y aún en 1990 el agua de los arroyos, entre los que figuraba El Lanzarote, también era posible beberla, según lo plantean en San José el Vidrio y en Cañada de Cisneros.

Era costumbre lavar la ropa en las zanjas de los pueblos de Cuautitlán Izcalli y hasta lavaban trastos de cocina en el canal en 1970 y de los últimos que dejaron de hacerlo fue hacia el año de 1986.

También en 1970 se recuerda que se nadaba en el agua de la presa La Concepción y hasta 1985 fue posible nadar en las aguas de los ríos Hondo y Chiquito y en los arroyos de San José el Vidrio dejaron de nadar hasta 1990. El río Cuautitlán, que alcanzó fama por su belleza paisajística, era posible bañarse en sus aguas aún en los primeros años de la década de 1990.

En 1982 todavía se observaban peces de colores en las aguas de la presa La Concepción, la cual además tenía pescado blanco. También había peces en la laguna El Rosario.

Hoy el agua no puede usarse para el ganado y ni siquiera se puede tocar por los daños que causa a la salud humana.

CONCLUSIONES

El vertiginoso crecimiento poblacional de la cuenca es reciente pero posee una larga historia que se liga a las vías de comunicación y por ende a la industrialización de la región. Esto ha configurado en el presente de la cuenca una importante presión sobre la tierra para usos habitacional, comercial e industrial.

El trabajo de la tierra ha disminuido hasta establecer marcados contrastes en su historia, colateralmente se deforesta sus últimos bosques y con ello se ha desencadenado una serie de problemas que abarcan todas las esferas de la producción, la organización y el aprovechamiento de los recursos naturales.

En este contexto, se han provocado en la contaminación del agua, la escasez para el consumo humano, la desaparición de bosques y cuerpos de agua, de fauna y flora, el crecimiento urbano anárquico. Pero a la par se han producido o intensificado otros fenómenos, como el deterioro de la pérdida de la identidad cultural histórica, el debilitamiento de los vínculos organizativos, el abandono de las actividades primarias, la disgregación social de los sectores productivos, la generación de zonas socialmente marginadas y las conductas antisociales.

La acumulación progresiva y crecientes de satisfacer necesidades primarias y también de rescatar espacios productivos, naturales y de identidad cultural ya han generado acciones por parte de la población para encontrar soluciones. En la cuenca ya se han asumido posiciones que han alcanzado perfiles de confrontación, principalmente cuando se trata de resolver los problemas relacionados con el abasto, la administración y la conservación del agua.

Y en este contexto de una limitación progresiva del agua, es posible la articulación de una disputa por el consumo del agua para uso doméstico en un tiempo relativamente cercano. Pero, en contraparte, figura el establecimiento de más conjuntos habitacionales e industriales.

BIBLIOGRAFÍA

Barrera, Juan Manuel, Colonos intentan salvar la laguna de Axotlán, El Universal, 8 de marzo de 2006.

Escobar Ledesma, Agustín, Una laguna en peligro de muerte, La Jornada, 10 de noviembre de 2002.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. XII Censo general de Población y Vivienda, 2000. Estados Unidos Mexicanos. Aguascalientes, México, 1992.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. II Conteo de Población y Vivienda, 2005. Estados Unidos Mexicanos. Aguascalientes, México.

Gobierno del Estado de México, Plan de Municipal de Desarrollo Urbano de Cuautitlán Izcalli, junio de 2003.

Gobierno del Estado de México, Plan de Municipal de Desarrollo Urbano de Nicolás Romero, julio de 2003.

Gobierno del Estado de México, Plan de Municipal de Desarrollo Urbano de Tepotzotlán, junio de 2003.

Hernández Rodríguez, Rosaura (coordinadora), Cahuacán, Veintiuno, Cuadernos Municipales, México, 2006.

IMTA, Plan Hídrico de Gran Visión para la Cuenca de la Presa de la Concepción, Estado de México, Jiutepec, 2009

La Jornada, Colonos de Tepotzotlán exigen cancelar descarga de aguas negras a 2 embalses, 19 de febrero de 2007.

Suani Cruz, José, José et al, Cuautitlán Izcalli, Enciclopedia de los municipios de México, Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, 2005.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA TRANSICIÓN DE LA PRODUCCIÓN CONVENCIONAL HACIA LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE DURAZNO

María Isabel Ortiz-Rivera[155]
José de Jesús Brambila-Paz[1]
Daniel Barrera-Islas[1]
Enrique de Jesús Arjona-Suárez[1]
Glafiro Hernández-Torres[1]
Ma. del Carmen López-Reyna[1]
Juvencio Hernández-Martínez[156]

RESUMEN

La producción mexicana de durazno está enfrentando una severa crisis económica debido a que la superficie sembrada, los niveles de producción y los rendimientos son cada vez menores, los precios y los ingresos son relativamente más bajos, y el consumo nacional per cápita va disminuyendo paulatinamente. En esta investigación se evaluó la viabilidad económica de convertir el sistema de producción convencional hacia el sistema de producción orgánica de durazno. Esto, como una estrategia que puede ayudar a mejorar el ingreso de los productores. La evaluación económica se realizó con la teoría de las opciones reales y se valoró la opción de abandono a través del método de los árboles binomiales. Los resultados mostraron que fue factible invertir en la producción orgánica, puesto que el valor de las opciones fue positivo incluso cuando se consideró la opción de abandonar el proyecto; que esta nueva manera de producción puede ser una mediada de protección y mejora de los ingresos de los agricultores.

PALABRAS CLAVE

Prunus persica (L.) Batch, agricultura tradicional, agricultura orgánica, opciones reales.

INTRODUCCIÓN

Por motivos de salud, nutrición y la conciencia de la población en adquirir productos respetuosos con el medio ambiente, la demanda de alimentos orgánicos, como frutas, verduras y café, sigue en constante aumento (You y Hsieh, 2017; Granatstein, *et al.,* 2016), sobre todo en las regiones y países con ingresos altos (Sahota, 2015). En el 2013, aunque la agricultura orgánica representó menos de 1% del total de la superficie agrícola mundial y ocupó 5% del total de las ventas en los países desarrollados (Willer y Lernoud, 2015) es uno de los sectores alimentarios con mayores tasas de crecimiento (Seufert *et al.,* 2017); por ejemplo, la tierra destinada a la producción orgánica de frutas de temporada, principalmente de las manzanas, los albericoques y las peras, se duplicó durante el periodo comprendido entre el 2008 y 2013 (OrganicDataNetwork, 2015); y el mercado global de alimentos orgánicos aumentó de 57,500 a 104,700 millones de dólares en el periodo de 2010 a 2015 con una tasa de crecimiento anual compuesta (TCAC) estimada de 12.9% (You y Hsieh, 2017). Esta situación sugiere grandes oportunidades de negocio para los productores que deseen incorporarse a este mercado demandante de esta clase de frutas.

En México, el durazno es uno de los cultivos de hoja caduca más importantes labrado de manera tradicional en prácticamente todo el territorio nacional gracias a las diversas variedades que se han adaptado a las condiciones climatológicas de cada región del país. Del mismo modo, es una

[155] Colegio de Postgraduados, campus Montecillo. ortiz.maria@colpos.mx
[156] Universidad Autónoma del Estado de México. Centro Universitario UAEM Texcoco.

actividad agrícola importante en el desarrollo económico y social del país puesto que emplea alrededor de cuatro millones de jornales, promueve el arraigo de los productores, minimiza la emigración, redce el abandono y el cambio de uso de suelo (Sánchez *et al.,* 2012). Sin embargo, este sector productivo enfrenta una crisis económica debido a que en los últimos diez años, la superficie sembrada se ha reducido 22% y la cantidad de producción en 20% al pasar de 222 a 176 mil t, aunado a lo anterior, el ingreso real por hectárea que recibe el productor también presenta tendencia a la baja (SIAP, 2017); sumado a la disminución en el consumo nacional per cápita de la fruta y al tiempo adverso que impacta severamente los niveles de producción.

Ante este panorama, se hace inminente la necesidad de proponer alternativas a los productores de durazno que les permitan obtener mejores ingresos que les permitan perseverar en la actividad agrícola. Una de las opciones en la que se podría innovar es la de convertir su sistema de producción convencional o tradicional en un sistema de producción orgánico, debido, entre otras razones, a que el precio de la fruta orgánica es generalmente más elevado (Olgun *et al.,* 2006; Jimenez *et al.,* 2007; Bravin *et al.,* 2010; Peck *et al.,* 2010), se oferta un producto de alta calidad al mercado (Hondebrink, 2017) y se participa de una opción sustentable que contribuye a la explotación racional de la tierra al producir alimentos con menor impacto ambiental (Tilman, 1998; Delgado y Pérez, 2013).

El objetivo de este estudio fue evaluar económicamente la conversión de la producción convencional hacia la producción de durazno orgánico en el Estado de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El estudio se desarrolló en los municipios de Almoloya de Alquisiras, Sultepec, Temascaltepec, Tenancingo y Texcaltitlán, pertenecientes al Estado de México. Durante el 2015, se seleccionaron 29 productores de durazno por medio del muestreo de bola de nieve. La información provino de entrevistas semiestructuradas, las cuales incluían preguntas concernientes al proceso y los costos de producción, los rendimientos, los precios de venta, la problemática de la actividad y la comercialización. Los datos obtenidos se analizaron con el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS 20.0).

Costos, precios y rendimientos de la producción orgánica de durazno

Para determinar los costos y los precios del durazno orgánico, se hizo una aproximación de estas variables comparando los valores que se han obtenido en otras frutas de hoja caducifolia (manzanas y peras) que son producidas bajo el régimen de producción orgánica. En este sentido, la literatura reportó en un estudio reciente (Taylor y Granatstein, 2013) que el precio de la manzana orgánica de la variedad “Gala” producida en Washington se incrementaba 39% con relación a la convencional; entretanto, una plantación de manzana orgánica en el mismo Estado recibió un preció 59% mayor equiparado con el pagado por la tradicional (Glover *et al.,* 2002); en Suiza, se reportó que el precio de las manzanas orgánicas se duplicó comparado con el de las manzanas convencionales (Bravin *et al.,* 2010).

En cuanto a los costos de producción orgánica, se encontró que el costo del cultivo de manzanas en Nueva York aumentaba 9% (Peckt *et al.,* 2010); en Washington, el costo de producir también manzanas era mayor en 5 o 10% (Taylor y Granatstein, 2013); y, en la producción orgánica de peras en El Valle de Sacramento, California, se concluyó que el costo fue 11% más elevado que en el convencional (Ingels y Klonsky, 2012).

Por lo tanto, para esta investigación se supuso que el precio del durazno orgánico se duplicaría en comparación con el precio del tradicional; que los costos de producción serían 9% más altos que los del sistema convencional, esto por los altos precios de los biofertilizantes; y que los rendimientos alcanzados en la producción orgánica serían 50% menores con respecto a los obtenidos en el sistema de producción convencional (Fauriel et al*.,* 2007; Sautereau *et al.,* 2013).

Además, de los supuestos antes mencionados, se infirió que para establecer este nuevo sistema de producción ya se producía durazno convencional, en el cual se alcanzaba un rendimiento promedio en el Estado de México de 10.59 t h^{-1} (SIAP, 2017); y que los productores deberían asociarse y constituirse bajo la forma legal que estableciera la certificación (Gómez, *et al.,* 2005), con la finalidad de reducir los costos que implica la constitución de la misma (Delgado y Pérez, 2013).

Teoría de las opciones reales

Para el análisis empírico de la evaluación económica se empleó la Teoría de las Opciones Reales (ROV) (Myers y Turnbull, 1977). La idea fundamental de esta teoría es incluir la flexibilidad en la toma de decisiones y la volatilidad de la inversiones con incertidumbre (Trigeorgis, 1996). La ventaja de este método es que maneja la posibilidad de que si el proyecto no se justifica económicamente o las condiciones no lo favorecen se puede abandonar o diferir; por el contrario, si los escenarios son buenos, este se puede expandir o continuar (Mun, 2002). En este sentido, una opción real es el derecho, pero no la obligación de ejercer una acción que tiene efectos en un activo físico o real, con un costo y tiempo predeterminado.

Árboles binomiales

El método de árboles binomiales consiste en estimar el precio del activo subyacente en el tiempo discreto a través de operaciones algebraicas sencillas (Cox, *et al.,* 1979).

La figura 1 muestra la representación de un árbol binomial para un periodo. Donde V_0 es el valor inicial del activo subyacente, que aumenta o decrece conforme los factores u y d, respectivamente, los cuales obedecen a la volatilidad de los precios; V_0u muestra el valor de la opción con incremento, mientras V_0d indica el valor en el entorno decrecido.

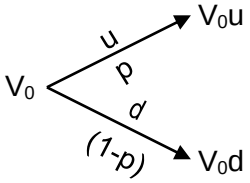


Figura 1. Representación de un árbol binomial en un periodo.
Fuente: Adaptado de Hull, 2005.

El cálculo de las probabilidades p y $1 - p$ están en función de la siguiente expresión:

$$p = \frac{(1 + r) - d}{\mu - d}$$

Donde: p es la probabilidad para el valor de la opción en el contexto creciente, μ es el factor de crecimiento del valor del activo, y d es el factor de decrecimiento del valor del activo.

Para la ejecución de esta metodología, el proyecto se dividió en tres etapas, análogo a lo que proponen Pareja y Cadavid (2006):

Fase uno: se calculó el valor actual neto (VAN) del proyecto evaluado. Para tal efecto, se empleó la siguiente expresión:

$$VAN = -I + \sum_{i=1}^{t} \frac{FC_i}{(1+r)^i}$$

Donde I es la inversión; FC_i es el flujo de efectivo para el momento i; r la tasa de descuento (tasa de interés más riesgo); y t el tiempo de duración del proyecto.

Fase dos: se determinó la volatilidad de la tasa continua de los precios reales pagados al productor a través de su desviación estándar (σ) definida por la siguiente ecuación (Mun, 2002).

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}$$

Donde n es el número de precios reales; x_i es el precio de cada periodo; y $\bar{x}$ es el promedio de x_i.

Fase tres: se construyó un árbol binomial desde el VAN. Las utilidades resultantes se calcularon con las probabilidades fijadas (p y $[1-p]$), por lo que se obtuvo una utilidad esperada.

Algunas especificaciones que se advirtieron fueron que el proceso de transición se dividió en cuatro etapas, similar a lo propuesto por Delgado y Pérez (2011). Las etapas uno, dos y tres se refieren a los años uno, dos y tres, respectivamente; entretanto, la etapa cuatro alude a los años cuatro, cinco y ulteriores.

Para el empleo de este método se modeló la opción de abandono por dos razones: la primera se planteó por el hecho de que los productores pueden no obtener la certificación al final de los tres años que se tenían contemplados y, la segunda es que los inversionistas comprometidos a desembolsar determinada cantidad de dinero, que generalmente ocurre en etapas (años), decidan no continuar con el proyecto de transición debido a la imposibilidad de cubrir los costos y opten por renunciar al proyecto para permanecer con la manera tradicional de producción. Esta idea se fundamenta en Mascareñas (2015).

Finalmente, los valores descritos se expresaron en términos reales; la varianza se determinó a través de los precios medio rurales reales del periodo 1980 al 2015 que se deflactaron con el índice nacional de precios al productor (INPP) base 2015; para el cálculo del VAN se manejaron las tasas de interés y de descuento para un plazo de 10 años (Cuadro 3).
Finalmente, los valores necesarios para el cálculo de las opciones reales se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Valores y parámetros para el cálculo de las opciones reales.

r^*	Tasa libre de riesgo	0.08
σ	Volatilidad	0.23
P	Probabilidad de éxitos	0.55

1- P	Probabilidad de fracasos	0.45
μ	Coeficiente (Up)	$e^{0.23}$ = 1.2586
d	Coeficiente (Down)	$e^{-0.23}$ = 0.7945

* Tasa de rendimiento de un bono gubernamental.

RESULTADOS

Costos e ingresos del sistema de producción tradicional de durazno

La información referente a los ingresos y costos derivados de la producción de durazno convencional durante el 2015 se presentan en el cuadro 2. Los costos de producción incluyen el costo de los fertilizantes, fumigantes e insecticidas, las labores manuales, gastos administrativos y materiales diversos.

Cuadro 2. Costos e ingresos de la producción convencional de durazno en el Estado de México para un período. $/ha

Concepto	Total
Costos de producción	28,487.41
Ingreso total	60,230.52
Ganancia neta	31,743.11

Valoración económica con la teoría de las opciones reales

Una de la ventajas de la técnica ROV es que permite evaluar las opciones reales para agregar valor a las empresas suministrándoles un instrumento que identifica y actúa ante las circunstancias y oportunidades con la finalidad de aumentar las ganancias o aminorar las pérdidas (Tresierra y Carrasco, 2016).

En el cuadro 3, se muestra el árbol binomial que se construyó para evaluar la opción de inversión; en el año diez, se presentan los posibles valores que ayudaron a valorar el ejercicio de la opción.

En el proceso de conversión del sistema de producción, de convencional a orgánico, existe la posibilidad de detener o abandonar temporal o definitivamente el proyecto cuando los ingresos obtenidos durante los años que dura la transición son insuficientes para compensar a los costos. En la última columna (Cuadro 3), se observa que cuatro de los resultados posibles no alcanzaron a superar los costos desde la etapa inicial hasta el fin del proceso ($129,049), por esta razón, es que se renunciaría a seguir con la inversión. Bajo estas circunstancias, se planteó la opción de abandono en estos escenarios desfavorables, similar a lo concluyen Berger *et al.,* (1996) al evaluar la opción de abandono en una compañía minera, Tresierra y Carrasco (2016) cuando valoran la opción de cierre temporal de una mina de oro bajo condiciones de incertidumbre y, Delgado y Peréz (2011) al incluir la factibilidad de una opción de abandono en la transición de la conversión del sistema de producción de café convencional hacia el sistema de producción orgánico.

Cuadro 3. Árbol binomial del valor presente del proyecto al inicio de la transición.

Año 0	1	2	3		9	10
200,777	237,981	282,081	334,351	--	927,222	1,099,040
	169,388	200,777	237,981	--	659,969	782,264
		142,907	169,388	--	469,746	556,793
			120,565	--	334,351	396,308

				--	237,981	282,081
				--	169,388	200,777
				--	120,565	142,907
				--	85,815	101,717
				--	61,081	72,399
				--	43,475	51,532
				--		36,679

La opción de abandono

Si el precio del durazno orgánico disminuyera, los costos de producción se elevaran y se perdiera el interés del agricultor para concluir el proceso de conversión del sistema tradicional a orgánico, lo más recomendable sería abandonar la transición. Para dichos casos, se hizo la siguiente simulación: como los últimos cuatro valores son inferiores a la suma de costos de producción de los primeros años hasta el fin de la transición, los cuales son necesarios para lograr la certificación, se les asigna un valor de cero, que representa los casos en los que no se acepta la inversión debido a que no fue rentable económicamente. De este modo, se calculó un nuevo árbol binomial para obtener el valor presente de los escenarios favorables y conseguir el valor de la opción real de abandono al comienzo del año o etapa cuatro (Cuadro 4).

Con la opción de abandonar la transición en los primeros cuatro años se obtuvieron valores positivos, lo que sugiere que es posible llevar a cabo la inversión.

Cuadro 4. Árbol binomial con la opción de abandono en un horizonte de 10 años.

Año 0	1	2	3		9	10
197,764	236,504	281,542	334,241	--	927,221	1,099,040
	163,654	197,680	236,723	--	659,969	782,264
		132,427	163,097	--	469,746	556,792
			102,375	--	334,351	396,308
				--	237,981	282,081
				--	169,388	200,777
				--	82,199	142,907
				--	0	0
				--	0	0
				--	0	0
				--		0

Ante esta condición, aún considerando la opción de abandono por la vacilación de no lograr la certificación, el valor de la opción fue positivo por lo que sería recomendable llevar a cabo la propuesta de invertir en la producción orgánica de durazno.

CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que la estrategia propuesta para invertir en la producción de durazno orgánico fue económicamente viable sobretodo en el momento en el cual la incertidumbre de los precios del fruto se mostró evidente; que esta nueva forma de producción podría ser una medida de protección y mejora de los ingresos de los productores puesto que al diferenciar la fruta, se tiene la posibilidad de aumentar su participación en el mercado y beneficiarse de un mejor precio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Berger P. Ofek E. Swary I.1996. Investor valuation of the abandonment option. Journal of Financial Economics. 42 (2):257-287.

Bravin E. Mencarelli-Hoffmann D. Kockerols K. Weibel F. 2010. Economics evaluation of apple production systems. Acta Hortic. 873: 219-226.

Cox C. J. Ross S. Rubinstein M. 1979. Option pricing: A simplified approach. Journal of Financial Economics. 7(3): 229-263.

Delgado G. y Pérez P. 2013. Evaluación de la conversión a café orgánico usando la metodología de opciones reales. Contaduría y Administración.1: 87-115.

Fauriel J. Bellon S. Plenet D. Amiot M.J. 2007. On-farm influence of production patterns on total polyphenol content in peach. 122-125. En: Niggli, U., Leifert, C., Alfoldi, T., Willer, H. (eds.). Improving sustainability in organic and low input food production systems. Proc. 3rd Intl. Congress QLIF. Mar. 20-23, 2007, Hohenheim, Germany. http://orgprints.org/10417/2/leifert-etal-proceedings- qlif.pdf.

Glover J. Hinman H. Reganold J. Andrews P. 2002. A cost of production analysis of conventional vs. integrated vs. organic apple production systems. XB1041, Agric. Res. Center, Washington St. Univ., Pullman, WA. 88 p.

Gómez L. Martin L. Cruz M. G. Mutersbaugh, T. 2005. Certified Organic Agriculture in Mexico: Market Connections and Certification Practices in Large and Small Producers. Journal Of Rural Studies. 21(4): 461-474.

Granatstein D. Kirby E. Ostenson H. Willer H. 2016. Global situation for organic tree fruits. Scientia Horticulturae. 20: 83-12

Hondebrink M. Cammeraat L. Cerdà A. 2017. The impact of agricultural management on selected soil properties in citrus orchards in Eastern Spain: A comparison between conventional and organic citrus orchards with drip and flood irrigation. Science Of The Total Environment. 581: 153-160.

Hull J. 2005. Options, futures and other derivates. New Jersey: Pearson Prentice Hall Upper Saddle River.

Ingels C.A. Klonsky K.M. 2012. Sample costs to produce organic pears, Sacramento Valley. Univ. Calif. Coop. Ext., Davis, CA. 21 p. En: http:// coststudyfiles.ucdavis.edu/uploads/cs public/98/4c/984cc236-f5bc-4385- a5d3-ad1c9d1fe75d/pearsorg sv2012.pdf.

Jimenez M. Van Der Veken L. Neirynck H. Rodriguez H. Ruiz O. Swennen R. 2007. Organic banana production in Ecuador: its implications on black Sigatoka development and plant-soil nutritional status. Renew. Agric. Food Syst. 22 (4): 297-306.

Mascareñas J. 2015. Opción Real de Abandonar un Proyecto de Inversión (Real Option to Abandon an Investment Project). Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Mun J. 2002. Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions, second ed. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.

Myers S. y Turnbull S. 1977. Capital budgeting and the capital asset pricing model: Good news and bad news. Journal of Finance. 32(2): 321-333.

OrganicDataNetwork. 2015. Data tables on organic agriculture in Europe. The Website of the OrganicDataNetwork, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Disponible en: http://www.organicdatanetwork.net/home.html?L=0

Olgun A., Adanacioğlu H. Saner G. 2006. An economic evaluation on organic cherry production: a case of Turkey. J. Sustain. Agric. 28 (2): 117-130.

Pareja J. y Cadavid C. 2016. Valoración de patentes farmacéuticas a través de opciones reales: equivalentes de certeza y función de utilidad. Contaduría y Administración. 61:794-814.

Peck G.M., Merwin, I.A., Brown M.G., Agnello A.M. 2010. Integrated and organic fruit production systems for Liberty apple in the northeast United States: a systems-based evaluation. HortScience. 45:1038-1048.

Sahota A. 2015. The global market for organic food and drink. P. 120-123. In: Willer, H. y Lernoud, J. (eds.), The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2015. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland and International, Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn, Germany. 300 p. https://www.fibl.org/fileadmin/ documents/shop/1663-organic-world-2015.pdf.

Sánchez B. Zegbe J. Espinoza A. Rumayor R. 2012. Producción y comercialización del durazno criollo de Zacatecas. Folleto Técnico No. 43. En: http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/proComDurCriollo.pdf

Sautereau N. Penvern S. Fauriel J. Petitenet M. Bellon S. 2013. Combining multiple performances for sustainable agriculture: is organic fruit farming a prototype? A comparison of performances with conventional fruit farming. Acta Hortic. 873: 79-90.

Seufert V. Ramankutty N. Mayerhofer T. 2017. What is this thing called organic? – How organic farming is codified in regulations. Food Policy. 68: 10-20.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2017. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx. Consultado en enero de 2017.

Taylor M. y Granatstein D. 2013. A cost comparison of organic and conventional apple production in the state of Washington. Crop Management.12 (1).

Tilman D. 1998. The greening of the green revolution. Nature 396: 211-212.

Tresierra Á. y Carrasco C. M. 2016. Valorización de opciones reales: modelo Ornstein-Uhlenbeck. (Spanish). Journal Of Economics, Finance & Administrative Science. 21(41): 56-62.

Trigeorgis L. 1996. Real options: Managerial flexibility and strategy in resource allocation. London, Cambridge, MA: MIT Press.

Willer H. y Lernoud J. 2015. The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2015. FiBL & IFOAM Frick, Switzerland.

You P. y Hsieh Y. 2017. A computational approach for crop production of organic vegetables. Computers & Electronics In Agriculture. 134: 33-42.

LOS MEDIOS DE DIFUSIÓN DE SEMILLA DE MAÍZ, EN RELACIÓN AL CONTEXTO SOCIOECONÓMICO DE PRODUCTORES

Vega-Bautista María[1]
López-Romero Gustavo[1]
Martínez-Dávila Juan Pablo[1]
Regalado-López José[2]
Vilaboa-Arroniz Julio[3]

RESUMEN

Los medios de difusión son utilizados por las empresas para transmitir e informar una nueva tecnología a un sistema social, en el cuál se pretende que en un determinado tiempo las personas muestren interés, la evalúen, aprueben y finalmente la adopten, eventualmente la tecnología será trasmitida de vecino a vecino hasta la adopción de la tecnología por los productores mas tardíos. Para que la población adopte la tecnología dependerá de la edad, la escolaridad y a su capital, ya que los productores de bajos recursos tienden a considerar las prioridades que necesitan. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue conocer los factores económicos, sociales, políticos y humanos en la adquisición de semillas mejoradas de maíz en los ejidos de Acazónica, Paso Panal y Bandera de Juárez del municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

Palabras clave: medios de comunicación masiva, transferencia de tecnología, tecnología.

INTRODUCCIÓN

La conducta innovadora de un individuo tiende a repetirse, así que la adopción por imitación es un proceso que toma tiempo dependiendo de diversos factores, si la innovación representa una mejora en el que hacer, es adoptada por otros miembros en una secuencia de observando y aprendiendo. Así mismo, los medios de difusión ayudan a reforzar la propaganda de la tecnología, pero terminaran adoptando una innovación cuando sea transmitida de productor a productor (Prince, 2009). Por lo tanto, la adopción de semillas mejoradas es un aspecto clave para elevar el nivel de productividad del maíz, para esto se debe de realizar procesos de difusión y se ha observado que el impacto inicial en transferencia de esta tecnología es por medio de los técnicos (agentes de extensión), en contraste el impacto en la adopción final de la tecnología esta basada en el aprendizaje entre vecinos o compañeros, estos son los principales difusores de esa tecnología (Krishnan y Patnam, 2013).

En el caso de la tecnología maíz se ubicó un estudio donde realizaron muestreos en cinco municipios del centro de Veracruz y se encontró que la edad promedio de los productores de maíz fue de 62 años con primaria incompleta, el 84% usan semillas mejoradas y sólo el 16% semillas nativas, y las empresas privadas de mayor presencia en el mercado de semillas son; Monsanto (34%) y Pioneer (13%), y las instituciones de investigación pública (Colegio de Postgraduados e INIFAP) aportan el 9% y 28% respectivamente (Jácome, 2013. Comunicación Personal).
En otro estudio realizado en el municipio de Paso de Ovejas; se reporta que las mujeres consideran que la producción de maíz es la actividad más importante, y el principal problema que enfrentan los productores son semillas caras (Línea-AES-CP, 2008). De igual manera, la SIAP (2014) identifico que el cultivo de mayor importancia en el municipio es el maíz con más de 5,700 ha, aunado a ello, los datos del CONEVAL en el 2010 menciona que el 53 % de la población vive

en situación de pobreza y la actividad más importante es la producción de maíz y la ganadería se ve como un tipo de ahorro.

Por lo tanto la producción de maíz en el municipio de paso de ovejas se ubica en una zona de lomeríos con sequía frecuente. Los tipos de suelos que predominan en la región son barrial (tierra negra), tierra amarilla (cascajillo), arenoso poco profundos, pedregosos y con bajo contenido de materia orgánica. La tenencia de la tierra que predomina es ejidal con alta dispersión de terreno y bajo nivel tecnológico, aunado a esto, el rendimiento es bajo y los productores son mayores de edad. Aun con las limitantes antes mencionadas, el uso de semilla hibrida es alto, a precios elevados. ¿como entonces explicamos una demanda tan alta en comunidades que no son prosperas?. Se trata entonces de encontrar una respuesta a la demanda de semillas híbrida, en este estudio se considera como variable de estudio el acceso que tienen los productores a los distintos medios de información, lo cual puede estar influenciado por diferentes factores, entre ellos el económico, social, político y humano.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los ejidos de Bandera de Juárez, Paso Panal y Acazónica pertenecientes del municipio de Paso de Ovejas, Veracruz. Éste municipio se encuentra ubicado en el centro del estado de Veracruz, en las coordenadas 19º 17’ 12’’ al 19º 18’ 26’’ N y 96º 26’ 30’’ al 96º 27’ 16’’ O a una altura promedio de 40 msnm con una superficie de 387. 83 km^2 que representa el 0.54% total del estado, las principales actividades económicas son las agropecuarias (INEGI, 2009). Además forma parte de la Mircrorregión de atención prioritaria (MAP) y los ejidos fueron seleccionados por el alto grado de marginación, esta investigación se realizó en el periodo de mayo a septiembre del 2015.

Para esta investigación se diseño una estrategia metodológica para entender cómo fluye la información externa de nuevas semillas mejoradas de maíz, a través de diferentes canales de comunicación hasta llegar a los productores. El marco muestral consistió en una lista de productores proporcionado por el comisariado ejidal y pláticas con informantes clave, el muestreo utilizado fue bola de nieve o también conocido como muestreo en cadena, debido a que se basa en la idea de red social, y consiste en ampliar progresivamente los sujetos de estudio partiendo de los contactos facilitados por otro sujeto y así crear un ambiente de confianza entre el productor – estudiante (Martínez., 2012), utilizando como herramienta el cuestionario semiestructurado, y el marco muestral final fue de 103 productores entre ejidatarios y pequeños propietarios. El cuestionario estuvo formado por preguntas cerradas y abiertas, ésta entrevista se realizó de manera personal con el productor, con una duración aproximada de 40 minutos. La variable medios de difusión se codifico para cada productor por el número de medio que menciono como mas importante. Las variables de tipo social fueron: tenencia de la tierra, organización ganadera, organización días vueltos, organización compra productos a mayoreo, las variables de tipo económico fueron: t ha^{-1}, t total, ingreso por ciclo, ingreso otros cultivos, ingreso leche y ganado, ingreso del AES, ingreso programas gubernamentales, porcentaje superficie de maíz, costos de producción y pago total de sacos, las variables de tipo político fueron: número de programas a los que pertenece y las variables de orden humano fueron: edad y años de estudio.

La información obtenida se recopilo en una base de datos utilizando la hoja de cálculo del software Statistica 7.1 se realizó análisis de varianza gráfico (Box-Whiskers), y tablas de contingencia (Tables and banners). El análisis estadístico de todos los datos se realizó al 95% de confianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que el 61% de los productores entrevistados son de mayor edad y el 50% estudió tercer grado de primaria, valores también observados por Miranda, 2006. Además el análisis de varianza no mostro diferencias estadísticas entre acceso a medios de difusión y origen genético de la semilla para las variables edad y escolaridad. A diferencia de lo reportado por Damián *et al*., (2007); Salas *et al*., (2013) quienes mencionan que la apropiación de tecnología está influenciada por el grado educativo y por la edad del productor. Por lo tanto, en este estudio la variable escolaridad no determina la adquisición de la semilla de maíz, ya que los productores del municipio de Paso de Ovejas adquieren la semilla independientemente del grado de escolaridad que disponen (cuadro 1).

Cuadro1. Edad y escolaridad promedio de los productores con respecto al medio de difusión y origen genético de la semillas de maíz

Variables independientes	Concepto	Edad	Escolaridad
Medios de difusión	Productor - vecino	59	3
	Técnico agrícola	54	4
	Intermediario local	22	12
	Televisión	62	4
	Folleto	49	7
	Parcela demostrativa	49	5
	H. Ayuntamiento	55	3
	Casas comerciales	53	5
	Visita MAP	50	2
		p=0.47	p=0.07
Origen genético de las semillas	H	55	4
	PL	57	2.5
		p=0.70	p=0.18

H: Hibrido. PL: Polinización libre.

Con respecto a la tenencia de la tierra el pequeño propietario esta influenciado por el vecino y el ejidatario esta influenciado por el vecino y el técnico. Esto con cuerda con Galindo *et al.,* 2000 donde menciona que la tenencia que predomina es la ejidal y pequeña propiedad.

Y con respecto a la organización formal se observó que la mayoría de los productores (84.43%) no están organizados excepto un pequeño grupo que están asociados a la Asociación Ganadera Local (14.5%). Por lo tanto, el área de estudio es completamente maicera y son pocos productores ganaderos. A diferencia de lo reportado por Vilaboa *et al,* (2009) quienes observaron que en la región del Papaloapan, el 88.6% de los ganaderos entrevistados dijo pertenecer a la asociación ganadera local y 11.4% restante no es socio.

No obstante, se observó que el 44% de los productores se organizan informalmente en mano vuelta (ayudarse mutuamente sin recibir un sueldo), del total de los que se organizan el 40% se ayudan en el desgrane, esta actividad es la más complicada de todas las labores ya que le lleva gran parte del día, y el 56% paga para realizar esas actividades. Es similar a lo reportado por Velázquez (2014) quien observó que los productores de la zona norte de puebla se ayudan en las labores de la milpa bajo un sistema de mano vuelta. Y Rosales (2015) menciona que la mano vuelta es una actividad ausente en un estudio realizado con los productores cafetaleros del DDR 005 Fortín, ubico sólo a un productor en realizar dicha actividad. Los productores que hacen mayor uso de mano vuelta son los productores de menor ingreso, esta es una estrategia que

usan para resolver las restricciones impuestas por la escasez de mano de obra y de recursos económicos para solventar su pago, es por eso que usualmente también hacen uso de la mano de obra familiar (Casanova, 2015; Candelaria 2011[b]).

Con respecto en la organización informal para la compra de productos a mayoreo, se observó que el 30% de los productores se organizan en familia o amistades de confianza para la compra de fertilizantes, semillas y químicos a bajos costos, y el 70% compra los productos de manera personal en las casas comerciales o en el tianguis agropecuario. Por su parte, Rubio (2008) menciona que el incremento en los precios del petróleo, hay un incremento en el precio del fertilizante, semillas y agroquímicos, esto se minimiza con la distribución de subsidios o por la organización de los productores.

El medio de información de mayor uso por los productores organizados formal e informalmente es por el técnico agrícola, y las semillas de mayor uso es de origen hibrido (Cuadro 2). Tal como lo menciona Aguirre *et al*., (2011) quienes observaron que el técnico sigue siendo el principal difusor de una tecnología ya que los productores tienen dificultades para la adopción y aplicación de las tecnologías; sin embargo, la difusión de una innovación no puede ser explicada únicamente como el resultado de la heterogeneidad entre los individuos, sino fundamentalmente como un proceso social, de manera que ésta última se constituye como el sustrato dentro del cual una innovación se propaga (Rogers, 1983; Macvaugh y Schiavone, 2010; citado por Cadavid y Franco 2015).

Cuadro 2. Organización formal e informal del productor con respecto a la influencia de los medios de información y origen genético de maíz.

Variables independientes	Concepto	Organización formal AGL (%)		Organización informal solidaría (%) Mano vuelta		Compra productos a mayoreo	
		No	Si	No	Si	No	Si
Medios de información	productor vecino	**31**	2	17	16	22	11
	técnico agrícola	**31**	9	**23**	17	**25**	15
	Interm local	1	0	1	0	1	0
	Televisión	2	0	1	1	2	0
	Folleto	3	0	2	1	2	1
	Parc dem	4	1	2	3	5	0
	H. Ayuntamiento	6	2	4	4	7	1
	Casas comer	7	1	3	5	6	2
	Visita MAP	1	0	0	1	0	1
Origen genético	H	**77**	15	50	42	**65**	26
	PL	9	0	4	5	5	4

Interm local: Intermediario local. Parc dem: Parcela demostrativa. Casas comer: Casas comerciales. Visita MAP: visita Microrregión Atención Propietaria. PL: Polinización libre. H: Hibrido.

Con el fin de analizar el factor económico se consideraron solo aquellos agrupamientos con dos o más observaciones para medios de información, se observó que existen diferencias estadísticas entre medios de información para cinco variables del factor económico, y sin diferencias entre las variables de origen genético de semillas excepto para el crédito ya que los productores que hacen mayor uso del crédito es para establecer semillas de origen hibrido (Cuadro 3).

En esta investigación se pudo observar que el origen del dinero que utilizan los productores para el pago del crédito es fuente de los ingresos que obtienen de los programas gubernamentales y de PROAGRO, ya que el apoyo monetario ha llegado a tal punto de ser un ingreso importante para ellos; por tanto, el productor paga por la semilla de maíz a las empresas transnacionales, contribuyendo así a crear un monopolio económicamente activo; en este sentido García *et al.,* (2014) quienes mencionan que una de las alternativas para evitar la existencia de un monopolio de empresas privadas es la creación de pequeñas empresas productoras de semillas de maíz. En este sentido Candelaria (2011[b]) menciona que los productores del municipio de Paso de Ovejas tienen una dependencia de apoyos gubernamentales de asistencia social, al grado de constituirse como una parte importantes de sus ingresos, sobre todos aquellos que cuentan con tres apoyos diferentes y concluye también que el medio por el cual ellos se enteran de algunas innovaciones es del personal técnico especializado. Y los productores que se informan por medio de folletos, productor vecino y parcelas demostrativas le destinan un mayor porcentaje de terreno al cultivo de maíz (Cuadro 3). Los datos obtenidos son similares a lo reportado por Zarazúa *et al.,* (2012) quienes mencionan que los productores que tienen una mayor cantidad de terreno y cultivos pueden tener mayor acceso a la información, y el conocimiento de dicha tecnología. Ya que los medios de comunicación masivos son fundamentales en la construcción de la realidad social, la televisión y los medios gráficos influyen en el comportamiento de las personas y ocupan un lugar de importancia en términos de audiencia (Zanetti, 2000).

Cuadro 3. Influencia de los medios de información y origen para 5 variables para el factor económico

variables independientes		Ingreso otros cultivos	Ingreso Proagro	Ingreso programas gubernamentales	Crédito	Porcentaje de superficie de maíz
Medios de información	Prod. Vecino	0.10	2.14	4.07	0.75	60.72[a]
	Téc agrícola	5.31[a]	3.65	5.45	5.95	47.28[a]
	Televisión	0.18	4.90	5.23	0.00	33.33
	Folleto	0.00	7.50[a]	10.33[a]	0.00	60.31[a]
	Parc dem	3.24	2.94	3.90	0.00	57.09[a]
	H. Ayunt	3.45	5.51[a]	8.65[a]	7.51	17.19
	Casas com	0.25	6.40[a]	9.58[a]	24.85[a]	44.13
		p= 0.002**	p= 0.01*	p= 0.03*	p=0.02*	p=0.03*
Origen genético	PL	2.89	3.43	3.89	0.00	39.71
	H	2.61	3.67	5.81	3.90	50.96
		p=0.93	p=0.86	p=0.29	p= 0.58	p=0.33

Prod. Vecino; productor vecino téc agrícola: técnico agrícola, Parc dem: Parcela demostrativa. H. Ayunt: H. Ayuntamiento. Casas comer: Casas comerciales. PL: Polinización libre. H: Hibrido

CONCLUSIONES

Los productores del área de estudio están influenciados por factores de tipo económico y social, y en menor grado por el factor humano en la adquisición de semillas mejoradas de maíz. Para la mayoría de los productores la principal forma de tenencia es el ejido, y no pertenecen a una organización formal, además no se organizan en forma solidaria, para esa mayoría, su principal informante es el técnico agrícola seguido del productor vecino y usan semilla hibrida.

LITERATURA CITADA

Aguirre Cesar, Escobar Alexa, Zúñiga Thelma y Rodríguez Róger. 2011. Enfoques de extensión y adopción de tecnologías de conservación de suelos. Estudios de casos con ONGs de Esteli, Boaco y Matagalpa. La calera. Vol. 6, Núm. 7. Pp 55-59.

Casanova P. Lorena. 2015. Transformación de agroecosistemas en el trópico subhúmedo Veracruzano ante el cambio climático: un enfoque autopoiético. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de: doctora en ciencias. Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. pp 220.

Candelaria M. Bernardino. 2011b. Diseño participativo para mejorar la sustentabilidad de los agroecosistemas de la microcuenca Paso de Ovejas 1 en el estado de Veracruz, México. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de doctor en ciencias. Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. Pp 134.

Cadavid Lorena y Franco C. Carlos Jaime. 2015. Impacto de la regla de decisión en el modelado de la difusión de innovaciones. Production. Vol. 25, Núm. 4, Pp 750-763.

Damián Huato, M. Á., Ramírez Valverde, B., Parra Inzunza, F., Paredes Sánchez, J. A., Gil Muñoz, A., Cruz León, A., & López Olguín, J. F. (2007). Apropiación de tecnología por productores de maíz en el estado de Tlaxcala, México. Agricultura técnica en México, 33(2), 163-173.

Galindo G. G., Tabares R. WC., Gomez A.G. 2000. Caracterización de los productores agriolas de seis distritos de desarrollo rural de Zacatecas. Terra, 18: 83 -92

García S. J., A., Ramírez J., R. 2014. El mercado de la semilla mejorada de maíz (Zea Mays l.) en México. Un análisis del saldo comercial por entidad federativa. Fitotecnia de México, 37:69-77.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2009. Prontuario de Información geográfica municipal. Disponible atraves de URL: (http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geográficos/30/30126.pdf) (Consulta: enero de 2017).

Krishnan P., Patnam M. 2013. Neighbors and extension agents in Ethiopia: who matters more for technology adoption? American Journal of Agricultural Economics. Pp. 1-20.

Línea AES. 2008. Diagnóstico transdisciplinario en los municipios de Cárdenas, Tabasco y Paso de Ovejas, Veracruz. Documento Ejecutivo. Línea de Investigación en Agroecosistema Sustentables. (Linea AES). Colegio de Postgraduados. 53 pp.

Martínez C. César J.; Cotera R. Julián., Zavaleta José A. 2012. Características de la producción y comercialización de leche bovina en sistemas de doble propósito en Dobladero, Veracruz Revista Mexicana de Agronegocios, vol. 16, núm. 30 pp. 816-824

Miranda T., G. 2006. Migració n y remesas en el bienestar familiar: el caso del municipio de Tepexi de Rodrig uez, Puebla. Tesis de Maestriá en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Mé xico.

Prince A. 2009. Análisis de la difusión y adopción de microcomputadores en Argentina. Tesis presentada para obtener el grado de doctor del instituto Universitario ESEADE. Pp. 199.

Rosales M., V. 2015. Tipología de productores cafetaleros en el DDR 005 Fortín, Veracruz, México, bajo un enfoque autopoiético. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de doctora en ciencias. Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. Pp 207.

Rubio B. 2008. De la crisis hegemónica y financiera a la crisis alimentaria impacto sobre el campo mexicano. Argumentos UAMX. México 21(57): 35-52.

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2015. Estadísticas de producción de semilla del año agrícola 2014. Consultado Agosto 2015.

Salas G. José María, Leos R. Juan Antonio, Sagarnaga V. Myriam, Zavala P. María Jesica. 2013. Adopción de tecnologías por productores beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. Revista Mexicana Ciencias y Pecuarias Vol. 4, Núm. 2. Pp 243-254

Velázquez G. Yuribia. 2014. El intercambio de “ayuda”. Economía y organización social entre los nahuas de la sierra norte de Puebla, México

Vilaboa A., J., Díaz R. P., Ruiz R. O., Platas R. S., E., González M., Juárez L. F. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los Agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la Región del Papaloapan, Veracruz, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 10:53 – 62.

Zarazúa J. A., Almaguer V., G., Rendón M., R. 2012. Capital social. Caso red de innovación de maíz en Zamora, Michoacán, México. Cuadernos de desarrollo rural, 9 (68), 105-124.

Zanetti, L. (2000). Investigación exploratorio-descriptiva sobre medios de difusión y comunicación en la ciudad de Córdoba. Revista Latina de Comunicación Social, 35. Documento recuperado el 20 de mayo 2016.Disponible en el URL. http://www.revistalatinacs.org/argentina2000/12zanetti.htm.

IMPACTO ECONÓMICO DE *RHAGOLETIS ZOQUI* BUSH EN NUEZ DE CASTILLA EN SIERRA NEVADA DE PUEBLA

Juan Morales-Jiménez[1]
Yahana Michelle. Aparicio-Del Moral[2]
Arturo Huerta-De la Peña[3]

Resumen

Las plagas que afectan el cultivo del nogal en la Sierra Nevada de Puebla reducen los beneficios esperados por los productores y se hace necesario establecer las causas principales que están relacionadas con la incidencia de la mosca *Rhagoletis zoqui* Bush. . El objetivo de la presente investigación es determinar la correlación de la incidencia del tefritido *Rhagoletis zoqui* Bush. y las pérdidas económicas producidas. Se aplicaron cuestionarios a productores de tres municipios considerados las más importantes en producción de nuez de castilla en el estado de Puebla y se realizó un análisis descriptivo y análisis de correspondencia, para establecer las principales variables que influyen en la incidencia de la mosca *Rhagoletis zoqui* Bush. Los resultados indican un envejecimiento de los productores, tienen como de .1 a .5 ha. en promedio, La mayoría no realiza actividades culturales podríamos decir que solo recolectan el fruto. En el análisis de correspondencia que los frutales asociados al sistema de producción del nogal de Castilla, y el uso de insecticidas, tuvieron una relación considerable, en la incidencia la calidad del fruto. Las ganancias podrían incrementarse al doble, ya que el promedio de fruto manchado de los huertos de los productores entrevistados es cercano al 50%.

Palabras claves: Impacto económico, frutales, plaga, nogal

INTRODUCCIÓN

En México, la producción de nuez de Castilla se obtiene de forma tradicional desde hace tres siglos (Rojas, 1991). Ésta se concentra en los estados de Puebla, Tlaxcala, Estado de México, Oaxaca y Querétaro (SAGARPA, 2009). Puebla destaca por su mercado de consumo tradicional, vinculado a la gastronomía poblana con identidad nacional; la elaboración del chile en nogada; abasto que de acuerdo a los productores y comercializadores está en riesgo por los problemas que enfrenta (USDA, 2009). Sin embargo existen muy pocos trabajos realizados sobre fruticultura en la Región Sierra Nevada (Mendoza et al., 2010) e ignoran la importancia de este cultivo. La actividad agrícola tiene como objetivo, proveer a la población creciente de su país o también a la de otros países; de alimentos necesarios, así como, proveer un ingreso satisfactorio para el agricultor y su familia (FAO-IFA, 2002)

Dentro de la agricultura en México se debe considerar siempre la heterogeneidad que existe dentro del sector agrícola, en otras palabras existe una polarización debido a que prevalece por un lado la agricultura de subsistencia o tradicional, donde el “campesino” depende de la lluvia para producir y utiliza mano de obra no asalariada en la producción, cosecha y comercialización, destina un porcentaje significativo de su producto para el autoconsumo, (Edward, 2005).

De acuerdo Turrent *et al*. (2004) incluye la categoría de etno agricultura la cual es realizada por grupos indígenas y en condiciones de ladera; sin embargo, esta última categoría se puede integrar en la agricultura de subsistencia. Otros autores, como Chávez *et al.* (2004) y Turrent, (2010) consideran sólo dos tipos de agricultura; la empresarial y la tradicional. Siendo esta ultima la predominante en la sierra nevada que como característica que se basa en las actividades agrícolas que utilizan principalmente mano de obra familiar, tierra de temporal en minifundio de baja calidad productiva, produce principalmente cultivos básicos, carece de servicios y apoyos

orientados a la organización y producción, presenta bajos niveles de capitalización y baja productividad; tipo de agricultura o integran el 82% de los productores del país (Villa Issa, 2008). De acuerdo a Turrent *et al.* (2004) este tipo de agricultura se practica en la meseta semiárida del norte, los valles altos, el bajío semiárido, las mixtecas, sierras y costas del golfo de México, el Caribe y Pacífico. De acuerdo a Gómez *et al.* (1998) y Navarro (2004), los productores que integran este tipo de producción poseen una amplia experiencia empírica, que han adquirido a través de muchos años, y los transmiten de manera oral y práctica; sustentando su producción en los cultivos compuestos.

Los productores de nogal en los municipios de la sierra nevada se destacan por que la producción que se obtiene se vende y las ganancias se destinan para bienes de consumo familiar y no en la educación o compra de otros bienes. Pero el cultivo no están exento a incidencia de plagas, como es el caso de la mosca (*Rhagoletis zoqui* Bush). que merma el potencial de producción y por ende los ingresos o beneficios que pudiera generar a los productores de la sierran nevada de Puebla. Considerando que el efectos de las plagas y enfermedades en la producción agrícola a nivel mundial cada año se reduce de un 20 hasta un 40% (FAO, 2016). Ante esta situación e necesario generar información sobre su potencial del cultivo y los factores que pudiera estar condicionando esta situación. El objetivo de la presente investigación es determinar la correlación de la incidencia del tefritido *Rhagoletis zoqui* Bush. y las pérdidas económicas producidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La documentación sobre incidencia y manejo de *Rhagoletis zoqui* se realizó tomando como referencia a productores de 3 municipios ubicados en la Sierra Nevada de Puebla: San Andrés Calpan, San Nicolás de los Ranchos, Santiago Xalitzintla.
El instrumento para la obtención de la información se diseñó en forma de encuesta semiestructurada. Registrando la información acerca del sistema de producción del nogal de Castilla, así como del conocimiento y manejo de *Rhagoletis zoqui* e socioeconómica. Se realizó un análisis de correspondencia en el programa estadístico SPSS para datos categóricos y observar posibles variables que afecten a un mayor porcentaje de frutos manchados. Las variables a considerar fueron: Frutales asociados al sistema de producción del nogal de Castilla, uso de fertilizantes orgánicos y/o químicos, control de plagas con insecticidas, actividades realizadas durante todo el año en los árboles de nogal de Castilla, edad de los árboles, cultivos asociados al sistema de producción, uso de trampas Multilure y conocimiento de la campaña contra la mosca de la fruta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos generales de los productores entrevistados

Los productores entrevistados en su mayoría corresponden al sexo masculino (62.85%) y femenino (37.14%), la edad media de los entrevistados es de 61 años y la moda de 70 años; el 71.42% cuentan con un nivel de educación básica, ya que el 57.14% no concluyó la primaria y el 14.28% si, el 11.42% concluyó la secundaria, el 2.85% pudo obtener el grado de técnico y otro 2.85% concluyó una licenciatura. La principal actividad de las personas entrevistadas en las 3 comunidades es el campo, ya que el 71.4% se dedica exclusivamente a actividades agrícolas y pecuarias, el 17.1% se dedica además al comercio, el 5.7% elabora carbón y aproximadamente un 5% tienen otro tipo de actividades (Herrería)

Sistema de producción

El 51.42% indicaron que tienen como máximo 5 árboles en producción, el 25.7% de los productores cuentan con más de 10 árboles. Resultados similares se observaron en los estudios realizados por Luna *et al.* (2013), en donde menciona que la mayoría de los productores de la Sierra nevada de Puebla cuentan con al menos un nogal, y en menor porcentaje con más de 5. La edad de los árboles de nogal de Castilla, los entrevistados indicaron que el 48.57% de los árboles que poseen, tiene una edad de menor de 30 años, un 48.57% tienen más de 50 años.

Las huertas tienen una gran diversidad de frutales. La mayoría de los productores, cultivan además del nogal, durazno (*Prunus persica*), ciruela (*Prunus domestica*), chabacano (*Prunus americana*), tejocote (*Crataegus pubescens*), pera (*Pyrus communis*) y aguacate (*Persea americana*). Esto concuerda con el trabajo realizado en la misma zona de estudio del presente trabajo por Mendoza-Robles *et al.,* (2010) en donde menciona que los principales frutales encontrados en la Sierra Nevada de Puebla son los mismos citados anteriormente, además, de manzano (*Malus domestica*) y capulín (*Prunus serotina*). Se suma además que el 97% los productores intercalan o imbrican cultivos anuales como maíz, frijol o cebada con los frutales.

Turrent, *et al.* (1994) argumenta que esta diversificación se debe a que los productores han ido adquiriendo conocimiento y experiencia en la producción de distintos tipos de frutales evitando de este modo el monocultivo. Esta diversificación permite repartir o escalonar tanto el trabajo como las cosechas y consecuentemente los ingresos procedentes de la producción frutícola. Esto es muy importante cuando el sistema de producción es de temporal ya que ante una irregularidad climática no todos los frutales sufren las consecuencias del mismo modo y de esta manera las producciones y en consecuencia los ingresos no se ven tan drásticamente reducidos.

Plagas y enfermedades

La mayoría de los productores (62.9%), indicaron que la mosca del nogal de Castilla está presente en la Sierra Nevada de Puebla desde hace más de 20 años, pero se ha ido incrementado hasta llegar a ser un gran problema para ellos; el 77.1% argumentan que el mayor problema de daño al fruto, es responsable la mosca (*R. zoqui*), de ellos el 68.6% comentan solo tener problema por esta plaga, pero el 2.9% dicen tener problema de frailecillo (*Macrodactylus mexicanus*) y otro 2.9% por chapulin (*Chromacris versicolor*); estos resultados concuerdan con lo escrito por Bush & Smith (1998), en donde especifican que esta especie en estado larvario se alimenta del fruto del nogal, correspondiendo a la mosca que los productores nogaleros dicen observar. De acuerdo a las enfermedades presentadas en el nogal de Castilla, el 20% de los productores comentan que sus frutos presentan una mancha típica de la bacteria *Xanthomonas juglandis,* el 5.71% de los productores dicen observar presencia de “cáncer” y el 2.8% dice notar presencia de roya en sus árboles de nogal.

Los productores confirman que la mayor parte de la perdida de frutos es debido a la mosca, a pesar de que la mayoría no sabe identificarla, están seguros de que *R. zoqui* es el principal causante de que el fruto se manche.

Control de *R. zoqui*

En cuanto a los métodos de control que los productores utilizan regularmente al observar la presencia de la plaga en los arboles de nogal, el 5.7% utiliza malatión, otro 5.7% de los

productores entrevistados dijeron hacer aplicaciones pero no supieron contestar que producto es el que aplican, el 2.9% aplica spinosad y el 85.7% no realiza ninguna aplicación.

La trampa Multilure® es una herramienta para el monitoreo de moscas de la fruta, sin embargo se ha utilizado también como método de control. La campaña nacional contra mosca de la fruta recomienda esta herramienta, aunque desafortunadamente *R. zoqui* no forma parte de dicha campaña y debido a eso los productores no reciben información acerca de la plaga. El 91.4% de los entrevistados no tiene conocimiento sobre la campaña contra mosca de la fruta, el 8.57% tienen conocimiento de la trampa y solamente un 5.71%2 la utilizan, de ese porcentaje, el 2.85% no sabe que es lo que contiene la trampa y la otra persona le aplica captor y melaza y la coloca en el mes de junio.

Cosecha y comercialización

El 37.14% de los productores entrevistados obtienen de 1 a 5 millares de nuez, el 20% obtiene menos de un millar, y aproximadamente el 10% obtiene entre 11 y 20 millares anuales. De acuerdo a la productividad por árbol, el 37.1% de los productores entrevistados dice obtener en promedio un millar de nueces, el 34.3% obtiene de 2 a 3 millares, el 25.7% de los entrevistados obtiene menos de un millar y solo un productor obtiene más de 3 millares. Estos resultados están referidos a arboles con similares características tanto de edad como de porte de copa, de modo que se observa una gran variabilidad en la producción debida a factores de manejo. Estos resultados concuerdan con un estudio realizado por Luna *et al.* (2013), en donde reporta que la producción de por árbol de nogal de Castilla, es de 1.7 millares aproximadamente, sin embargo la SAGARPA (2005) menciona que la producción por árbol es de aproximadamente un millar de nueces.

Debido a las plagas y enfermedades que atacan al nogal de Castilla, el 22.8% de los productores no obtuvieron suficientes frutos para ser vendidos, sin embargo el 42.86% de los productores entrevistados dijeron vender la nuez de Castilla en menos de $50.00 el ciento, un 14.29% entre $51.00 y $100.00 el ciento. El 5.71% de los productores, venden las nueces por kilo, ya que algunas personas venden el fruto sin cáscara aumentando así el precio de esta pero invirtiendo más dinero y tiempo en mano de obra. Del total de los productores entrevistados, el 97.1% dicen no vender la nuez de Castilla cuando ésta se encuentra manchada, por que al venderla disminuye su precio en más del 60%. Los productores tienen diferentes puntos de venta, el 57.1% vende las nueces en los tianguis más cercanos de la zona en donde viven, el 14.3% de los productores venden sus frutos a intermediarios que llegan a la comunidad, el resto las vende directamente en restaurantes.

Esto indica que el punto de venta es un factor fundamental para obtener un mejor precio y cuando se vende directamente al consumidor, evitando intermediarios, se obtiene un alto precio por el producto. Sí ellos se organizan para vender directamente al consumidor se tendría un gran potencial para incrementar el ingreso de los productores. Se pueden crear sitios de expendio en el lugar de producción y formando centros de acopio. Se podría vender directamente a los centros comerciales, centrales de abasto, industria de procesado y restaurantes (Campos de Jesús *et al*. 2005).

Análisis de correspondencia

Para observar la correlación que tienen algunas variables con el porcentaje de frutos manchados, se procedió a realizar un análisis de correspondencia.Tras analizar la relación que existe entre el porcentaje de frutos manchados y el sistema frutal asociado al nogal de Castilla, se encontró una

relación con un valor de 0.489, esto quiere decir que presenta una relación regular considerable, esta relación puede explicarse ya que las moscas adultas son muy móviles y se dispersan de unas parcelas a otras en busca de fruta para su alimentación, y existen arboles aislados que están dispersos por los alrededores de las plantaciones sirviendo como huéspedes haciendo que se potencialice la plaga (Aluja, 1996; Alemany, *et al.,* 2004*;* Peñarrubia-María *et al*., 2008), es por esto que está relacionado el sistema frutal establecido en la huerta con el porcentaje de frutos de nuez manchados, debido a que los demás arboles sirven como hospederos para la estancia de *R. zoqui.*

El análisis de correspondencia para la variable “control con insecticidas” presentándose un valor de: 0.467, lo que corresponde a una relación regular considerable. Este resultado indica que la aplicación de insecticidas tiene un cierto efecto sobre frutos manchados, aunque con estos resultados se puede concluir que no tiene un efecto de control sobre los insectos que provocan los daños. Esto es debido a que la elección y grado de uso de este tipo de productos varía en función del tipo de cultivo, el tipo de plaga a combatir, el grado de conocimiento y profesionalización del agricultor. La eficacia del producto fitosanitario está relacionada directamente con su estructura molecular, su modo de acción, la dosis necesaria para que sea eficaz y el momento de aplicación. Es por ello que un buen insecticida puede dejar de serlo si no se aplica en el momento adecuado o con métodos incorrectos. Se debe elegir el producto de acuerdo al tipo de organismo plaga a combatir, el momento de aplicación debe ser aquel en el que el organismo es más susceptible al tipo de producto elegido y la aplicación de debe hacer de manera que el producto alcance el objetivo buscado en la cantidad adecuada evitando la contaminación ambiental (Guerra-Dorado, 2002).

La relación de las variables: fertilización orgánica y/o química, edad de los árboles, cultivos asociados al sistema de producción del nogal de Castilla, actividades realizadas durante todo el año para los huertos de nogal de Castilla, conocimiento de *R. zoqui* y uso de trampas Multilure, con el porcentaje de frutos manchados, indica una relación pequeña y muy insignificante, presentando un valor de 0.170.

Costo de producción

El valor mínimo registrado fue de 0 pesos y el máximo de 4255 pesos. Alrededor del 60% de los productores entrevistados, tienen un costo total inferior a $600, aproximadamente el 25% invierte entre $601 y $1200 en el sistema de producción y comercialización de la nuez de Castilla y muy pocos productores tienen un costo total que oscila entre los $1201 y $4800. Los bajos costos del sistema de producción que presentan la mayoría de los productores está directamente relacionado con los escasos recursos económicos que poseen, su baja capacitación técnica y el escaso asesoramiento al que tienen acceso. Campos de Jesús *et al*. (2005) en un estudio realizado sobre el cultivo del nogal en varios municipios de Nuevo León, señalan que las causas similares.

Los ingresos brutos tuvieron un valor mínimo registrado fue de 0 pesos y el máximo de 72000 pesos. Cerca del 60% de los productores entrevistados presentan ingresos inferiores a $3000, alrededor del 17% tiene ingresos entre $3001 y $6000, menos del 20% tiene ingresos comprendidos entre $6001 y $30000 y menos del 5% de los productores tienen ingresos que oscilan entre $45001 y $75000.

Las ganancias derivadas tras el análisis de las encuestas realizadas a los productores de la zona, se refieren a la diferencia entre los ingresos brutos obtenidos por la venta de la nuez de castilla y

los costos totales derivados del sistema de producción. El valor mínimo registrado fue de -$1820.00 pesos (pérdidas) y el máximo de $67745.00 pesos.

La mayor parte de los productores entrevistados (80%) obtuvieron ganancias inferiores a los $10000, alrededor del 12% de los productores tuvieron ganancias que oscilan entre $10001 y $20000 y alrededor del 5% de los productores tuvieron ganancias de entre $50001 y $70000.

El análisis de la ganancia que se podría obtener en el caso de que no se presentaran pérdidas de cosecha por la incidencia de plagas y enfermedades, así como de la realización de operaciones de cultivo que traten de minimizar este factor. También se contempla la posibilidad de realizar un correcto manejo del cultivo en cuanto a las operaciones realizadas en relación con la fertilización. Las ganancias podrían incrementarse para la mayoría de los productores (alrededor del 83%). Es por ello fundamental el estudio e implementación de sistemas de control de *R. zoqui*, ya que es la plaga clave a manejar en la zona, debido a la incidencia que está teniendo actualmente.

CONCLUSIONES

Los productores de nogal de Castilla de la Sierra nevada de Puebla, son de la tercera edad 61 años, siendo la mayoría de los entrevistados hombres. La mayor parte de los productores tiene una educación básica (primaria) y su principal actividad son las actividades en el campo. Tienen pocos arboles de nogal de castilla y lo asocian con otros frutales, entre los que destacan: durazno, ciruela, chabacano, tejocote, pera y aguacate; el sistema de producción se caracteriza por tener maíz, frijol y calabaza como cultivos intercalados. La mayoría de los productores entrevistados comentaron tener incidencia de daños por la mosca del nogal de Castilla (*R. zoqui*), sin embargo, solo la tercera parte de ellos sabe con exactitud sobre los daños ocasionados por esta plaga, a pesar de los daños indicados por la mayoría de los productores no aplican ninguna medida de control. En cuanto a la comercialización una tercera parte de los entrevistados tiene una venta total de entre 1 y 5 millares de nueces, la mayoría de ellos no puede vender la nuez si se encuentra manchada. En base al análisis de correspondencia realizado las variables: frutales asociados al sistema de producción del nogal de Castilla, y uso de insecticidas, tuvieron una relación regular a considerable. Implementando un correcto manejo de *R. zoqui*, y del sistema de producción de nuez de castilla en la zona, las ganancias podrían incrementarse al doble, ya que el promedio de fruto manchado de los huertos de los productores entrevistados es cercano al 50%.

LITERATURA CITADA.

Alemany, A., Miranda, M.A., Alonso, R., Martín Escorza, C. 2004. Efficacy of C.capitata (Wied) (Diptera: Tephritidae) female mass trapping. Egde-effect and pest multiplier role of unmanaged fruit host. Bol. San. Veg. Plagas,30: 255-264.

Aluja, M. 1993. Manejo integrado de la mosca de la fruta. Ed. Trillas. 251

Campos de Jesús, S.; Vázquez Palacios, L.; Olivares Sáenz, E.; Treviño Playán, L.M.; Santos Moreno, O.; Lemus Hernández, C.; Aguilar Saldaña, H. y Leyva Retes, J.A. 2005. Diagnóstico del cultivo de nogal en los Municipios de Aramberri, Bustamante, Rayones, Villaldama y Zaragoza, Nuevo León.

Bush GL, Smith JJ. 1998. The genetics and ecology of sympatric speciation: a case study. *Research in Population Ecology* 40: 175–187.

Cortés F., J.I., R. Mendoza R., E. Hernández R., E. Aceves R., A. Turrent F.y N. Estrella C. 2004. Manual para técnicos: El sistema milpa intercalada en árboles frutales en terrenos planos. Colegio de Postgraduados-Campus Puebla. Puebla, México. 70 p

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2016. El pacto mundial contra las plagas de las plantas conmemora sus 60 años de actividades. 2 p.

FAO-IFA (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes). Los fertilizantes y su uso. 2002. Los fertilizantes y su uso. Una guía de bolsillo para los oficiales de extensión. Roma. 77 p

Guerra-Dorado, J.A. 2002. Técnicas de aplicación y eficiencia de los tratamientos químicos. Avances recientes en cultivos frutales y viña. Fruticultura profesinal, 116:7-17.

Luna-Méndez, N., Jaramillo-Villanueva, J.L., Ramírez-Juárez, J., Escobedo-Garrido, S., Bustamante-González, A., Campos-Ríos, G. (2013). Tipología de unidades de producción de nuez de Castilla en sistema de producción tradicional. Agricultura, Sociedad y desarrollo 10: 283-303.

Mendoza- Robles, R., Parra-Inzunza, F., De los Ríos- Carmenado, I. (2010). La actividad frutícola en tres municipios de la sierra nevada en Puebla: características, organizaciones y estrategia de valorización para su desarrollo. Agricultura, sociedad y desarrollo , Vol. 7 no. 3.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2005. Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. México, D. F. Consultado en SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350 (11 de febrero de 2013).

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2009. Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. México, D. F. Consultado en SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350 (11 de febrero de 2013).

Turrent F., A., J. I. Cortés F., R. Mendoza R., J. L. Alonso A., J. Díaz A., C. Bárcenas S., E. Inzunza I., y N. Estrella C. 1994. Desarrollo de un prototipo de explotación agropecuaria familiar para el Distrito de Desarrollo Rural de Cholula-Plan Puebla. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 228 p

ÍNDICE DE DESEMPEÑO DE LOS DISTRITOS DE RIEGO. CASO DE ESTUDIO, VALLE DEL RIO MAYO

Diana Luque Agraz,
Arthur Dennis Murphy,
Tadeo Manrique Gallardo,
Ignacio Ruiz Love[157].

RESUMEN

Se presentan avances preliminares en la formulación de un índice para la evaluación del desempeño de los distritos de riego (caso de estudio, Valle del Mayo), desde una perspectiva biocultural, ya que alcanza cierto grado de complejidad multidimensional, además que ya ha sido probada en la zona de estudio. Su justificación proviene del reconocimiento del calentamiento global, la crisis hídrica y la pérdida de biodiversidad, que en el caso del Estado de Sonora, ya se pueden apreciar sus impactos negativos, tanto en el estrés hídrico en el que se encuentran, no sólo los distritos de riego, sino también la población más vulnerable. Asimismo, ya se han presentado conflictos derivados de esta crisis. Se prevee que este tipo de valoración ayudará a promover sistemas de cultivo agroecológico, como una de las soluciones a la situación actual. Después de hacer una revisión de 11 metodologías de evaluación, se presenta una propuesta preliminar, estructurada en tres dimensiones, la social, la económica y la ambiental; en esta primera etapa, cada dimensión se conforma de cuatro variables, algunas son índices de probadas metodologías, mientras que otras son innovaciones. Aún no se presentan datos, los cuales serán generados, una vez que se discutan y ponderen las respectivas variables.

Palabras clave: Distritos de riego, índice de desempeño, complejo biocultural, Valle del ´rio Mayo, Sonora.

CRISIS HÍDRICA Y PERSPECTIVA BIOCULTURAL

El Foro Económico Mundial (WEF[158], 2016) en su reporte anual sobre los 20 mayores riesgos a la economía mundial, contempla la dimensión ambiental, la que a su vez señala al calentamiento global, la pérdida de biodiversidad y la crisis hídrica, como parte de los mayores riesgos a la humanidad, pero que además, estos tres componentes están relacionados. Asímismo, el Plan Nacional de Desarrollo señala que la degradación ambiental en México continua y que representa el 7% del PIB anual además que está generando mayor vulnerabilidad social (Segob, 2013).

La crisis hídrica está presente en las agendas de todos los países, así como de instituciones internacionales, como el Foro Global del Agua y el Informe para el Desarrollo Hídrico Mundial de las Naciones Unidas. Así el modelo de desarrollo, basado en la alianza de la ciencia, el capital y la industria, si bien ha generado logros en el bienestar de la humanidad, como la casi desaparición de periodos de hambrunas, el descenso de la mortalidad infantil y el aumento de la esperanza de

[157]Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. North Carolina University at Greensboro, Consultor independiente, Consultor independiente, Dirección de contacto: dluque@ciad.mx

[158] World Economic Forum por sus siglas en inglés.

vida, hoy por hoy, requiere de la atención urgente a diversos temas, como el hídrico, pues ponen en riesgo la estabilidad de las sociedades más vulnerables.

México no está exento de este escenario, ya que pasó de ser un país de alta disponibilidad de agua a uno de baja, pues de 1950 a 2013 se redujo 5 veces. Asimismo, la Huella Hídrica de México ocupa el 8º lugar en el escenario internacional. El 92% corresponde al sector agropecuario, del que el 56% deriva de su desempeño interno y el resto, del impacto de agua virtual de las importaciones, principalmente agro-alimentarias. (Vásquez y Lambarri, 2017)

La respuesta científica a la problemática ambiental abarca prácticamente todo quehacer disciplinario y ha convocado, de manera enfática, al quehacer interdisciplinario. En situaciones específicas, a la investigación intercultural, así como de conflicto, a la posnormal que incluye la participación directa de los actores sociales. Uno de los abordajes que están ganando terreno en las comunidades ambientalistas críticas es la biocultural. Así propone la existencia de una trama compleja compuesta por dimensiones culturales, epistémicas, lingüísticas y biológicas. Los estudios bioculturales han tendido a centrar su atención en los pueblos originarios o indígenas, cuyos territorios presentan mejores de conservación ecosistémica, mayor biodiversidad, son zonas de captación de agua y recuperación de acuíferos, así como reservorios fitogenéticos. Todo este conjunto se logra a partir de sus componentes culturales y de saberes tradicionales (Maffi, 2001: Toledo y Barrera, 2008; Boege, 2008; Luque, et.al. 2016).

En las últimas evaluaciones desde la perspectiva biocultural, se observó que las comunidades indígenas presentan una alta vulnerabilidad frente a los riesgos globales, en particular el hídrico, así como una transformación cultural orientada a la sociedad industrial/urbana; así como un fuerte vínculo de sus sistemas tradicionales de subsistencia con los agroindustriales. Asimismo, existe un alto mestizaje en muchos sentidos, por lo que se recomendó el estudio de otros sectores de población de otra matriz étnica, como la mestiza, para avanzar en la comprensión de estos sistemas.

En este contexto analítico, y en el contexto del Estado de Sonora, inserto de manera predominante en la aridez del Desierto Sonorense, los distritos de riego se convierten en zonas estratégicas de atención. Tanto por ser indudables polos de desarrollo económico regional, como por las implicaciones ambientales que conllevan.

REGION HIDROLÓGICA II

México es la séptima nación con mayor superficie de riego en el mundo, por lo que consume 76.8% de su agua disponible en la irrigación de 6.5 millones de hectáreas, de las cuales 25% se abastece con 19.2 km3 de aguas subterráneas (PNH, 2008, Conagua, 2010, en La Huella Hídrica de México). Por ello, cada vez cobra mayor pertinencia el considerar a la cuenca hidrológica como unidad territorial de análisis. Por un lado, la administración federal del agua se realiza a través de este esquema, lo que ha derivado en la generación de información a nivel de cuenca. Sin embargo, aún cuando los acuíferos son administrados a través de las cuencas, los expertos en aguas subterráneas han señalado que se debe de tomar con criterio, pues si bien los acuíferos si tienen relación con los caudales superficiales, generalmente se extralimitan y observan dinámicas distintas.

La RHA II está ubicada básicamente en el Estado de Sonora, por ello, la sede de su Organismo de Cuenca está en la capital del estado. Los límites de la RHA II incluyen a los 72 municipios de Sonora, a cuatro del estado de Chihuahua y dos Sinaloa. La RHA II, a su vez, está conformada por las cuencas del Río Colorado (1 acuífero), Río Sonoyta (4 acuíferos), Río Concepción (13

acuíferos), Río San Pedro-Sta. Cruz (3 acuíferos), Río Mátape (3 acuíferos), Río Yaqui (25 acuíferos), Río Mayo (3 acuíferos) y Río Fuerte-Mayo con 2 acuíferos. Es decir, la RHA II se conforma por nueve cuencas y un total de 64 acuíferos. Asímismo, tres de sus cuencas son transfronterizas con Estados Unidos, como la del Río San Pedro-Sta. Cruz, Río Yaqui y Río Colorado. Todos los ríos de estas cuencas desembocan en el Golfo de California.

La RHA II tiene una superficie de 197.5 miles de Km2. Cada cuenca, a su vez, está organizada en subcuencas, seccionadas por las presas, o por aspectos geomorfológicos. Para el años de 2010 contaba con una población de 2,580 000 habitantes y una densidad de población de 13 hab/km2. Contribuye con el 2.52% del PIB nacional. (Atlas Digital del Agua México 2012, CONAGUA). Según el SINA (Sistema Nacional de Información del Agua-CONAGUA) la RHA II presenta un Grado de Presión Alta.

EL DISTRITO DE RIEGO DEL VALLE DEL RIO MAYO, DDR 038[159]

El distrito se ubica en la cuenca baja del río Mayo al sur del estado de Sonora (ver Fig.1.). Se creó provisionalmente, mediante acuerdo presidencial, en 1951 y definitivamente, también por acuerdo presidencial, en 1956. Como parte de su infraestructura, cuenta como principal fuente de abastecimiento de agua la presa Adolfo Ruiz Cortines (Mocúzari), la cual se terminó de construir en 1955 sobre el caudal principal del río Mayo, en la zona ancestral yoreme (mayo), a la orilla de uno de los ocho pueblos tradicionales: Conicarit. El distrito se ubica en los municipios de Navojoa, Huatabampo y Etchojoa, y abarca una superficie de 114 000 ha, de las cuales se irrigan 88 124 ha (Conagua, 2015). En el ciclo agrícola de 1987-1988 se inició el proceso de descentralización del distrito, en ese entonces administrado por el gobierno federal, para después convertirse en una sociedad de responsabilidad limitada de interés público y capital variable en 1990.[160]

Banister refiere que el actual distrito del valle del Mayo forma parte del espacio de riego del noroeste de México y surge de luchas históricas por construir un orden oficial que datan del periodo de Porfirio Díaz, que se caracteriza por el inicio de una política de control federal de los embalses de los ríos para dar respuesta a las nuevas formas de producción agrícola de capital extranjero principalmente (Banister, 2012).Actualmente, esta zona se considera un polo de desarrollo agroindustrial que ha impulsado el crecimiento de sus centros urbanos, como Navojoa, Huatabampo y Etchojoa, y con ello, la diversificación de la economía, en los sectores secundarios y terciarios. Esto significa oportunidades laborales, educativas y de salud, aunque aún son insuficientes e inequitativas.

Con respecto al ciclo 2013-2014, la CONAGUA reportó para el Distrito de Riego 038 Río Mayo, un total de 10 324 usuarios, de los cuales el 64.1% son ejidatarios. Así como una superficie sembrada de 87 370 ha, misma que fue cosechada. El principal cultivo del ciclo otoño-invierno es el trigo grano, que ocupa el 81% de la superficie total sembrada. En orden de importancia, y muy por debajo en superficie asignada, le siguen el cártamo, la papa, el maíz grano y el frijol, junto con otros 14 cultivos más (hortalizas, sorgo forrajero y otros menores). Para el ciclo primavera-verano, CONAGUA reporta que se sembró únicamente el 1.23% de la superficie, en la que destaca el cártamo. Los cultivos perennes son tres forrajeros y ocupan solo el 2.1% de la superficie, principalmente la alfalfa. Únicamente el 2.2% de la superficie del distrito se ocupó en segundos cultivos. Este distrito obtuvo el 8º lugar en cuanto a superficie cosechada en relación con los 25 principales distritos del país. En síntesis, en los distritos de riego de Sonora se produjo el 53.67%

[159] Parte de la información de esta sección se tomó de Luque, et. al., 2016.
160 http://drrmayo.mx/historia/

de la producción nacional del trigo, concentrada, principalmente, en los distritos de los Valles del Yaqui, Mayo y Colonias Yaquis (CONAGUA, 2015).

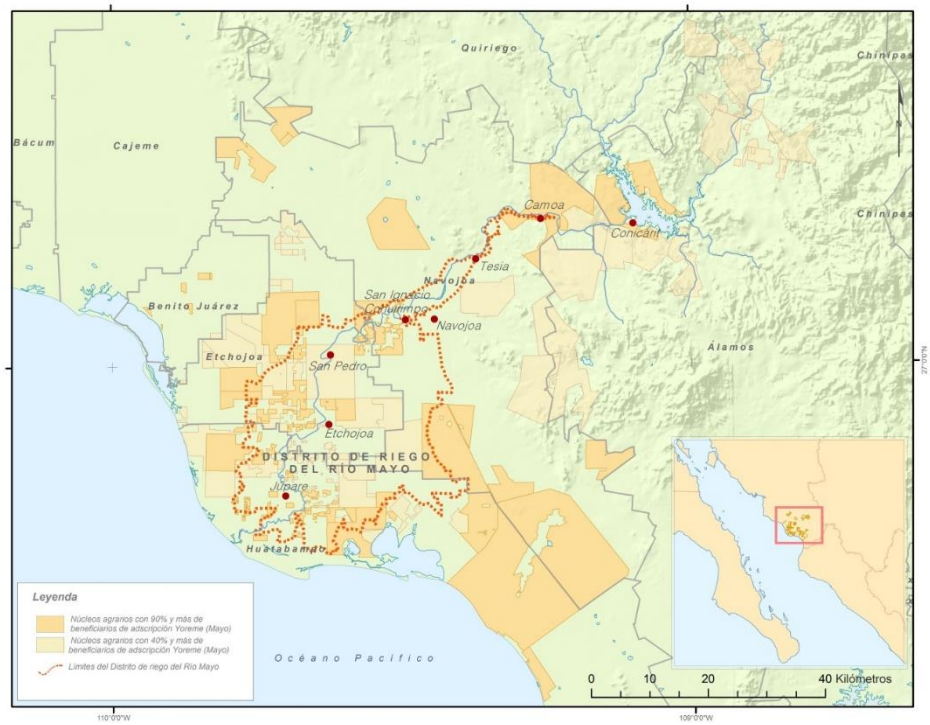


Figura 1. Distrito de riego del Valle del Mayo.
Fuente: Luque, et. al. 2016

Se estima que el 50% del agua se desperdicia en este distrito, en la conducción, evaporización, infiltración, por el deterioro de la infraestructura hidráulica, mal manejo a nivel parcelario. La reconvención productiva, adquiere cada vez mayor relevancia puesto que, en cada ciclo agrícola se encuentran escenarios donde las disponibilidades del recurso hídrico no satisfacen las necesidades de los usuarios del distrito (Palacios, 2004).

La cuenca baja del río Mayo ha sido territorio ancestral del pueblo indígena yoreme, conocido como Mayo, desde tiempos prehispánicos. Actualmente los mayos alcanzan una población de 65 000 personas que siguen concentrados en sus ocho pueblos tradicionales en las riberas del río. Parte de su territorio agrario forma parte del actual distrito de riego 038, como se puede apreciar en la fig. 1. Cabe señalar que es la población que concentra los rezagos en materia de desarrollo. Pero simultáneamente, son los que brindan de identidad cultural a la región, además que aún practican, con muchas dificultades, la agricultura tradicional (Unidades Productivas Bioculturales, Luque, et.al. 2016), que se prevee, pueden enriquecer el acervo de agro-bodiversidad genética, como los maíces, los quelites, entre otros, lo cual es de mayor relevancia en materia de agroecología. Sin embargo, en las estadísticas oficiales del distrito de riego, no mencionan este tipo de contribución. De ahí la importancia de implementar la perspectiva biocultural en este estudio.

METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE LOS DISTRITOS DE RIEGO

Las metodologías de evaluación del desempeño de los distritos de riego están orientadas a su productividad, y a la productividad del agua. Es decir, al volumen y precio de la producción agrícola en relación al valor del agua que se ha invertido en el ciclo agrícola. Estos la realizan las

instituciones públicas que administran el agua, como Conagua, así, como aquellas que invierten en los insumos, los subsidios y diversos apoyos, como Sagarpa. Asimismo, científicos de diversas disciplinas han tratado el tema, principalmente ingenieros, ya sea hidráulicos o agrónomos, tratando de eficientizar la productividad del agua principalmente. Como se verá, son pocas las propuesta que tratan de tener una visión compleja que permita integrar variables que hoy por hoy son ineludibles, por ejemplo, la económica y la ambiental.

En la Tabla 1, se presentan 11 propuestas metodológicas que podrían ser aplicadas a la evaluación de los distritos de riego. Como se puede apreciar, tratan la problemática diagnósticada. Existe un especial énfasis en uso eficiente del agua, sin embargo, la problemática social y económica es poco evaluada.

Tabla 1. Metodologías de evaluación de los distritos de riego

No.	Referencia	Marco analítico	Problemática	Propuesta
1	*Medidas del agua en la operación de los distritos de riego 2009*	Análisis cualitativo de la frecuencia y extensión de la medidas. Ingeniería Hidráulica.	Medición de disponibilidad del agua: cuenca, presas, acuíferos. Productividad hidroagrícola.	Medición de los niveles de agua en la infraestructura de riego. Uso eficiente, productivo y sustentable del agua
2	*Evaluation of the Necessities of the Irrigation Districts in Mexico. 2002*	Orientar la inversión pública y privada a partir de un SIG	Evaluación de las necesidades de los 82 DR	SINHDR, Sistema de Información Hidro-agrícola de los Distritos de Riego. 50 variables. Información social, técnica y económica
3	*Organizaciones autogestivas para el manejo del agua*	Historia política del agua	Poco control sobre la burocracia que administra el agua.	Administración no burocrática, con apoyo técnico.
4	*El sistema de riego de Tepetitlán, México: Mejoras en la distribución del agua a partir de la transferencia*	Historia política del agua	Evaluación de la distribución del agua a partir de la transferencia del distrito de riego	Análisis de los patrones de cultivo y de la organización para la distribución del agua. Procesos organizativos de las comunidades usuarias.
5	*Análisis de la producción agrícola y gestión del agua en módulos de riego del distrito 063 de Sinaloa, México.*	Análisis estadístico respecto a la gestión hídrica y la productividad agrícola desarrolladas en los módulos que comprende el Distrito de Riego 063 (DR 063) en	Gestión del agua por módulo, los resultados muestran que no existen diferencias significativas en el suministro pero si en su productividad.	Replantear la programación hidro-agrícola con apoyos en análisis estadísticos. Estimar el valor económico del agua. Determinar el beneficio neto para el DR, en función del tipo de cultivo y lámina de agua requerida. Por módulo de riego.

		los ciclos 2007-2012		Ingresos obtenidos por M3 de agua.
6	*Huella Hídríca: Análisis y perspectivas, 2017*	Concepto Huella Hídrica, análogo al de Huella Ecológica,	Volumen total de agua dulce utilizado directa o indirectamente, a lo largo de toda la cadena productiva, para producir un bien.	Huella hídrica: agua verde, agua azul, agua gris y agua virtual. Metodología para determinar el uso eficiente de aguas nacionales. DOF, 2016 publicadas en el Diario Oficial
7	*Metodología para estimar el uso eficiente del agua en actividades agrícolas, 2017*	Teoría de la empresa. Concepto de la función de la producción y su tecnología	Uso de herramientas económicas para eficientizar el uso del agua en la agricultura. Criterios para otorgamiento de concesiones	Definición de criterios económicos. Disponibilidad de agua (superficial, subterránea, tratada) Demanda de agua Productividad del agua, método de valoración residual
8	*La eficiencia del uso del agua en los distritos de riego*	Ingeniería hidráulica	Se desperdicia hasta el 50% del agua de los distritos de riego	Eficiencia del uso del agua para riego
9	*Problemas financieros de las asociaciones de usuarios y su efecto en la conservación y operación de distritos de riego*	La actualización de las tarifas de riego es difícil, dada la situación económica de los productores agrícolas, y no pueden mantenerse constantes los ingresos; en la mayoría de los casos hay una disminución de los ingresos, en términos reales.	Es necesario que las asociaciones de usuarios de agua establezcan cuotas de cobro por servicio de riego que les permitan ser autosuficientes económicamente	Cálculo de la tarifa de riego, semejante al propuesto en el Título de Concesión de los Módulos y Distritos de Riego.
10	*Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales*	Evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales con enfoque de sustentabilidad en su sentido crítico.	Enfocado a la población campesina e indígena rural. Enfoque agro-ecológico	Dimensiones Social, Económica, Ambiental Uso de Indicadores
11	*Complejos Bioculturales de Sonora. Pueblos y*	Ecología política, perspectiva biocultural y complejidad	Problemática indígena contemporánea con	Proponen 5 indicadores : Índice de conservación Índice de diversidad de Shannon

	territorios indígenas		énfasis en la socioambiental.	Grado de marginación Alimentos que vienen del territorio Grado de desplazamiento lingüístico

ÌNDICE DE DESEMPEÑO DE LOS DISTRITOS DE RIEGO

En esta sección se presenta la versión preliminar de un índice diseñado a evaluar a la cuenca hidrológica como un complejo biocultural. En una primera etapa, el estudio se enfocará a la cuenca baja del río Mayo, dónde se ubica el Distrito de riego del Valle del Mayo. El índice está estructurado en tres dimensiones: social, ambiental y económica. Cada dimensión, por el momento, está integrada por cuatro índices y/o indicadores, preliminares, dándole la misma presencia a cada una de ellas. La idea es darle cuerpo al índice, con indicadores estratégicos, y en la medida que se vaya probando su pertinencia, se introducirán nuevos indicadores, o incluso, podrán ser sustituidos algunos de ellos.

La unidad territorial será la *cuenca hidrológica*, mientras que el objetivo analítico, será la *localidad*, según convenciones de INEGI, lo que contribuirá a dar una mayor precisión al índice. Por ello, cierto tipo de información se generará a nivel de cuenca (número N1); otro tipo de información será de nivel municipal (N2), otro más a nivel distrito de riego (N3) y por módulo de riego (N4) y por último, a nivel localidad (N).

I. Dimensión Social

1. Población/tasa de crecimiento[161] N: 1, 2, 3, 4, 5
2. índice de Desarrollo Humano[162] N: 2, 5
3. Tenencia de la tierra/adscripción étnica[163] N: 2, 3
4. Índice de seguridad alimentaria[164] N: 2, 5

[161] La población dada por número de habitantes por localidad, municipio y cuenca, es el dato de inicio, que se pretende ir complejizando, con tasas de crecimiento, y densidad de población. La fuente serán los censos de población y vivienda de INEGI. Esta información se dará en los 5 niveles previstos. Se añadirá la variable de adscripción étnica, para identificar la situación de la población indígena ya que es la más vulnerable de manera sistémica (Luque, et. al. 2016).

[162] El índice de desarrollo humano (IDH) es un indicador de logro, propuesto por el Programa de Naciones Unidad para el Desarrollo (PNUD 1990) como medida aproximada de la libertad de las personas para poder elegir entre diferentes opciones de vida. El Índice de Desarrollo Humano se compone por tres dimensiones básicas: una vida larga y saludable, educación y un nivel de vida digno […]. Las variables que utiliza el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo al medir cada una de estas dimensiones son: la esperanza de vida al nacer, la tasa de alfabetismo y matriculación escolar, y el *ingreso per cápita* ajustado por la paridad de compra. A un nivel más desagregado, algunas de estas variables no están disponibles, por lo que se tienen que realizar ajustes en la metodología" (PNUD, 2010). Se generará en los niveles municipal (2) y localidad (5)

[163] El tipo de tenencia de la tierra en un distrito de riego es un aspecto crítico a observar en su desempeño. Actualmente las parcelas irrigadas pueden ser propiedad privada, ejidal o bienes comunales. Sin embargo, el sistema financiero vigente ha propiciado que los ejidatarios y los comuneros se vean obligados a rentar sus parcelas, proceso que en muchas ocasiones deriva en la venta de la parcela. Entender este fenómeno y darle una cabal salida, será parte del objetivo de este trabajo. Se añadirá la variable de adscripción étnica, para identificar la situación de la población indígena ya que es la más vulnerable de manera sistémica. Se elaborará a nivel municipal (2) y distrito de riego (3)

[164] La seguridad alimentaria es un concepto creado por la FAO (organización mundial de la alimentación de las Naciones Unidas), que aunque ya tiene diversas interpretaciones, en esencia implica el garantizar

II. Dimensión Económica

1. Índice de beneficio neto[165], N: 3, 4
2. Índice de productividad del agua[166], N: 3, 4
3. Mercado[167]
4. Relación de Inversión en ciencia y tecnología/usuarios[168], N: 1, 2, 3

III. Dimensión Ambiental

1. índice de conservación[169] N: 1, 2
2. índice de diversidad de Shannon[170] N: 1, 3.
3. Huella hídrica (verde, azul y gris)[171] N: 1, 3
4. Grado de contaminación de suelos y agua[172] N: 2, 3

---

alimentos en cantidad y calidad suficientes a toda la población. La pertinencia de este dato deriva de las tendencias alimentarias encontradas en la región de estudio. Se añadirá la variable de adscripción étnica, para identificar la situación de la población indígena ya que es la más vulnerable de manera sistémica. Se elaborará a nivel municipal (2) y distrito de riego (3)

[165] Se trata de determinar el beneficio neto para el DR, en función del tipo de cultivo (especie, volumen cosechado, y precio de venta) y lámina de agua requerida. Por módulo de riego.

Ingresos obtenidos por M3 de agua.

[166] El índice de productividad de agua, relaciona las variables: 1. Disponibilidad de agua (superficial, subterránea, tratada), 2. Demanda de agua por cultivo y módulo, 3. Ingreso obtenido por cultivo. Se aplicará a nivel del distrito de riego (3) y de los módulos (4).

[167] El mercado es un factor determinante en el desempeño de un distrito de riego, en particular cuando se trata de reorientar la producción, en este caso, para eficientizar el aprovechamiento del agua. Esta variable está aún en estudio, de cómo se implementaría. Se aplicaría a nivel municipal (2) y a nivel distrito de riego (3).

[168] La inversión, tanto privada como pública en ciencia y tecnología, en materia de mercados, de innovación tecnológica, de valoración de acuíferos, etc. será la mejor manera de enfrentarlo. Se pretende identificar la inversión que se realiza y encontrar su relación con el número de usuarios de los distritos de riego. La información se generará a nivel municipal (2) y de distrito de riego (3).

[169] El índice de conservación se presenta en cifras (en porcentajes) de la extensión de cada uno de los tipos de vegetación y de uso del suelo presentes en la zona de estudio con base en el inventario de vegetación de la Serie III del INEGI. Se generará información a nivel de la cuenca hidrológica (1)

[170] El índice de diversidad de Shannon (H), que toma en cuenta la riqueza o número de comunidades vegetales y la abundancia relativa (*i.e.* cobertura) de cada una de ellasntro de la zonas de estudio, con base en el inventario de vegetación de la Serie III del INEGI, a nivel de cuenca (1) y de distrito (3)

[171] La Huella Hídrica es una medición del volumen de agua requerido para las actividades productivas y domésticas. Se organizan en tres temas para diferenciar la fuente hídrica que se está impactando: agua verde (agua superficial y subterránea), agua azul (lluvia) , agua gris (tratada) y agua virtual, que es la que va implícita en los productos, ya sean de exportación o importación.

Está propuesta para promover el uso eficiente de aguas nacionales. DOF, 2016 publicadas en el Diario Oficial. Se generaría a nivel cuenca (1), municipio (2) y distrito (3).

[172] La presencia de contaminantes, como los COP (orgánicos persistentes) provenientes de los agroquímicos utilizados en la industria agroalimentaria, así como los residuos municipales e industriales, así como, la calidad del agua (superficial y subterránea), de los suelos y del aire. Este escenario está mermando la salud y calidad de vida de las personas, así como de la biodiversidad, que en muchos casos, son la base productiva de otros sectores como el pesquero. Aún está en bajo estudio la medida de esta variable.

CONCLUSIONES

Los distritos de riego (DR) del Estado de Sonora son zonas de atención estratégica debido a la importancia que tienen en la seguridad alimentaria global, el desarrollo económico regional y nacional y porque concentran el consumo de agua de las fuentes superficiales y subterráneas de las microcuencas y cuencas dónde se ubican. En la actualidad los DR ya presentan un fuerte estrés hídrico, con claros impactos económicos en la región que han redundado en conflictos sociales, y frente a los pronósticos del calentamiento global, es por demás pertinente generar fórmulas de observación de su desempeño, que permitan orientar las decisiones de los distintos sectores involucrados, como el pública, privado y social.

De esta manera se presentan los avances preliminares para la elaboración de un índice complejo de desempeño de los DR. Se propone se guie por la perspectiva biocultural, ya que incluye dimensiones de naturaleza epistémica variada, es decir, de mayor complejidad. Así se toman en consideración los aspectos sociales, económicos y ambientales. En esta primer etapa se han propuesta cuatro variables para cada dimensión, algunas de ellas ya son índices probados, como el del Desarrollo Humano, o la Huella Hídrica, mientras que otros, serán propuestas innovadoras. Estas variables seguirán analizándose y finalmente se logrará una ponderación.

En la valoración ambiental y económica se distinguirá la agricultura de riego de la tradicional, con el fín de generar esquemas que puedan justificar programas de apoyo a la agroecología como parte de las unidades productivas bioculturales. Se pretende que con el tiempo, se evalúe la pertinencia del índice, por lo que podrá complejizarse y regenerarse. Se tiene por antecedente la recién publicación del libro Complejos Bioculturales de Sonora, pueblos y territorios indígenas, lo que le da una fuerte plataforma de despegue. Por la experiencia que se tiene en la región del Valle del Mayo, se ha elegido esta zona como piloto.

BIBLIOGRAFIA

Banister, J. (2012). Diluvios de grandeza: agua, territorio y poder en el río Mayo en el noroeste de México, 1880-1910. *Revista Región y Sociedad*.

Boege, E. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y la agrodiversidad de los territorios indígenas*. México: INAH, CONACULTA, CDI.

Comisión Nacional del Agua (2012). Atlas Digital del Agua de México. Sistema Nacional de Información del Agua. Web. www.conagua.gob.mx, última consulta 19 de enero 2015.

Comisión Nacional del Agua (2014). *Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego, Año Agrícola 2013-2014*. Recuperado de http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGIH-6-15.pdf

Comisión de Cooperación Ambiental. (2014). *Documento marco: caracterización de la vulnerabilidad a la contaminación ambiental de América del Norte*, (p. 58). Montreal: Autor.

De León, B., Ramirez, J., Guillén, J., Prado, V., Robles, B. (2009) *Medidas del agua en la operación de los distritos de riego*. Ponencia de la Universidad Autónoma de Chapingo. Consulta en: www. researchgate. net, 19.jun.2017

FAO, FIDA y PMA (2015) *El estado de la inseguridad alimentaria del mundo, 2015. Cumplimiento de los objetivos internacionales para 2015 en relación con el hambre: balance de*

los desiguales progresos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma. Consulta 28 de junio de 2017: http://www.fao.org/3/a-i4646s.pdf

Gonzalez, A., Peña, E., De León, B., González, A. (2002) *Evaluation of the Necessities of the Irrigation Districts in Mexico*. Ponencia presentada en el World Congress of Computers in Agriculture and Natural Resources (13-15, March, 22, Iguazu Falls, Brazil), eds. F.S. and J. Xin. ASAE Publication Number 701P0301. Consulta en: www. researchgate. net, 19.jun.2017

Luque, Diana, Martínez-Yrizar, Angelina, Búrquez, Alberto, López Cruz, Gerardo, Murphy, D. Arthur (2016). *Complejos bioculturales de Sonora: pueblos y territorios indígenas*. CIAD, Ed. Cd. de México, 496 pp. Colección Patrimonio Biocultural de México de la Red Temática Conacyt sobre Patrimonio Biocultural de México. https://www.researchgate.net/publication/311921880_Complejos_Bioculturales_De_Sonora_Pueblos_y_Territorios_Indigenas

Magaña Zamora, José (2017) *Metodología para estimar el uso eficiente del agua en actividades agrícolas*. IMTA, México. Consulta 28.jun.2017 en https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/metodologia-para-estimar/

Masera, O., Astier, M., López Ridaura, S. (2000) *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales*. Grupo Interdisciplinario para la Tecnología Rural Apropiada, A.C. (GIRA), Instituto de Ecología-UNAM, en https://www.researchgate.net/publication/299870632_Sustentabilidad_y_manejo_de_recursos_naturales_El_Marco_de_evaluacion_MESMIS

Maffi, L. (ed.) (2001). *On Biocultural Diversity. Linking Language, Knowledge, and the Environment*. Washington: Smithsonian Institute Press.

Mazabel, D., Hurtado, M. (2010) *La dimensión social de la sustentabilidad en los sistemas hidroagrícolas*, Universidad de Guanajuato, México.

Montes de Oca, et.al. (2002) *El sistema de riego de Tepetitlán, México: Mejoras en la distribución del agua a partir de la transferencia*, en Tecnología y Ciencias del Agua, Vol. III, Num. 1 enero-marzo, 2002, pp 77-101

Palacios Velez, Enrique (2004) La eficiencia del uso del agua en los distritos de riego.

Palacios, E., Garcia, E., Mejía, E., Santos, A., Delgadillo, M. (2002) *Problemas financieros de las asociaciones de usuarios y su efecto en la conservación y operación de distritos de riego.* En Revista Terra Latinoamericana, vol. 20, núm. 4, octubre-diciembre, 2002, pp. 505-513

Palerm, Jacinta ( ) Organizaciones autogestivas para el manejo del agua, Consulta en: www. researchgate. net, 19.jun.2017

Peinado, V., Peinado, H., Campista, L., Delgado, O. (2015) *Análisis de la producción agrícola y gestión del agua en módulos de riego del distrito 063 de Sinaloa, México,* en Revista Estudios Sociales, Vol. XXIII, No. 46, Julio-Diciembre, 114-136.

Secretaría de Gobernación. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. México: Secretaría de Gobierno de la República.

Toledo, V. & Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona: Icaria.

Vasquez, R. y Lambarri, J. (eds.) (2017) *Huella Hídríca: Análisis y perspectivas*. IMTA, México. Consulta 28.jun.2017 en https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/huella-hidrica/#4

World Economic Forum. *Global Risks Report 2016*. Recuperado de http://reports.weforum.org/global-risks-201

Sociedad Mexicana de la Ciencia

MAPEO DE REDES: HERRAMIENTA DE ORIENTACIÓN TÉCNICA-AGRÍCOLA EN EXTENSIONISMO RURAL EN BAJA CALIFORNIA SUR.

Carlos A. Cabada Tavares[173]
José D. Osuna Amador[1]
Rigoberto Meza Sánchez[1]
Venancio Cuevas Reyes[2]
Claudia M. Melgoza Villagoméz[1]
J. A. Cristóbal Navarro Ainza[1]

RESUMEN

Con el objetivo de encaminar las acciones de capacitación de tipo técnica en el sector agrícola, que promueva la eficiencia de la intervención de los extensionistas del sector rural en Baja California Sur, se realizó por una parte, la detección de las necesidades de capacitación técnica de extensionistas y productores, de una manera cuantitativa que facilitara la priorización de los temas a reforzar y por otro lado, se efectuó una identificación de productores clave por cada zona atendida por los extensionistas, con lo cual se diera un seguimiento más eficaz a las actividades en campo desarrolladas en el estado de Baja California Sur y que a su vez todas ellas buscan tener un mayor impacto en la transferencia de tecnología, las cuales a su vez y en todos los casos persiguen como objetivo el aumentar la productividad de las Unidades Económicas Rurales atendidas en el programa de Apoyo a Pequeños Productores de la SAGARPA 2016. De la priorización de temas para la capacitación técnica se destacan temas en sanidad, manejo pre y pos-cosecha, nutrición y administración (uso de registros productivos). En cuanto a la identificación de actores clave se logró identificar al menos a tres productores por cada zona atendida en los diferentes sistemas producto agrícola priorizados para el ejercicio del componente durante 2016. Sólo en el caso de la zona de El Pescadero del Sistema Producto Chile, se identificó únicamente a un productor líder en los ámbitos de interés del estudio.

PALABRAS CLAVE

Diagnóstico, Innovación, Actores-clave, Capacitación, Desarrollo-Rural.

INTRODUCCIÓN

El bajo crecimiento de la actividad agropecuaria y pesquera, la degradación de los recursos naturales del sector, la persistencia de la pobreza en las familias rurales y el débil marco institucional para la generación de políticas en pro del desarrollo sectorial; han propiciado un limitado desarrollo sustentable del sector rural y pesquero en México (FAO, 2014). El Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018), destaca una serie de problemáticas a atender como parte de la agenda política actual, dentro de él se enlista una serie de metas; una de ellas, México Prospero, destaca la importancia de acelerar el crecimiento económico del País, mediante el impulso a pequeñas y medianas empresas y en la generación de empleos y finalmente identifica las fortalezas de México para el detonar del crecimiento sostenido y sustentable. En 2016, uno de los programas de políticas públicas para el apoyo a pequeños productores por parte de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), tenía

[173] *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste, Campo Experimental Todos Santos, La Paz, B.C.S.,* cabada.carlos@inifap.gob.mx

[2] *instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Centro, Campo Experimental Valle de México, Texcoco de Mora, CDMX.*

como objeto central el aumentar la productividad de las 3,887,000 Unidades Económicas Rurales (UER) conformadas por pequeños productores de los Estratos I y II identificados en el Diagnóstico del Sector Rural y Pesquero de México de 2012. Dentro del mismo programa de apoyo se presentan una serie de componentes, uno de ellos es el de Extensionismo, el cual tenía por objetivo puntual el apoyar a pequeños productores de las UER mediante servicios de extensión, innovación y capacitación para así buscar el incremento en la producción agroalimentaria. En Baja California Sur, según el Plan Estratégico Estatal del Componente de Extensionismo 2016 (PEE), durante los últimos años se han implementado acciones de extensión rural, que desde sus inicios ha servido para llevar innovaciones tecnológicas a productores rurales; ubicados en zonas rurales; las cuales representan el 14% de la población total. No obstante, dichas tecnologías muestran una baja o inexistente aplicación en las actividades productivas en las UER. De modo que el objetivo del presente trabajo fue identificar las necesidades de capacitación de técnicos extensionistas del componente 2016 y la de identificar a productores cooperantes en donde focalizar los esfuerzos de extensión rural durante el ejercicio 2016 en el estado de Baja California Sur.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sistemas producto priorizados

Para el ejercicio 2016, los Sistemas Producto (SP) priorizados, fueron los considerados según el Plan Estratégico Estatal de extensionismo 2016 de Baja California Sur. Donde la metodología utilizada para la priorización de los SP Se tomó como base los sistemas producto agrícolas atendidos en el ejercicio 2015, posterior a ello se generó una matriz de priorización; la cual consideró aspectos socioeconómicos y operativos, tales como: 1) cobertura de pequeños productores (E1 y E2) en los sistemas producto, 2) La Cobertura de la localidades de alta y muy alta marginación, 3) Importancia económica y social para el desarrollo del Estado, 4) Resultados obtenidos en el ejercicio 2015, 5) Valor de la producción del Sistema Producto, 6) Cobertura territorial de infraestructura productiva, 7) Necesidades de servicio de extensión, 8) Nivel de capacitación y 9) Potencial para el desarrollo de bienes públicos.

Área de influencia

Las localidades a atender por cada SP, fueron tomadas del PEE 2016, donde para su definición se consideró la orientación de las acciones a efectuar con los pequeños productores que presentan mayor desventaja en su actividad productiva y al nivel de marginación de dichas localidades.

Necesidades de capacitación técnica

Para identificar las oportunidades de capacitación de técnicos extensionistas y de productores atendidos, se hizo revisión de los Planes Estratégicos Estatales Disponibles para Baja California Sur, así como de agendas de innovación de los Sistemas Productos, además de la caracterización y diagnósticos de línea base de los SP y mediante una serie de cuestionamientos orientados a la captación de la demanda de técnicos y productores. Donde se identificó de manera puntual las necesidades de capacitación técnica, así como la frecuencia de las oportunidades identificadas.

Mapeo de Redes de Innovación

Para realizar el mapeo de redes de innovación se elaboró una encuesta, cuya cédula de registro contaba con cuatro preguntas, con las que se pretendía identificar a productores con influencia en la región en aspectos de productividad e innovación, para cada aspecto se buscaba del reconocimiento y de la confianza por parte del resto de productores, las respuestas fueron codificadas y se generó una matriz binaria con el uso del software Excel Office 2016 en archivo con extensión *.CSV (delimitado por comas), para el procesamiento de la matriz y generación de mapas de redes de innovación se hizo uso del Software VISONE 2.17 (http://www.visone.info/). (Osuna-Amador, 2013 y Cabada-Tavares, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los sistemas productos agrícolas priorizados para el ejercicio 2016, resultaron ser: Higo, Mango y Chile, quedando fuera Cítricos, el cual también fue atendido en 2015. Las zonas y localidades de atención por sistema producto se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Localidades atendidas por Sistema Producto agrícola priorizado para 2016. Plan Estratégico Estatal del Componente de Extensionismo 2016 en Baja California Sur.

Sistema Producto	Distrito de Desarrollo Rural	Municipio	Localidad	Zona
1) Higo	Mulegé	Mulegé	Ejido Gustavo Díaz Ordaz	Vizcaíno
2) Mango	Los Cabos	Los Cabos	La Ribera, Santa Cruz, Las Cuevas, Santiago, Agua Caliente, San Jorge y San Dionisio.	Norte
			Las Casitas, El Ranchito, Caduaño, Miraflores y San José.	Sur
3) Chile	La Paz	La Paz	Todos Santos, El Pescadero, Melitón Albañez y Plutarco Elías Calles.	Todos Santos
			El Carrizal, El Centenario y Chametla	La Paz
			Los Planes y El Sargento.	Valle de Los Planes.

Las necesidades de capacitación técnica que se identificaron para el SP Higo, fueron en dos áreas de conocimeinto, ello en cuanto a sanidad (33%) y al manejo pre y poscosecha (67%); para el caso del SP Mango, se identificaron oportunidades en Sanidad (29%), Nutrición (14%) y en el Manejo Pre y Poscosecha (57%). Finalmente para el caso del SP Chile las necesidades se centran principalmente en cuestiones administratvias (67%) y posteriormente en el manejo pre y poscosecha (33%). Esto último tiene sentido puesto que el SP Chile es uno de los SP agrícolas que más fuerte o consolidados se encuentra a nivel estatal, hablando de manera general, y que son pocos los productores dedicados a esta actividad; en estado de marginación, siendo los procesos administrativos los que más deficiencias presentan, ello en parte por falta de bitácoras y controles de ingresos y egresos, así como otros manejos de registros productivos. En general Baja California Sur es uno de los cinco estados de la República con menor grado de pobreza. Por lo que las necesidades de capacitación resultan muy puntuales para cada Sistema Producto atendido.

Para lograr enfocar las acciones de capacitación y lograr un mayor impacto e incidencia de la adopción de tecnologías se realizó un mapeo de redes por Sistema Producto y por Zona atendida, los resultados para el Sistema Producto Higo se muestran en la figura 1, los del Sistema Producto Mango y los correspondientes al Sistema Producto Chile se pueden observar en la figura 2. Para cada zona atendida y por ende cada mapa generado, se logró identificar al menos a tres productores líderes, con la excepción del caso de chile en la zona de El Pescadero, donde solo se identificó a un productor, puesto que los demas *nodos* identificados correspondían a la respuesta de "otros", la cual no denotaba exclusivamente a referencia de un productor, pudiendo ser este por ejemplo a algún asesor o técnico.

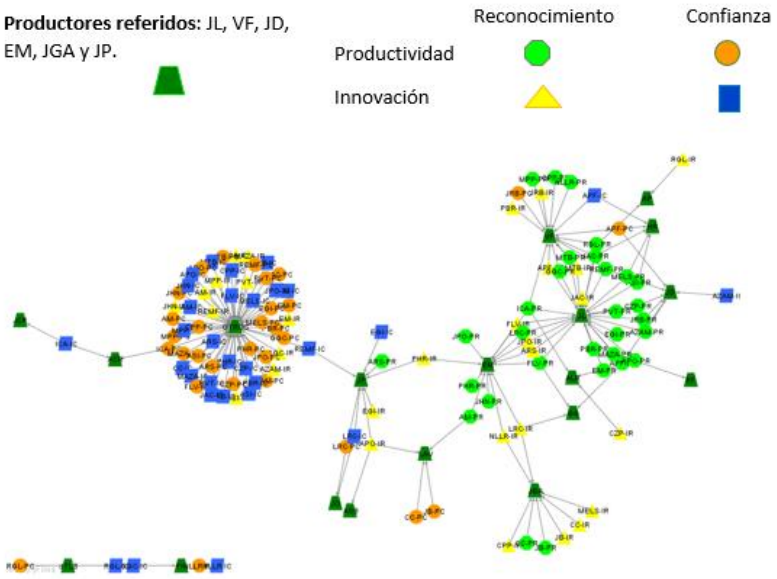


Figura 1. Mapeo de redes para la identificación de actores clave en reconocimiento y confianza en los aspectos de productividad e innovación en el Sistema Producto Higo. INIFAP 2016.

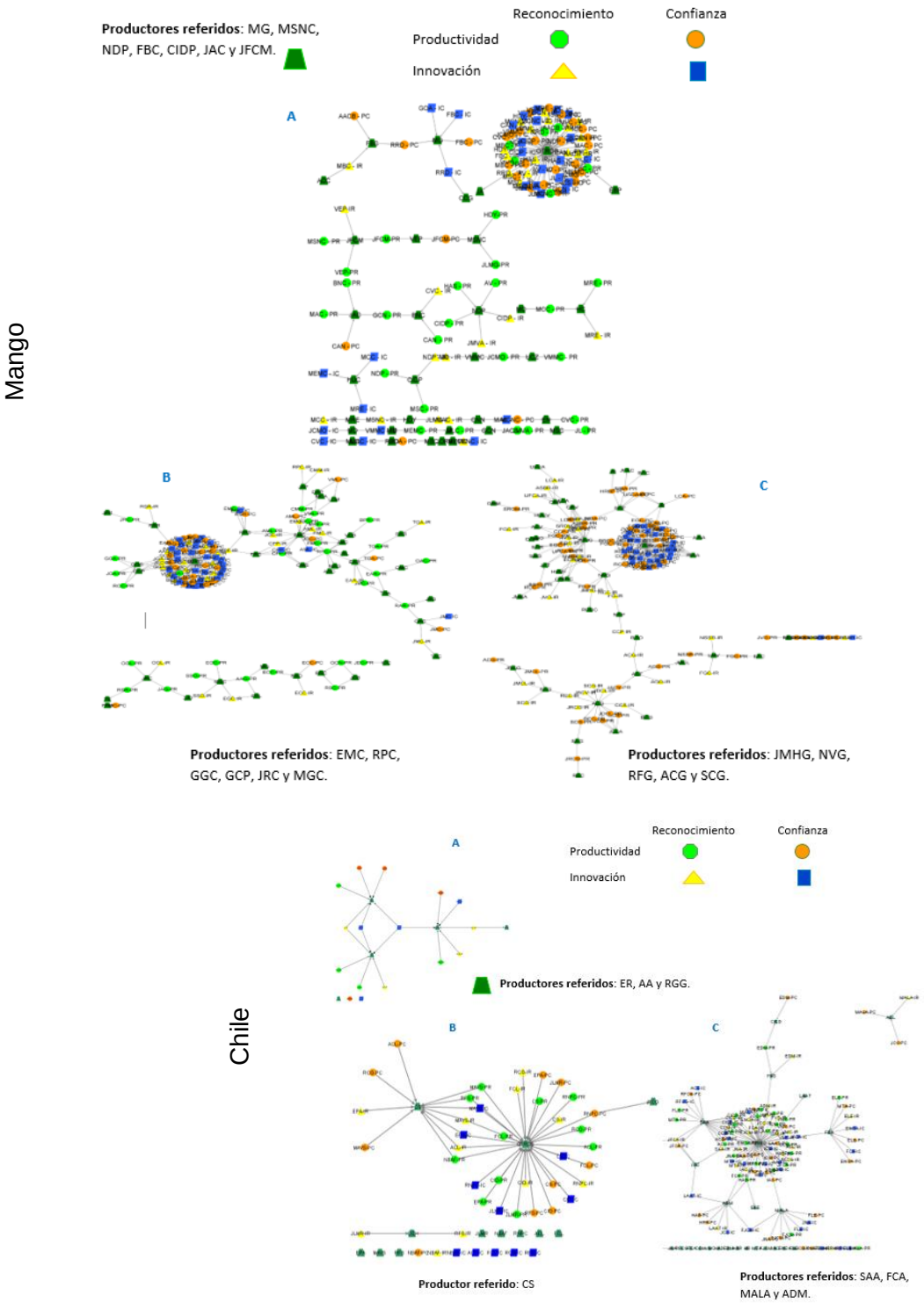


Figura 2. Mapeo de redes para la identificación de actores clave en reconocimiento y confianza en los aspectos de productividad e innovación en del Sistema Producto Mango (Superior). A) Zona atendida por el extensionista Luis Áviles, B) Zona atendida por la extensionista Laura M. Perea y C) Zona atendida por la extensionista Rosa Icela Cuevas. (Inferior) Sistema Producto Chile, A) Zona de San Juan de Los Planes, B) Zona de El Pescadero y C) Zona de Todos Santos. INIFAP 2016.

Con toda la información generada, se elaboró un calendario de capacitaciones técnicas dirigidas a los siete extensionistas agrícolas contratados para el ejercicio 2016 en B.C. S. (1 en Higo, 3 en Mango y 3 en Chile), asimismo se consideró a productores líderes. Los temas agendados e impartidos fueron temas generales como agro-clima de Baja California Sur, manejo de la nutrición y riego, uso de Software para la programación de riegos y fertilización y otros más especializados como el manejo integral del cultivo Mango, con prácticas en manejo de podas; otro más fue el manejo integral del cultivo de chile y su valor agregado, por mencionar algunos. Finalmente, la identificación de estos actores clave, sirvió de base para el seguimiento en campo de las actividades desarrolladas por los extensionistas.

CONCLUSIONES

Se logró orientar las acciones de capacitación técnica, de acuerdo a necesidades reales de cada Sistema Producto, lo cual llevará un mayor impacto de las mismas en los sistemas de producción. Con El mapeo de redes de innovación se logró identificar a actores clave con los cuales redirigir la intervención y el seguimiento en campo de las actividades de los extensionistas involucrados en 2016, para cada uno de los tres Sistemas Productos agrícolas priorizados en Baja California Sur, todo ello como parte de las actividades desarrolladas en la intervención dentro del proyecto de apoyo a pequeños productores de la SAGARPA 2016.

AGRADECIMIENTOS

A la SAGARPA, por el apoyo otorgado mediante el convenio SAGARPA-INIFAP: “Apoyo al extensionismo rural de la SAGARPA 2016”.

A los técnicos extensionistas agrícolas del componente 2016 de Baja California Sur, por el apoyo para la recabación de datos para el Mape de Redes: Yessica Ortiz, Luis Áviles, Laura Perea, Rosa Cuevas, Othoniel López, Juan Larrinaga y Rocio Villalpando.

LITERATURA CITADA

Diagnóstico del Sector Rural y Pesquero de México de 2012., FAO 2014, www.fao.org/publications. Cd. de México. 71pp

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018., 2013. GOBIERNO DE LA REPÚBLICA, 184pp.

Plan Estratégico para la Operación Anual del Componente de Extensionismo, incentivo extensionistas del Estado de Baja California Sur 2016, SAGARPA-GOBIERNO DEL ESTADO DE B.C.S.-INCA RURAL-INIFAP 2016, La Paz, B.C.S., 65pp.

Reglas de Operación 2016, Diario Oficial de la Federación 2015, Tercera Sección: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Capítulo IX, Sección II., Cd. de México.

Osuna-Amador, J., Navarro-Ainza, J., Meza-Sánchez, R. y Medina Córdova, N., 2013, Identificación, establecimiento y operación de Módulos Demostrativos Pecuarios, en el estado de Baja California Sur. UTEP-INIFAP, 36pp.

Cabada-Tavares, C.A.; Navarro-Ainza, J.A.C., Osuna-Amador, J.D., Meza-Sánchez, R., 2015, Caracterización y perspectiva de las Unidades de producción de Higo en el Ejido Gustavo Díaz Ordaz, B.C.S. 739-743. Memoria del Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas, Mexicali B.C. 2015.

Algorithmics group, 2017, Software Visone 2.17. (Disponible en: http://visone.info/index.html).

Microsoft® Excel para Mac, 2017 Microsoft, versión 15.31.

TECNOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE *Cucurbita argyrosperma* Huber EN CAMPECHE

Hilda Cecilia Kuyoc-Chan
Carolina Flota-Bañuelos[1]
Bernardino Candelaria-Martínez[2]
Jorge Cadena-Iñiguez[3]

RESUMEN

En México la agricultura sigue siendo una actividad económica practicada por el 13.21% de la población rural, principalmente por la participación de mujeres y jóvenes. El desarrollo de esta actividad depende de aspectos socioeconómicos, demográficos, culturales y políticos. Por lo tanto, es preciso identificar las interrelaciones existentes entre las combinaciones de los medios de producción como tierra, capital y fuerza de trabajo existentes en el sistema, desde una perspectiva holística e integradora.
En el estado de Campeche, México el cultivo de calabaza (*Cucurbita argyrosperma* Huber) se ha desarrollado al interior de un sistema agrícola complejo denominado milpa, constituyendo el segundo elemento de mayor importancia económica, después del maíz. El municipio de Champotón, ocupa el segundo lugar en producción debido a su relevancia, por lo que se caracterizaron los sistemas de producción en las cuatro localidades más importantes del Municipio, se aplicaron 136 encuestas con un cuestionario semiestructurado comprendido por aspectos tecnológicos y socioeconómicos. Se realizó un análisis de conglomerados y comparación de medias con tukey (P≤0.05). Se observaron tres grupos diferentes con 28,100 y 8 productores. El grupo con el mayor índice tecnológico no presentó la mayor rentabilidad. La rentabilidad estuvo determinada por la organización de productores, y la disponibilidad de tierras.

PALABRAS CLAVES

Calabaza pepitera, interacciones tecnológicas-económicas, cultivo de relevo

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Campeche. kuyoc.hilda@colpos.mx
[2]Instituto Tecnológico de Chiná.
[3]Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí.

INTRODUCCIÓN

En México la agricultura es una actividad económica de gran relevancia social, es practicada por el 13.21% de la población rural (INEGI, 2016). En esta actividad se observa una amplia participación de mujeres y jóvenes, para quienes representa una oportunidad para generar ingresos económicos (FAO, 2015); por esta razón, para su estudio y comprensión deben contemplarse aspectos socioeconómicos, demográficos, culturales y políticos. Además es preciso identificar las interrelaciones entre las diferentes combinaciones de los medios de producción del sistema como tierra, capital y fuerza de trabajo (Apollin y Eberhart, 1999) desde una perspectiva holística e integradora, en donde se priorice el interés en las relaciones y propiedades que de ellas emergen (Arnold y Osorio, 1998).

En el estado de Campeche, México el cultivo de calabaza (*Cucurbita argyrosperma* Huber) se ha

desarrollado al interior de un sistema agrícola complejo denominado milpa (Mera *et al*., 2011); dentro del cual constituye el segundo elemento de mayor importancia económica, después del maíz, para los productores de las zonas rurales de la entidad (Dorantes *et al*., 2016). Derivado de la comercialización de la semilla seca, la cual tiene alta demanda por la agroindustria para la elaboración de pastas para comidas tradicionales y botanas (Ayvar *et al*., 2007; INIFAP, 2014). En el mercado regional la semilla deshidratada de esta especie alcanza un precio de US $2.44 por kilogramo (SIAP, 2015) lo que representa una oportunidad económica para las familias campesinas (Camino y Muller, 1993). Tradicionalmente el sistema de cultivo se mantiene en condiciones de temporal en el ciclo primavera-verano (mayo-junio), con posibilidades de emplearse bajo sistemas de riego en el ciclo otoño-invierno (octubre- diciembre) (INIFAP, 2015). En estos ciclos, las tecnologías más comunes son la preparación del suelo (arado y rastra), aplicación de fertilizantes, herbicidas e insecticidas químicos (SAGARPA, 2015).

Durante el periodo (2005-2015) el rendimiento de semilla de chihua en el estado de Campeche pasó de 0.7 a 0.4 t ha^{-1}, representando una disminución del 42.8%; ante esta situación los productores han incrementado la superficie de siembra en un 82.38%, pasando de 2,412 ha a 13,696 ha en el mismo periodo (SIAP, 2016). A nivel estatal, el municipio de Champotón, ocupa el tercer lugar en superficie sembrada de calabaza chihua con 2,217 ha, el cuarto en producción con 309.30 t por ciclo agrícola; sin embargo, presenta el menor rendimiento en comparación con los otros municipios con 140 kg ha^{-1} (SIAP, 2016). A la fecha no se tiene información sobre las características socioeconómicas y tecnológicas que determinan la productividad de los sistemas de producción de calabaza chihua del municipio.

El objetivo del presente estudio fue caracterizar los sistemas de producción de chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber) en Champotón, Campeche de acuerdo a su nivel tecnológico y socioeconómico, con la finalidad de detectar oportunidades para el desarrollo de investigación e innovaciones tecnológicas que permitan mejorar la eficiencia de los sistemas de producción del municipio.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el período agosto-noviembre de 2016, en el Municipio de Champotón, Campeche. Localizado a 19° 21’ 20” LN y 90° 43’ 24” LW, a 10 msnm. Presenta una población de 90, 244 habitantes, de los cuales el 49.8% son mujeres y el 50.2% hombres (INEGI, 2015). La población económicamente activa representa el 53.6 %, de la cual el 17.9 % se dedica al sector agropecuario (INEGI, 2015). Para la selección de las localidades productoras de chihua, se consultó el padrón de productores de la dirección de atención a sectores agropecuarios y pesqueros del Municipio de Champotón y se seleccionó el 10% de las localidades, priorizando por la mayor superficie dedicada al cultivo, siendo las siguientes: Santo Domingo Kesté, Mayatecun Módulo 1, Mayatecun Módulo 2 y Felipe Carrillo Puerto, con 683, 686, 233 y 190 familias respectivamente (INEGI, 2015).

Para determinar el tamaño de la muestra, se empleó la fórmula de poblaciones finitas (Sierra, 1995): $n= Z^2\ pq\ N\ /\ NE^2 + Z^2\ pq$. Dónde n= tamaño de la muestra, Z = el nivel de confianza, p= variabilidad positiva, q= variabilidad negativa, N= tamaño de la población, E= precisión del error. Para el trabajo se empleó un enfoque mixto cuantitativo-cualitativo utilizando el método de acciones participativas donde el objeto de investigación es el productor como sujeto partícipe (Bernal, 2006). Estos enfoques permitieron definir y analizar las principales variables de estudio que caracterizan a los productores de calabaza chihua. Se aplicó una encuesta con apoyo de un cuestionario semiestructurado con preguntas abiertas y cerradas a 136 productores dueños de las unidades de producción. El cuestionario estuvo conformado de cinco apartados: a)

información general del productor, b) nivel socioeconómico, c) nivel tecnológico y d) rentabilidad. Se realizó una consulta a expertos en el cultivo de cucurbitaceas y en la caracterización de sistemas de producción agropecuarios para definir las variables de cada apartado. Como referencia del manejo tecnológico se usó el paquete tecnológico para el cultivo de chihua desarrollado por el INIFAP (2015). Para desarrollar el índice de nivel tecnológico se cuantificaron las tecnologías que realiza cada productor de un total de 49 opciones posibles. De acuerdo a la sumatoria de las tecnologías empleadas se definieron tres niveles de tecnológicos: bajo (<16), medio (16 a 30) y alto (>30).

La rentabilidad se determinó mediante el cálculo de los costos de producción (incluyendo el costo de la mano de obra familiar) y los ingresos por venta de la semilla de chihua; esta variable se calculó de acuerdo a las expresiones algebraicas basadas en la teoría económica (Krugman y Wells, 2006; Samuelson y Nordhaus, 2009):

$CT = P_xX$
Dónde: CT = Costo total, P_x = Precio del insumo o actividad X y X = Actividad o insumo. El ingreso total por hectárea se obtiene al multiplicar el rendimiento del cultivo por su precio del mercado.

La expresión algebraica es:
$IT = P_yY$
Dónde: IT = Ingreso total ($ ha^{-1}), P_y = Precio del mercado del cultivo Y ($ t^{-1}); y Y = Rendimiento del cultivo (t ha^{-1}).

La rentabilidad se calculó con la fórmula:
$R = IT - CT$
Dónde: R= Rentabilidad, IT=Ingreso total y CT=Costo total.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de componentes principales para analizar la varianza de todas las variables consideradas en el estudio, se identificaron y seleccionaron los componentes que presentaron mayor varianza para realizar el análisis de conglomerados con agrupamiento completo y distancias euclidianas para determinar los grupos diferentes de sistemas de producción (Peña, 2002). Una vez definidos los grupos, se realizó un ANOVA y comparación de medias mediante tukey (P≤0.05) usando el programa estadístico STATISTICA vs.7.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de los productores entrevistados (136), el 90.44% fueron hombres y 9.56% mujeres, por lo que el cultivo de chihua en el municipio de Champotón, Campeche está soportado por el género masculino; y la participación de la mujer es reducida (9.6%) y orientada principalmente al manejo postcosecha como la extracción y secado de la semilla, y en menor grado en las actividades culturales del cultivo y toma de decisiones. Estos datos coinciden con lo reportado por Rojas *et al.* (2012) en sistemas de producción de haba (*Vicia faba* L.) en el estado de Puebla, donde el 4% de los productores eran mujeres. Por su parte Borja *et al*. (2016) mencionan que el 2% de los productores de uva en Aguascalientes, México son mujeres. En este sentido Salazar *et al.* (2016) al evaluar los factores socioeconómicos asociados al aprovechamiento de la agrobiodiversidad de la milpa en Yucatán, mencionan que las mujeres son esenciales en la conservación de especies vegetales y en otros sistemas de producción como el de plátano en Colombia, las mujeres tienen participación en la toma de decisiones y está pasando de un papel secundario

(mano de obra) a primario (gerencia) en el sector rural (León *et al*., 2014). El 54% de los productores mencionó que la decisión y motivo para cultivar chihua es por la alta demanda de la semilla seca en el mercado regional y nacional.

Características tecnológicas de los sistemas de producción de chihua

Las tecnologías empleadas en los sistemas de producción de chihua comprendidas desde la siembra hasta el manejo postcosecha incluyen el uso de maquinaria, equipo, infraestructura, aplicación de agroquímicos y distintas técnicas empleadas para realizar cada una de las actividades. Durante la preparación del terreno, el rastreo del suelo fue la actividad más empleada por los productores, seguida del arado, surcado y análisis de nutrientes del suelo.

El 90.44% de los productores consideró que la selección de semilla es la actividad que más influye sobre el rendimiento de la cosecha en el cultivo de chihua. El 91.91% realiza esta actividad manualmente considerando los siguientes criterios: 1) tamaño de la calabaza, 2) tamaño de la semilla y 3) presencia de semillas completas. La selección de semilla es una práctica que se realiza de forma tradicional por los productores de calabaza chihua, consiste en la elección de calabazas grandes y robustas, extracción de semillas al cortar el fruto por la mitad, para posteriormente secarlas al sol sin lavar los restos de pulpa y eliminando las semillas vanas, estos datos concuerdan con lo reportado por Morales y Hernández (2014) en Tlaxcala, y por Ortiz, Sánchez y Ramos (2014) en Jesús Carranza, Veracruz. Por su parte Latournerie *et al*. (2005) reportan que el 38% de los productores de frijol y calabaza en Yaxcabá, Yucatán, seleccionan la semilla de calabaza antes de la siembra y el 62% al momento de la cosecha.

Dentro de la asociaciones de cultivos con la calabaza chihua, destaca principalmente el maíz con un 16.18% de los casos; esta actividad supone el aprovechamiento del espacio de la parcela. También se observaron cultivos en relevo, principalmente con maíz (80%) y otros como jamaica, cacahuate, frijol (11%). La incorporación de chihua en el cultivo de maíz conserva el sistema tradicional llamado milpa (Canul, Ramírez, Castillo y Chávez, 2005; Ebel, Pozas, Soria y Cruz, 2017; Lira, Eguiarte, Montes, Zizumbo, Marín y Quesada, 2016), el cual representa un policultivo practicado por los campesinos agrícolas desde la época prehispánica con la finalidad de conservar la diversificación en los sistemas (Gliessman, 1983; Kremen *et al.,* 2012; Morales y Guzmán, 2015).

En todos los sistemas evaluados se aplican agroquímicos para el control de plagas, enfermedades, malezas y fertilización. Únicamente el 9.56% de los entrevistados realiza manejo preventivo para el control de plagas y enfermedades utilizando trampas cromotrópicas. Por lo tanto, resulta ser la tecnología más empleada por los productores; generalmente sin control, prevención y equipo adecuado; mismo caso fue reportado por Schiesari, Waichman, Brock, Adams, C, y Grillitsch, B. (2013) en sistemas de producción agrícola aledaños a la selva amazónica.

El 8.82% de los productores entrevistados tuvo acceso a riego, mientras que el 91% manifestó que es una opción inaccesible por carecer de acceso a pozos y el costo elevado. Esta situación también se presenta en los sistemas agrícolas campesinos de la cuenca Río Segundo, Argentina, para quienes el riego representa una inversión costosa y un riesgo financiero que no están dispuestos a asumir (Riera y Pereira, 2013).

Conformación de grupos de los sistemas de producción

Se identificaron tres grupos de sistemas de producción de calabaza chihua: G1 concentra el

20.58% de los productores entrevistados, G2 concentra al 73.53 % de los productores, y G3 representa al 5.88% de los productores (Figura 3).

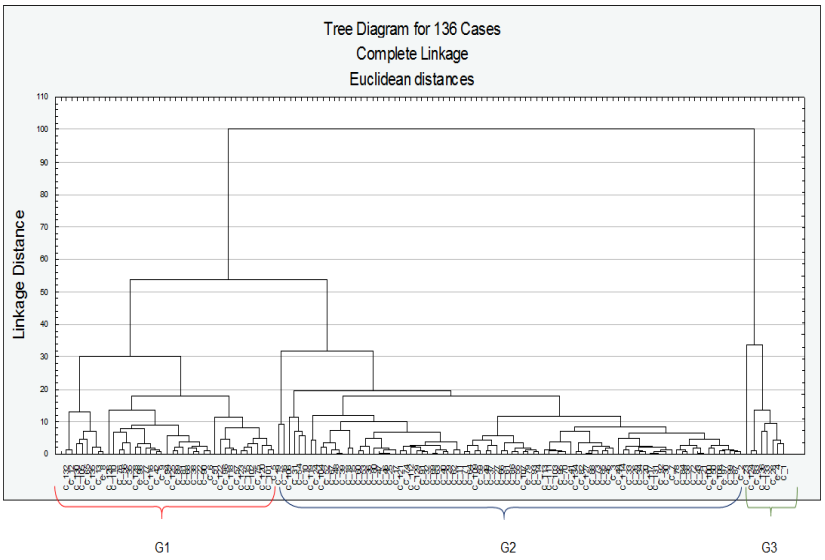


Figura 3. Tipos de sistemas de producción de calabaza chihua (*Cucurbita Argyrosperma* Huber) en Champotón, Campeche (G1= presenta valores intermedios de disponibilidad de tierras, empleo de jornales y organización de productores y obtienen los mayores ingresos por unidad de superficie; G2= presenta los valores más bajos de disponibilidad de tierras, organización de productores, empleo de jornales, ingresos por unidad de superficie y utilidad, y G3= presenta la mayor disponibilidad de tierras, organización de productores y empleo de jornales, valores medios de ingreso y utilidad.

Características socioeconómicas de los sistemas de producción de chihua

La edad promedio de los productores fue de 47 años con un rango de 19 a 89 años en los tres grupos. Estos valores fueron similares a lo reportado en sistemas de producción agrícola de Colombia, donde los responsables presentan una edad promedio de 50 años (Rocha, Mora y Romero, 2016), en este sentido la FAO (2014) menciona que la población rural está tendiendo a envejecer y la juventud se encuentra en un proceso de migración hacia el medio urbano. El nivel de escolaridad de los productores de calabaza chihua es bajo (≤ 8 años) de acuerdo a la clasificación de Camacho, Arauz, Barboza, Martínez y Arias (2015). En este sentido, Vilaboa y Díaz (2009) y León, Mejía y Montes (2015) mencionan que una baja escolaridad de los productores repercute sobre el uso eficiente de los medios y metodologías aplicadas para la transferencia de tecnología. La agricultura representó la principal actividad económica para el 89.3, 96 y 87.5% de los productores de G1, G2 y G3.

La disponibilidad total de superficie de tierras con la que cuenta el productor fue mayor ($F_{2, 133}$ = 10.235, P= 0.00007) en G3 con 46.94 ha respecto a G1 y G2 (14.50 y 8.80 ha). Permitiendo a los productores destinar mayor superficie para la siembra de chihua (r_s= 0.951876; P<0.05); sin embargo, se observa que estos productores tienen menores rendimientos (r_s= -0.879582; P<0.05), afectando negativamente los ingresos (r_s= -0.904762; P<0.05), la utilidad (r_s= -0.952381; P<0.05) y rentabilidad del cultivo (r_s= -0.785714; P<0.05). La superficie destinada para la siembra de chihua fue mayor en G3 ($F_{2, 133}$ = 55.008, p=0.00001), con un promedio de 10.31 ha contra 3.30 y 2.25 de G1 y G2.

Los mayores rendimientos de semilla se presentaron en G1 con 635.24 kg ha^{-1} ($F_{2, 129}$= 6.1548, P= 0.00280). Por lo tanto, es superior a los valores reportados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP (2016) para el Estado (517.67 vs 464.44 kg ha $^{-1)}$. Esta variable presentó una alta correlación con los ingresos (r_s= 0.948435, P< 0.05), la rentabilidad (r_s= 0.879417, P< 0.05) y utilidad económica de la producción (r_s= 0.918839, P< 0.05), y una correlación media-baja con la organización entre productores (r_s= 0.407030, P< 0.05). Así mismo presentó una correlación negativa con la disponibilidad de tierras agrícolas (r_s= -0.482371, P< 0.05) y la superficie destinada al cultivo de chihua (r_s= -0.643177, P< 0.05). En este sentido Rojas *et al*. (2012) mencionan que el rendimiento de los cultivos agrícolas es el resultado de la interacción de componentes edáficos, climatológicos y el manejo, lo que puede explicar las diferencias encontradas en los tres grupos de producción de calabaza chihua analizados.

El rango de experiencia de los productores en el manejo del cultivo de chihua es de 1 a 50 años en los tres grupos. Se observó que en los últimos cinco años el 82% de los productores recibió apoyo gubernamental para la producción agrícola, de los cuales el 59% provinieron de la SAGARPA.

El tipo tenencia en orden de importancia de las parcelas en G1 fue de propiedad privada, ejidal, prestada, rentada y combinación de ellas (64.29, 3.57, 3.57, 3.57 y 17.85%); en G2 fue propiedad privada, ejidal, rentada, prestada, comunal y combinación de ellas (41.41, 10.94, 10.94, 3.13, 0.78 y 16.40%) y en G3 fue ejidal, propiedad privada y prestada-propiedad privada (50, 37.5 y 12.5%). La posesión de la tierra proporciona la certeza a los productores para continuar la actividad agrícola, porque es un elemento básico de la estructura agraria en el que intervienen aspectos sociales, políticos y económicos para un desarrollo rural; y es considerada como una fuerza importante al que tiene derecho el campesinado para su supervivencia (FAO, 2003; Ramírez, Sigarroa y Del Valle 2014; Machado, Nicholls, Márquez y Turbay, 2015).

El 58.62% de las parcelas del G1 presenta suelo tipo kan kab o luvisol ; en el G2 los tipos de suelo predominantes fueron yax hom o vertisol y kan kab o luvisol, con 53 y 39% de los casos y en G3 los suelos predominantes fueron yax hom y kankab (Clasificación Maya) (FAO-UNESCO, 1970) (50 y 25%).

Se observó el uso de distintos dialectos endémicos del sur de México y Guatemala por parte de los productores de los tres grupos. En el G1 se registró kanjobal, maya, mam, chuj, q'eqchi, cachiquen y la combinación de acateco-kanjobal y quiché (28.57, 14.28, 10.71, 7.14, 3.57, 3.57 y 7.14%). En el G2 los principales dialectos fueron kanjobal, maya, mam, quiché, q'eqchi, chuj, combinación de akateco - kanjobal - chuj - mam - tzotzil (31, 14, 10, 6, 6, 4 y 6%), mientras que en el G3 únicamente el 12.5% habla chuj combinado con kanjobal.

El uso de créditos privados es una actividad cada vez más común por los productores de chihua que no disponen de capital suficiente para realizar la actividad, este fue usado por el 7.14, 11 y 37.5% de los productores de G1, G2 y G3. Se observó que a estos servicios acceden los productores con mayor disponibilidad de recursos y los que tienen relación comercial más estable con la agroindustria, coincidiendo con lo reportado por Hernández y Uriola (1993).

La organización entre los productores de chihua es deficiente, de los 136 productores entrevistados únicamente 15.44% mencionó pertenecer a una organización constituida legalmente; solamente el G3 presentó la mayor proporción de productores organizados quienes pudieron desarrollar contratos de compraventa. Este factor social también fue reportado por Ramírez *et al*. (2014) en la caracterización de sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, siendo que el 23.68% de 182 productores entrevistados indicaron que

pertenecen a una organización social. En este mismo contexto, Pierre y Collion (2001) y Helling, Lundy y Meijer (2007) señalan que la organización es una adhesión que permite la administración de recursos tanto naturales como financieros y una clave para el acceso a los mercados.

El origen de la mano de obra empleada en los tres grupos fue diferente, en los sistemas de producción del G1 fue familiar-contratada, familiar y contratada (78.57, 14.29 y 7.14 %); en G2 fue familiar-contratada, familiar y contratada (79, 20 y 1%) y en G3 fue familiar-contratada, familiar y contratada (75, 12.5 y 12.5%). El G3 presentó el mayor uso de mano de obra por cada hectárea cultivada con 42.63 jornales ($F_{2,133}$= 6.9494, p= 0.00135) seguido de G1 y G2 con 36.96 y 28.54 jornales. Cabe señalar que la mano de obra familiar en la producción de chihua estuvo presente principalmente en los sistemas organizados, debido a que los hijos se dedican a otras actividades como el estudio y trabajo extrafinca o ninguna actividad productiva, teniendo que hacer mayor uso de la mano de obra contratada; el cual incrementa los costos de producción y afecta la rentabilidad.

Por otra parte, la organización de los productores en el G3 (25%) y G1 (3.57%) ($F_{2, 133}$= 25.80802, P= 0.00001) permitió realizar contratos de compraventa antes de la siembra de chihua en el ciclo agrícola 2016. Estos contratos fueron realizados principalmente por los productores con menor escolaridad, observando una correlación negativa entre la escolaridad y la elaboración de contratos de compraventa (r_s= -0.765092, P<0.05). Se requiere fomentar la organización entre productores para establecer relaciones sociales y comerciales (Rodríguez y Riveros, 2016).

El costo de producción por hectárea fue similar entre grupos (G1, G2 y G3) con un valor promedio de $8,094 en el ciclo 2016, representados principalmente por pago de jornales y compra de insumos. Los mayores ingresos se observaron en G1 ($F_{2, 129}$= 6.4915, P= 0.00206) con \$18,928.38 ha^{-1} en comparación con G3 y G2 (\$15,617.19 y \$12,585.05 ha^{-1}). En ese mismo sentido se observa que la rentabilidad calculada fue diferente en los tres grupos, siendo que en el G1 fue mayor ($F_{2, 129}$= 3.12550, P= 0.04726) con \$10,146, seguido de G3 (\$7,259) y G2 (\$5,443). Este último dato coincide con lo reportado por Muñoz, Rodríguez y Criollo (2014) en sistemas de producción de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) en Colombia, quienes además mencionan que la rentabilidad está determinada por la productividad, calidad del producto y organización de la producción y de los productores, deficiencias en estas factores los vuelve vulnerables a la Intermediarios con los que no tienen la capacidad de negociar.

La transformación de la semilla para dar valor agregado es una actividad poco común, realizada por el 10.71 y 12% de los productores de G1 y G2, quienes tuestan la pepita en comal de forma artesanal para su comercialización en las principales ciudades del estado a un precio de \$70 el kilogramo. Estos valores coinciden con los reportados por Rodríguez y Riveros (2016) al analizar los esquemas de comercialización de productores agrícolas con el mercado en Costa Rica; quienes mencionan que el escaso valor agregado, la deficiente diferenciación del producto y poca diversidad en la oferta son las características y desafíos más relevantes que enfrentan los productores de pequeña y mediana escala, así como las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYME) rurales, en la fase de comercialización de sus bienes y servicios.

El índice tecnológico es la suma de las tecnologías del proceso productivo adoptadas y adaptadas a los sistemas de producción (Borja *et al*., 2016). Los aspectos que determinan el mayor empleo de tecnología son la incorporación de maquinaria, equipo y uso de agroquímicos, tendencia que coincide con lo reportado por Vilaboa y Díaz, (2009); Ayala, Schwentesius y de la O, (2013) en sistemas agropecuarios de pequeños productores. En este caso, los tres grupos presentaron un índice tecnológico medio. Sin embargo, el G3 presentó el mayor uso de las tecnologías, con 21 de las 49 posibles ($F_{2, 133}$= 3.6661, P= 0.02819) en comparación con 18.11 y 17.34 de G1 y G2.

CONCLUSIONES

En el municipio de Champotón, Campeche existen tres sistemas de producción de chihua que se diferencian claramente por el empleo de mano de obra, organización, rentabilidad e índice tecnológico. Por lo que resulta necesario emprender programas de transferencia de tecnología e impulso de la actividad de manera diferenciada para aprovechar las ventajas que ofrece cada tipo de sistema y fortalecer sus debilidades y necesidades. La organización de los productores parece estar determinando fuertemente el acceso a los canales de comercialización, en este sentido es necesario sensibilizar a los productores sobre la importancia de la organización para fomentar la implementación de cooperativas y un centro de acopio municipal que permita mejorar las condiciones de comercialización y gestión de precios. El cultivo chihua es un elemento estratégico en los sistemas agrícolas asociados y de relevo, ya que en ninguno de los casos fue un cultivo único.

CITAS

Apollin, F. y Eberhart, C. (1999). *Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural. Guía metodológica.* Quito (Ecuador): CAMAREN.

Arnold, C. M. y Osorio, F. (1998). Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. Revista Cinta de Moebi. Facultad de Ciencias Sociales, (3). Recuperado el 3 de julio de 2017, de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10100306> ISSN.

Ayala, G. A., Schwentesius, R. R., De la O, O. M., Preciado, R. P., Almaguer, V. G. y Rivas V. P. (2013). Análisis de la rentabilidad de la producción de maíz en la región de Tulancingo, Hidalgo, México. Agricultura Sociedad y Desarrollo, 10 (4), 381-395. Recuperado en 02 de junio de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722013000400001&lng=es&tlng=es.

Ayvar, S.S., Mena, B.A., Durán, R.J., Cruzaley, S.R. y Gómez, M.N. (2007). La calabaza pipiana y su manejo integrado. Iguala, Guerrero, México. Folleto técnico. Fundación Produce de Guerrero, A. C. Campo Experimental Iguala. CSAEGro. Iguala, Gro. México. Recuperado el 09 de julio de 2017 de http://www.cofupro.org.mx/cofupro/archivo/fondo_sectorial/Guerrero/5guerrero.pdf

Borja, B. M., Reyes, M. L., García, S. J. A. y Almeraya, Q. S. X. (2016). Tipología de productores de uva (Vitis vinifera L.) en Aguascalientes, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 7(2), 249-261

Camacho, M., Arauz, K., Barboza, N., Martínez, H. A. y Arias, J. (2015). Caracterización de productores de hortalizas orgánicas distribuidas en la Gran Área Metropolitana (GAM), Costa Rica. Agronomía Costarricense, 39 (2), 131-142. Recuperado el 09 de julio de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43642603010

Camino, V. R. y Müller, S. (1993). Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: Bases para establecer indicadores. Serie Documentos de programas N° 38. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA). San José (Costa Rica).

Canul, K. J., Ramírez, V. P., Castillo, G. F. y Chávez, S. J. L. (2005). Diversidad morfológica de

calabaza cultivada en el centro-oriente de Yucatán, México. Revista Fitotecnia Mexicana, 28(4), 339-349. Recuperado el 9 de julio de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61028406

Ebel, R., Pozas, C. J. G., Soria, M. F. y Cruz. G. J. (2017). Manejo orgánico de la milpa: rendimiento de maíz, frijol y calabaza en monocultivo y policultivo. Terra Latinoamericana, 35 (2) ,149-160.

Hellin, J., Lundy, M., y Meijer, M. (2007). Organización de los agricultores y acceso al mercado. LEISA Revista de Agroecología, 23(1), 9-14.

Hernández, C., y Urriola, R. (1993). Los pequeños productores agropecuarios y la apertura comercial. Bib. Orton IICA/CATIE

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información [INEGI] (2016). Panorama sociodemográfico de la Encuesta Intercensal 2015: Campeche / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, 41.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Información [INEGI] (2015). Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015: Campeche / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, 98.

Latournerie, M. L., Yupit, M. E. de la C., Tuxill, J., Mendoza, E. M., Arias, R. L. M., Castañón, N. G. y Chávez, S. J. L. (2005). Sistema tradicional de almacenamiento de semilla de frijol y calabaza en Yaxcabá, Yucatán. Revista Fitotecnia Mexicana, 28(1), 47-53.

León, A. L., Mejía, G. L. F. y Montes, R. L. M. (2014). Caracterización socioeconómica y tecnológica de la producción del plátano en él bajo occidente del departamento de caldas. Revista Luna Azul (41),184-200.

Lira, R., Eguiarte, L., Montes, S., Zizumbo, V. D., Marín P. C. G. y Quesada, M. (2016) Homo sapiens–Cucurbita interaction in Mesoamerica: Domestication, Dissemination, and Diversification. In: Lira R., Casas A., Blancas J. (eds) Ethnobotany of México. Ethnobiology. Springer, New York, NY, 389-404.

Machado, V. M. M., Nicholls, C. I., Márquez, S. M. y Turbay, S. (2015). Caracterización de nueve agroecosistemas de café de la cuenca del río Porce, Colombia, con un enfoque agroecológico. IDESIA (Chile), 33 (1), 69-83.

Morales, T. S. y Guzmán, G. E. (2015). Caracterización sociocultural de las milpas en dos ejidos del municipio de Tlaquiltenango, Morelos, México. Etnobiología, 13 (2), 94-103.

Muñoz, B. J., Rodríguez, C. L. F. y Criollo, H. (2014). Technical-economic characterization of the lulo production system (Solanum quitoense Lam.) in the department of Nariño. Agronomía Colombiana 32(2), 276-282.

Pierre, R. y Collion, M. H. (2001). Organizaciones de productores agrícolas: Su contribución al fortalecimiento de las capacidades rurales y reducción de la pobreza. Informe de un seminario realizado en la ciudad de Washington, del 28 al 30 de junio de 1999. RDV, Banco Mundial, Washington. 1-80

Ortiz, T. J., Sánchez, S. O. M. y Ramos, P. J. M. (2014). Actividades productivas y manejo de la milpa en tres comunidades campesinas del municipio de Jesús Carranza, Veracruz, México. Polibotánica, (38), 173-191. Recuperado en 05 de julio de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682014000200010&lng=es&tlng=es.

Ramírez, J. S. A., Sigarroa, R. A. K. y Del Valle, V. R. A. (2014). Characterization of Cocoa (Theobroma cacao L.) Farming Systems in the Norte de Santander Department and Assessment of Their Sustainability. Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín, 67(1), 7177-7187.

Riera, C., y Pereira, S. G. (2013). Entre el riesgo climático y las transformaciones productivas: La agricultura bajo riego como forma de adaptación en río segundo, Córdoba, Argentina. Investigaciones Geográficas, (82), 52-65.

Rocha, R. C., Mora, D. J. y Romero, V. J. C (2016). Tipología de sistemas de producción en la zona rural del municipio de Ibagué, Colombia. Agronomía. Mesoamericana. 27(2), 253-264. Recuperado el 7 de julio de 2017 de http://dx.doi.org/10.15517/am.v27i2.24360

Rojas, T. J., Díaz, R. R., Álvarez, G. F., Ocampo, M. J. y Escalante, E. A. (2012). Tecnología de producción de haba y características socioeconómicas de productores en Puebla y Tlaxcala. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 3(1), 35-49.

Schiesari, L., Waichman, A., Brock, T., Adams, C., y Grillitsch, B. (2013). Pesticide use and biodiversity conservation in the Amazonian agricultural frontier. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 368 (1619), Recuperado el 07 de julio de 2007 de http://doi.org/10.1098/rstb.2012.0378

Sierra, B.R. (1995). Técnicas de investigación social. Teoría y ejercicios, 10a Ed., Editorial. Thomson. Madrid.

Vilaboa, A. J., Díaz, R. P., Ruiz, R. O., Platas, R. D. E., González, M. S. y Juárez, L. F. (2009). Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 10 (1), 53-62.

SUSTANCIAS VEGETALES Y MINERALES EN EL COMBATE DE PLAGAS

Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A.C.

PROTECTION OF FRUITS OF *Capsicum annuum* L. WITH HOMEOPATHIC DILUTIONS OF *Anthonomus eugenii* CANO

Sabino Honorio Martínez Tomás[174,175],
Cesáreo Rodríguez-Hernández[2],
Gustavo Ramírez-Valverde[2],
Jesús Romero-Nápoles[2],
Felipe de Jesús Ruiz-Espinoza[176],
Rafael Perez-Pacheco[1],
Felipe Florean Méndez[177].

RESUMEN

Como alternativa al uso excesivo de insecticidas organosintéticos y para proteger frutos de *Capsicum annuum* al ataque de *Anthonomus eugenii* en plantas de chile de agua, se realizó esta investigación, para evaluar 5 diluciones homeopáticas (6, 10, 50, 100 y 200CH) del picudo de chile con dos métodos de preparación; Tintura madre (Ø) y Trituración (T), y 3 testigos (agua, agua sucusionada e insecticida Actara) en plantas podadas de chile de agua. Los tratamientos se aplicaron cada ocho días, con aspersores manuales de 4 L durante el ciclo del cultivo. Se utilizó un diseño en bloques al azar, considerando 4 hileras de plantas como bloques y en cada hilera se distribuyeron los 13 tratamientos al azar. Los tratamientos con Insecticida, Picudo T 200CH, Picudo T 10CH y Agua, mostraron los mayores promedios significativos del porcentaje del peso y del número de frutos sin insectos (94.44, 64.89, 58.25 y 57.62; 93.07, 61.29, 55.89 y 56.66) por planta, en comparación a 31.34 y 27.24 del testigo agua sucusionada. En el número de picudos de frutos por planta, los mismos cuatro tratamientos disminuyeron significativamente las poblaciones de *A. eugenii* al obtener promedios de 0.07, 0.48, 0.67 y 0.50, respectivamente, en comparación a 0.87 del testigo agua sucusionada.

Palabras clave: Homeopatía, picudo de chile, Nosode.

ABSTRACT

As an alternative to the excessive use of organosynthetic insecticides and to protect fruits of *Capsicum annuum* to the attack of *Anthonomus eugenii* in water chile plants, this research was carried out to evaluate 5 homeopathic dilutions (6, 10, 50, 100 and 200CH) of pepper weevil with two methods of preparation; Tincture (Ø) and Crushing (T), and 3 controls (water, suctioned water and insecticide Actara) in pruned plants of *C. annuum*. The treatments were applied every eight days, with manual sprinklers of 4 L during the crop cycle. A randomized block design was used, considering 4 rows of plants as blocks and in each row the 13 treatments were distributed at random. Treatments with Insecticide, Pepper weevil T 200CH, Pepper weevil T 10CH and water, showed the highest significant averages of percentage of weight and number of fruits without insects (94.44, 64.89, 58.25 and 57.62, 93.07, 61.29, 55.89 and 56.66) per plant compared to

[174] Profesor Investigador. CIIDIR Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, 71230, Oaxaca, México. Fax:(951)5170400. smartinezt@ipn.mx.

[175] Profesor Investigador Titular. Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco, Km. 36.5, 56230. Montecillo, Estado de México, México. crhernan@colpos.mx, gramirez@colpos.mx

[176] Profesor. CRUAN Centro Regional Universitario del Anáhuac. Programa de Agricultura Orgánica. Universidad Autónoma Chapingo. agrohomeopatía@hotmail.com

[177] Profesor. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Nazareno, Santa Cruz, Xoxocotlán. f_florean@yahoo.com.mx

31.34 and 27.24 of the control water. In the number of fruit weights per plant, the same four treatments significantly decreased the populations of *A. eugenii* by obtaining averages of 0.07, 0.48, 0.67 and 0.50, respectively, compared to 0.87 of the water-borne control.

Keywords: Homeopathy, pepper weevil, Nosode.

INTRODUCCIÓN

El adulto de *Anthonomus eugenii* causa daño a los frutos de chile *Capsicum annuum*, por lo que es importante la implementación de alternativas biorracionales para combatir este insecto, entre de ellas se encuentra la homeopatía. La aplicación de diluciones de plagas infiere en los mecanismos de resistencia inherentes de la planta, haciendo posible que está active los mecanismos que le confieren mayor resistencia al ataque de las mismas (Narváez-Martinez *et al*., 2014). Por lo que en la presente investigación se evaluó el efecto de 5 diluciones homeopáticas (6, 10, 50, 100 y 200CH) elaboradas a partir de *A. eugenii*, con dos métodos de preparación de homeopáticos; Tintura madre (Ø) y Trituración (T), y tres testigos (agua, agua sucusionada e insecticida Actara), para determinar el efecto en la protección de frutos de chile de agua ante esta plaga en condiciones de invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó de febrero a junio 2014 en un invernadero tipo microtúnel en el municipio de Zimatlán de Álvarez, Oaxaca de Juárez, México.

Elaboración de productos homeopáticos.

Las 10 diluciones las elaboró el Dr. Felipe de Jesús Ruiz Espinoza de la UACH, utilizando cinco (6, 10, 50, 100 y 200CH) con él método de Tintura madre (Comunicación personal) y cinco (6, 10, 50, 100 y 200CH) con el método de Trituración (Martínez *et al*., 2014).

Experimento

El experimento se realizó en microtúnel, para evaluar los dos métodos de elaboración de las diluciones homeopáticas (Tintura y Trituración); se sembraron plantas de chile de agua en dos camas de 0.80 m de largo por 40 m de largo dentro del túnel, dejando un pasillo de 0.50 m de ancho, sembrando en cada cama 2 hileras de plantas de chile. Se sembraron 111 plantas por hilera, de ellas 3 plantas como efecto de orilla entre los tratamientos. Cada hilera se consideró como un bloque, donde se aplicaron 13 tratamientos; 10 diluciones de picudo; cinco (6, 10, 50, 100 y 200CH) con él método de Tintura y cinco (6, 10, 50, 100 y 200CH) con el método de Trituración y tres testigos (agua, agua sucusionada e insecticida Actara 25WG (Thiametoxan). La unidad experimental fue una planta de chile y se utilizaron cinco plantas (repeticiones) por tratamiento. Se adicionaron 0.03 mL del preparado homeopático en 1 L^{-1} de agua de pozo, en un envase plástico de 1.5 L^{-1}, se sucusionó[§] por 2 min y el líquido se asperjó a las plantas con un aspersor manual de 1 L, hasta que el líquido escurriera en las hojas, repitiendo cada 8 d desde el trasplante hasta la cosecha. Dentro del microtúnel, cuando las plantas de chile presentaron flores y botones, se realizaron dos liberaciones de picudos adultos (50 y 80) a lo largo del túnel durante el ciclo del cultivo. Cuando los frutos de chile llegaron a la madurez comercial, se cosecharon y con una balanza se pesaron, luego a ellos se les realizó un corte circular en la parte basal con un cúter y con el auxilio de pinzas entomológicas se cuantificaron larvas, pupas y adultos de *A. eugenii* por fruto y considerando el número de frutos por planta, se registró el porcentaje de frutos sin picudo, el porcentaje en peso (g) de frutos sin insectos y el número de insectos totales.

[§] Sucusión: Agitación de la dinamización homeopática diluida en alcohol o agua contenida en frascos de vidrio ambar (20 mL) o botellas de polietileno (1.5 L^{-1}) con golpes firmes verticales contra la rodilla.

Se realizó una clasificación de calidad de frutos cortados de chile de agua: los chiles de primera son frutos de más de 12 cm de longitud y 4.5 cm o más de diámetro en su base, sin deformaciones ni daños causados por insectos, patógenos o alteraciones fisiológicas, tienen coloración uniforme, son lisos y brillantes. Los frutos clasificados como de segunda presentan una longitud de 8 a 12 cm, con un diámetro basal de 3 a 4.5 cm, sin deformaciones, ni daños causados por insectos, patógenos o alteraciones fisiológicas, tienen coloración uniforme, son lisos y brillantes. En esta categoría también se incluyen chiles con una longitud mayor a 8.0 cm de largo y de diámetro basal variable, pero con pequeñas decoloraciones o daños que no excedan el 5% de la superficie del fruto. Los de tercera son frutos pequeños, lisos y brillantes, y se incluyen tamaños variables en longitud y diámetro basal, pero con daños físicos o mecánicos, fácilmente visibles (López y Rodríguez, 2016), se consideró de tercera calidad frutos con longitud de 6 a 8 cm, de cuarta de 5 a 6 cm y quinta menos de 5 cm, con daños.

Se realizó el corte de frutos de *C. annuum* con madurez comercial en la planta, se midió el largo y diámetro basal del fruto y se clasificaron por calidad (1ª., 2ª., 3ª., 4ª. y 5ª. calidad) luego individualmente se colocaron sobre la balanza para registrar su peso en gramos, a cada fruto se les realizó un corte circular en la parte basal con un cúter y con el auxilio de pinzas entomológicas se cuantificaron larvas, pupas y adultos de *A. eugenii*. Se registró el porcentaje en peso (g) por fruto sin A. eugenii, el porcentaje de frutos por planta sin *A. eugeni*, y el número de *A. eugenii* por fruto.

Según Narváez-Martinez et al. (2014), calcularon en porcentaje el peso en gramos de frutos sin *A. eugenii*.

$$\text{Gramos de frutos sin } A.eugenii\ (\%) = \frac{\text{Cantidad de frutos sin } A.eugenii\ \ (\text{g}) * 100}{\text{Cantidad de frutos totales (g).}}$$

Donde:

Gramos de frutos sin A.eugenii (%)=(Cantidad de frutos sin *A. eugenii* (g)*100)/(Cantidad de frutos totales (g).)

Análisis estadístico

El experimento se estableció bajo un diseño experimental de bloques al azar, a los datos del peso por fruto sin infestación de *A. eugenii*, porcentaje en peso sin *A. eugenii* y porcentaje del número de frutos sin *A. eugenii* y el número de individuos de *A. eugenii* por fruto, se les realizaron las dos pruebas de los supuestos (Shapiro-Wilks para el supuesto de normalidad de los errores y la prueba Levene para el supuesto homogeneidad de varianzas), cuando el valor de p fue ≥ a 0.05 en las dos pruebas, entonces se cumplieron los dos supuestos y se procedió a realizar el análisis de varianza y la comparación de medias de Tukey o Fisher; y cuando el valor de p fue < a 0.05 en alguna de las dos pruebas de los supuestos entonces no se cumplieron los supuestos y se realizó el análisis no paramétrico con la prueba de Friedman y las comparaciones múltiples de rangos para esta misma prueba. Los análisis realizados se hicieron con el programa InfoStat versión 2014, (Balzarini et al., 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el porcentaje en peso (g) de frutos sin picudo por planta, al finalizar el ciclo del cultivo de chile, los tratamientos Picudo T 200CH, Picudo T 10CH y Agua, mostraron los mayores promedios del porcentaje de frutos sin insectos (94.44, 64.89, 58.25 y 57.62) por planta, en comparación a 31.34 de agua sucusionada (Cuadro 1). El método de trituración es mejor que el de tintura, pues los preparados homeopáticos elaborados mediante trituración del picudo a la 200CH y T 10CH protegieron significativamente a frutos a la infestación del picudo de chile.

Los tratamientos con Insecticida, Picudo T 200CH, Picudo T 10CH y Agua, mostraron los mayores promedios del porcentaje de frutos sin insectos (93.07, 61.29, 55.89 y 56.66) por planta, en comparación a 27.24 de agua sucusionada, lo cual denota mayor efecto del insecticida y que el efecto del agua de pozo utilizada en los tratamientos, por muestreos realizados en pozos cercanos al río Atoyac, indican que las aguas subterráneas que se extraen en las proximidades del mismo, presentaron fracciones contaminantes arriba de los límites permisibles, en aguas para consumo humano (Navarro *et al*., 2002) y por insecticidas químicos aplicados en ese terreno en los últimos 30 años, y que tiene efecto en la población del picudo (Cuadro 1).

En el número de picudos de frutos por planta, los mismos primeros cuatro tratamientos disminuyeron las poblaciones de *A. eugenii* al obtener promedios de 0.07, 0.48, 0.67 y 0.50, respectivamente, en comparación a 0.87 de agua sucusionada (Cuadro 1).

Las diluciones homeopáticas elaboradas con el picudo del chile, protegen de manera significativa los frutos de chile y por consiguiente mayor peso de estos sin daño del insecto, cuando se elaboran con el método de trituración, a diferencia del método de dilución o tintura y aunque no es el objetivo de eliminar la población de esta plaga, se observa una disminución de la misma. Todavía no se ha demostrado que la dilución picudo T 200CH presenta nanopartículas del material original, pero Chikramane, *et al*., 2010, las encontraron en diluciones 30C y 200C de medicamentos.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, al Instituto Politécnico Nacional y al Colegio de Postgraduados Campus Montecillo por el apoyo brindado para esta investigación. Al señor Jaime Román Ramírez Caballero por su apoyo en actividades del presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A. y Robledo C.W. 2008. Infostat Manual del Usuario, Versión 2008. edn, Brujas, Córdoba, Argentina.

Chikramane, P.S., Suresh, A.K., Bellare, J.R. and Kane, S.G. 2010.Extreme homeopathic dilutions retain starting materials: A nanoparticulate perspective. Homeopathy. 99: 231-242.

Martínez T., S. H., C. Rodríguez H., G. Ramírez V., J. Romero N., F. de J. Ruiz E. y R. Pérez P. 2015. Aplicación de dinamizados homeopáticos de *Anthonomus eugenii* en plantas de *Capsicum anuum* en un invernadero tipo túnel. Entomol Mex. 1: 365-370.

Narváez-Martinez, E.C., Toro P., H.A., León-Guevara, J.A. and Bacca, T. 2014.Evaluation of homeopathic *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Crambidae) growing lulo. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial.12: 115-123.

Navarro, M., S., A. Bautista B., y S.I. Belmonte J. 2002. Río Atoyac y su relación con el acuífero alimentador de fuentes de agua "potable" en la ciudad de Oaxaca. *In*: Memoria Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. Guanajuato, Gto., México. 17-pp: 9.

Wyss, E., Tamm, L., Siebenwirth, J., and Baumgartner, S. 2010. Homeopathic preparations to control the rosy apple aphid (*Dysaphis plantaginea* Pass.). ScientificWorldJournal.10: 38-48.

Cuadro 1. Porcentajes del peso y del número de frutos sin *A. eugenii*, número de barrenillos por fruto y rendimiento por planta, después de la aplicación de diluciones homeopáticas a plantas de chile de agua podadas en microtúnel.

Tratamiento	% Peso por fruto (g) sin *A. eugenii*	Rangos		% de frutos sin *A. eugenii*	Rangos		No. de *A. eugenii* por fruto	Rangos		Rendimiento (g)	Rangos	
Insecticida	94.44	12.59*	m	93.07	11.47*	k	0.07	2.31*	a	214.95	11.00*	l
Picudo T 200CH	64.89	9.31	jkl	61.29	9.13	ij	0.48	5.13	bcd	123.29	9.78	kl
Picudo T 10CH	58.25	8.81	hij	55.89	9.28	ijk	0.67	4.69	bc	104.98	6.84	bcdefghi
Agua	57.62	9.19	ijk	56.66	9.28	ijk	0.50	4.53	ab	75.17	6.06	abc
Picudo Ø 10CH	52.30	5.47	abcde	50.47	5.63	abcde	0.68	9.03	e	58.55	4.19	a
Picudo Ø 100CH	51.69	7.22	cdefghi	48.53	6.72	bcdefgh	0.63	7.63	e	90.00	6.59	abcdefg
Picudo T 100CH	49.10	6.81	bcdefgh	48.51	6.25	abcdef	0.77	7.81	e	79.83	7.34	bcdefghijk
Picudo Ø 200CH	48.01	5.59	abcdef	48.02	7.31	defghi	0.77	7.78	e	90.56	6.69	abcdefgh
Picudo Ø 6CH	42.23	5.22	abc	42.90	6.53	abcdefg	0.76	7.19	de	82.37	6.53	abcdef
Picudo Ø 50CH	41.80	6.56	bcdefg	39.57	5.28	abcd	0.82	8.28	e	77.73	6.41	abcd
Picudo T 50CH	37.28	5.44	abcd	36.64	4.88	ab	0.85	8.78	e	94.15	6.50	abcde
Picudo T 6CH	31.82	5.03	ab	32.34	5.00	abc	1.02	9.06	e	92.60	7.09	bcdefghij
Agua sucusionada	31.34	3.75	a	27.24	4.25	a	0.87	8.78	e	70.94	5.97	ab

*Promedios obtenidos por prueba de análisis no paramétrico (Friedman, $p > 0.05$), valores con letras distintas son significativamente diferentes.

FORMULACION DE UN BIONSECTICIDA A BASE DE NEEM Y MANZANILLA APLICADO PARA EL CONTROL DE MOSQUITA BLANCA *(Bemisia tabaci Geen.*) EN INVERNADERO

Jesús García-Pereyra[1178]
Gabriel N. Aviña-Martínez[1179]
Rosa Bertha Rubio-Graciano[1]
Ana María García Montelongo[1]
Jesús García Montelongo[1]

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos en invernadero, de un formulado elaborado a base de aceite de neem (*Azadirachta indica*), extractos de manzanilla (*Matricaria chamonilla L*.) extractos de lechuguilla (*Agave lecheguilla Torrey*) este adicionado como surfactante y pectina de nopal para el control de mosquita blanca (*Bemisia tabaci Geen*) bajo condiciones de invernadero. Para tal efecto se diseñaron trampas ecológicas a las cuales se les añadió un componente de feromonas propias para dípteros Noctovi®, un componente alimenticio a base de 50 % de azúcar y 20 % de levadura en polvo. Los trabajos se desarrollaron en el laboratorio de Biología Agrícola en el Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana en Durango y probados en seis invernaderos de producción de tomate y fresa ubicados en el municipio de Durango, México, trabajos realizados en los meses de agosto a noviembre de 2014. Adicionalmente se usaron extractos de plantas formulados con tensoactivo (Lauril sulfato de sodio) a base de chicalote, epazote de zorrillo e higuerilla, asperjados en una concentración del 50 % como testigos para el control de la mosquita blanca en los mismos invernaderos siendo aplicados en intervalos de 15 días cada uno. Los resultados indican que para el control de mosquita blanca en cultivos de chile y tomate el formulado a base de neem presento una mortandad del 71.3%, seguido del formulado de epazote de zorrillo con un 65 % y de extracto de chicalote con un 62.3 %. El extracto a base de higuerilla no demostró una buena mortandad para los mismos cultivos bajo condiciones de invernadero.

PALABRAS CLAVE

Bioinsecticida, aceite de neem, mosquita blanca, invernaderos

INTRODUCCIÓN

En el estado de Durango hay una superficie aproximada de 140 hectáreas de cultivos protegidos distribuidos en invernaderos, acolchados plásticos y micro túneles; en ellos se cultivan principalmente productos hortícolas como: tomate, pimiento, calabaza, cebolla y verduras de hoja ancha, fresa, entre otras hortalizas. Estos cultivos pueden ser atacados por insectos como la mosquita blanca, pulgones, trips y paratrioza, los cuales son vectores de enfermedades de virus, bacterias y hongos que causan entre otras, pudrición del tallo, raíz y fruto, mermando la calidad y cantidad de la producción hasta en un 60 % (González y García, 2006). Un método de control empleado por los productores para las plagas, es emplear insecticidas inorgánicos de acción sistémica, con base en compuestos organoclorados, organofosforados y piretroides; en promedio aplican dos litros de producto por hectárea, situación que está causando un deterioro ambiental y de salud a los consumidores finales por la residualidad que tiene el producto en el tejido vegetal. Alternativas de bioinsecticida y repelentes se están usando por los productores de hortalizas en ambientes protegidos para el control de plagas formulados a base de hongos entomopatogenos principalmente del género; *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces fumosoroseus* y extractos de neem, chicalote, tabaco y cebolla, en el caso del uso de bionsecticidas se ha demostrado que tienen efectividad en el control de gusano cogollero en maíz (*Spodoptera frugiperda*), *García et al., 2014.,* y el uso de extractos vegetales en el control de

[178] *Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana de Durango.* jpereyra5@hotmail.com
[179] Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana de Durango. avinagabriel@hotmail.com

mosquita blanca en cultivos de tomate, chile y cebolla. Una alternativa para minimizar estos problemas ambientales y de salud humana, lo representa el uso de compuestos orgánicos naturales como el producto formulado con registro de marca ante el IMPI (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial) Aleyroneem® formulado con aceite de neem (contiene como ingrediente activo Azaraditina) extracto de manzanilla (*Matricaria chamonilla L*.) que tiene como ingredientes activos piretrinas, camazuleno y bisabobol que de manera natural atacan la quitina del insecto y merman su estado reproductivo y de asimilación de nutrientes. Para lograr la emulsificación y mejor disolución de los componentes se emplea pectina de nopal de alto metoxilo (Extraída con acido clorhídrico al 2% y disecada de manera natural, así como de extractos de *Agave lechuguilla torrey* usando los desperdicios del tallado denominado como guishe, que no tiene un uso industrial actual, su adición permite que el aceite de neem y la manzanilla penetren con mayor facilidad en las hojas de las especies vegetales ya que su función es disminuir la tensión superficial del agua. Como medida preventiva para que el productor tome la determinación de la aplicación de este bioinsecticida, el formulado contiene trampas ecológicas con papel de contacto de 15 x 20 cm y un componente (recipiente) con feromonas específicas como atrayentes sexuales para dípteros y lepidópteros, un foco con energía solar que trabaja durante la noche (8 horas continuas) así como dos sobres de alimento a base de azúcar y levadura. En base a la cantidad y tipo de insectos muestreados el productor toma la determinación de aplicar ó no el Aleyroneem® cuando la plaga vector esté presente en cantidad que pueda poner en peligro su producción. En base a lo anterior el objetivo del estudio consiste en formulación y producción de un bioinsecticida para eliminar de manera natural plagas específicamente de mosquita blanca *(Bemisia tabaci Geen.)* en invernaderos a base de aceite de neem, extractos de manzanilla, pectina de nopal y guishe de lechuguilla.

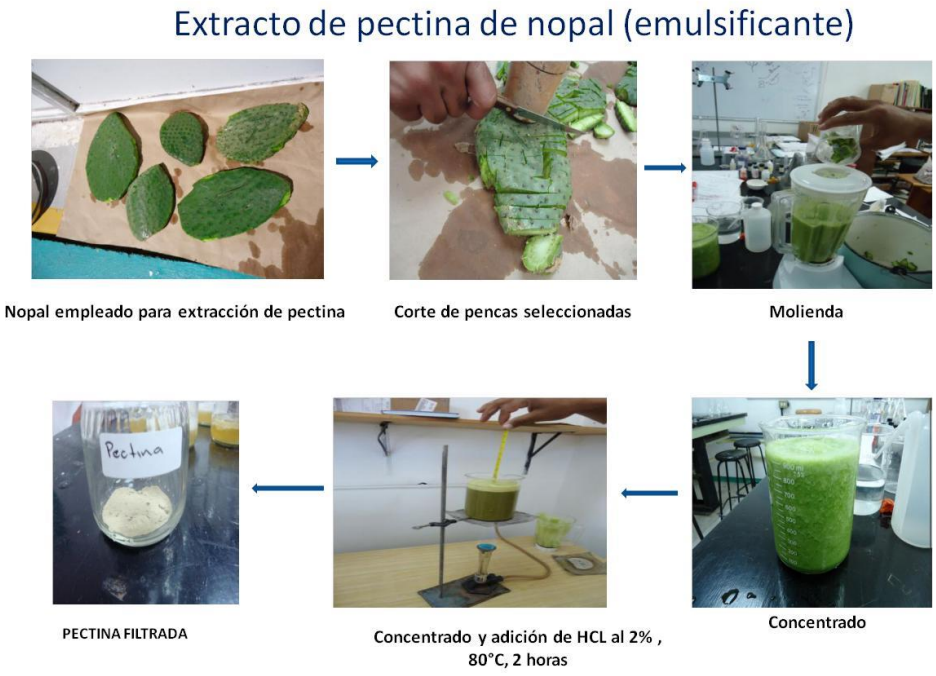
MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos se desarrollaron en el laboratorio de Biología Agrícola en el Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana en Durango y probados en seis invernaderos de producción de tomate y chile ubicados en el municipio de Durango, México (Cuadro 1), trabajos realizados en los meses de agosto a noviembre de 2014. Adicionalmente se empleo una cámara bioclimática CR® bajo ambiente controlado empleando en un contenedor 20 especímenes de mosquita blanca (etapa adulta), adicionándoles asperjado, extractos de chicalote, epazote de zorrillo, higuerilla y formulado de neem. Se empleo un diseño completamente al azar con tres repeticiones para un total de 12 experimentos, se efectuó la comparación de medias por DMS a una $p \leq 0.05$, para tal efecto se utilizó el software estadístico de Olivares, 1994. Para el formulado se desarrollo en cinco etapas: primero extracción de pectina de nopal, la cual tiene como objeto la de obtener un emulsificante orgánico para el aceite de neem la técnica consiste en: emplear nopal fresco de cualquier variedad, despencado y sin espinas, de preferencia cortado el mismo día ó bien refrigerado para evitar su desecación y la pérdida de componentes volátiles (La pectina de nopal tiene mayor poder emulsificante que la de cítricos dado a que esta es de alto metoxilo), por cada kilo de nopal fresco se obtienen aproximadamente 20 gramos de pectina de nopal ya filtrada y purificada, el objetivo de emplear esta pectina es para emulsificar el aceite de neem y hacerlo soluble en agua, Figura 1. Para la formulación de los extractos de chicalote, epazote de zorrillo, higuerilla, se colocaron 100 gramos de cada planta por separado en dos litros de agua, se adicionó un tensoactivo comercial a base de lauril sulfato de sodio, un adherente a base de Texapon® en una mezcla de 30 % de cada uno en forma líquida, se colocaron en recipientes contenedores de 5 litros y se almaceno para su uso en refrigeración.

Cuadro 1. Invernaderos cooperantes

Invernadero	Ubicación	Propietario
Santa Rosa	Km 22 Carretera México	Señor Campusano
Santa Cruz	Km 52 Carretera Nombre de Dios - Poanas	Alejandrino Bailón
Municipales	Planta de tratamientos de aguas residuales	Municipio de Durango
Cardoza	Entronque poblado 5 de Mayo	Antonio Cardoza
Gabino Santillán	Poblado Gabino Santillán	Othón Córdoba
Berlanga	Poblado Gabino Santillán	Señor Berlanga
Izcalbalzeta	Carretera a Parral km 2.5	Izcalbalzeta

Figura 1. Proceso de extracción de pectina de nopal



Segundo: En Durango existen 5 millones de hectáreas de semidesierto en el cual crece una planta rica en tensoactivo naturales, la planta no tiene un uso industrial comercial solo artesanal. El proceso consiste en emplear pencas de la planta Agave lecheguilla Torrey, la cual es desfibrada y empleando el residuo del tallado llamado guishe el cual contiene tensoactivo en una cantidad del 50 %, el proceso de extracción se aprecia en la Figura 2.

Figura 2. Proceso de extracción de tensoactivo de Agave lecheguilla Torrey



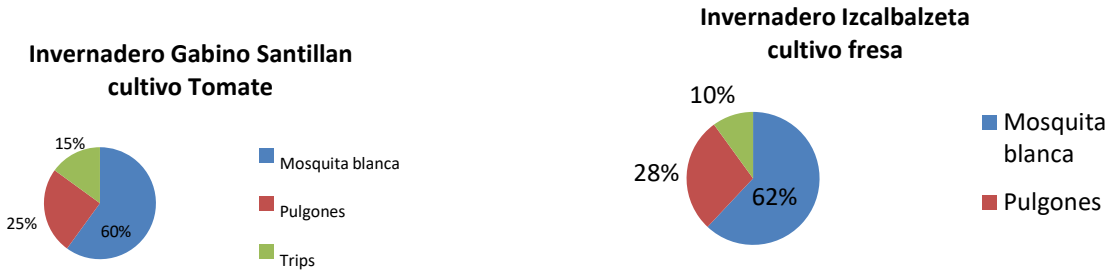
Tercero: En el caso de la manzanilla que se emplea como agente bioinsecticida debido a la presencia de piretrinas naturales se usa como viene en sobres de 15 gramos. También se puede emplear ya seca o fresca lo cual permite abaratar los costos de producción, el proceso consiste en hervir la manzanilla con seis sobres por cada litro de agua por 10 minutos, colar y dejar enfriar. Cuarto: el aceite de neem orgánico en presentación de un litro. Quinta: Elaboración de la trampa consiste de una laminilla de 15 x 20 cm de color azul para dípteros y de color amarillo para lepidópteros con las características siguientes: adecuada con un foco tipo let solar que funciona por 8 horas por la noche y se carga con la luz durante el día. Un recipiente abierto conteniendo una mezcla de feromonas y un alimento a base de 50 % de azúcar y 20 % de levadura y agua.

RESULTADOS Y DISCUSION

Después de diferentes pruebas de laboratorio para lograr una emulsificación efectiva y probada por su eficiencia en cuanto a mortandad en invernadero y en cámara bioclimática fue la siguiente:

40 % de extractos de *Agave lechuguilla torrey*
10 % de aceite de neem
10 % de estabilizante y emulsificante (pectina de nopal)
10 % de feromonas para dípteros
Con esta fórmula los resultados obtenidos para el control de mosquita blanca, pulgones y trips en dos invernaderos se aprecian en la figura 3.

Figura 3. Resultados obtenidos en control de plagas empleando bioinsecticida a base de aceite de neem.



Como se aprecia en la Figura 3, el porcentaje de mortandad de mosquita blanca fue de un 60 a 62 % en invernadero de Gabino Santillán y de Izcalbalzeta en dos diferentes cultivos, fresa y tomate. En cuanto a trips en el cultivo de tomate el formulado redujo en un 25 % la presencia de esta plaga y de un 10 % en el cultivo de fresa.

El ANVA para los experimentos se aprecia en el Cuadro 2.

Cuadro 2. ANVA del experimento en cámara bioclimática

Análisis de varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	189.582031	63.194012	11.1512	0.004
Error	8	45.335938	5.666992		
Total	11	234.917969			

Se aprecia que existe significancia estadística entre los tratamientos, la comparación de medias se aprecia en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Mortandad de mosquita blanca (*Bemisia tabaci Geen.*) en ambiente controlado empleando extractos de epazote de zorrillo, chicalote, higuerilla y formulado de aceite de neem.

Formulado	(%) de mortandad
Aceite de Neem	71.33a
Epazote de Zorrillo	65.0b
Chicalote	62.3b
Higuerilla	61.0b

Aldás, 2014 menciona que aplicando 4.5 ml de aceite de neem por litro de agua cada 14 días, se presentaron mortandades en mosquita blanca de un 57.5 % en cultivos de acelga a campo abierto.

Santiago et al., 2013. Utilizaron extractos etanolicos de aceite de neem, chicalote, higuerilla y epazote de zorrillo para eliminar mosquita blanca, trabajos desarrollados en hojas de tomate y encontraron que cualquiera de los extractos empleados presentó una mortandad del 76 %.

López y Estrada, 2005. Utilizaron un concentrado a base de aceite de neem para el control de mosquita blanca en cultivos de pepino bajo condiciones de invernadero y encontraron mortandades superiores al 75 % cuando la concentración fue del 20 % en una mezcla con agua.

CONCLUSIONES

Cualquier forma de extracto preparado a base de aceite de neem, chicalote, epazote de zorrillo, presenta buenos resultados para el control de mosquita blanca en invernadero para cultivos de tomate, fresa y chile, la preparación debe de ser como se formula el componente de los extractos descrito en este artículo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo agradecen al Tecnológico Nacional de México, por la beca de estímulos al desempeño docente otorgada y las facilidades prestadas por la dirección de estudios de posgrado para la realización de este trabajo

LITERATURA CITADA

Aldás-Izurieta F. (2014). Efecto del aceite de neem en el control de mosca blanca y minador de las hojas en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris l*).Tesis profesional. Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias.

García-Pereyra J, Aviña-Martínez G N, Rubio-Graciano R B. (2014). Control de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en maíz con entomopatogenos. III Simposio nacional de Herramientas de Biotecnología para una Agricultura Sostenible. Universidad Autónoma de Zacatecas

González-Maldonado, & García-Gutiérrez. (2006). Control Biológico De Plaga de Chapulín(Orthoptera:Acrididae) En Durango, México. *VEDALIA 13 (2)* , 79-83.

López Díaz M T y Estrada Ortiz J. (2005). Los bionsecticidas de neem en el control de plagas de insectos en cultivos económicos. La Habana (Cuba). Rev. FCA UNCuyo. Tomo XXXVII. N° 2. 41-49.

Olivares-Sáenz E. (1994). Software de diseños experimentales versión 2.1. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Santiago-Hernández N, Carrillo-Rodríguez J C, Jerez-Salas M P, Chávez-Serbia J L, Perales-Segovia C. (2013). Extractos vegetales para el control de mosquita blanca (*Bemisia tabaci Geen.*) en tomate.
http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible5/5_1/70.pdf

INHIBICIÓN DE CRECIMIENTO DE LARVAS DE *Culex quinquefasciatus* CON EXTRACTOS DE SEMILLA DE *Ricinus communis*

Rafael Pérez-Pacheco[180]
Sabino Honorio Martínez-Tomás[1,181]
Cesáreo Rodríguez-Hernández[2]
Gustavo Ramírez-Valverde[2]
Jesús Romero-Nápoles[2]
Felipe de Jesús Ruiz-Espinoza[182]
Miguel Ángel Ramos-López[183]

RESUMEN

Se evaluó el efecto de extractos metanólicos, hexánicos y de acetato de etilo de semilla de higuerilla *Ricinus communis*, en la inhibición de crecimiento de larvas de *Cx. quinquefasciatus*. El extracto hexánico de semilla afectó el desarrollo de larvas a una concentración efectiva media de 652.3 ppm, y el extracto con acetato de etilo a 1250 ppm eliminó 63.7% de las larvas a los 1.4 d. Los tres tratamientos con menores índices de inhibición de desarrollo (IID): 1,250, 625 y 312.5 ppm de acetato de etilo, hexano y metanol que afectaron las viabilidades y el hexánico aumentó el periodo pupal en 1.5 y 1.6 d, con valores de IID de 0.250, 0.331 y 0.338. El estudio demostró que el acetato de etilo, hexano y metanol de semilla de *R. communis* inhibieron en 50% el desarrollo de la población de larvas de *Cx. quinquefasciatus*, afectaron la duración y viabilidad larval y pupal al grado de evitar la formación de pupas y emergencia de adultos.

INTRODUCCIÓN

El mosquito *Cx. quinquefasciatus* es vector del nematodo *Wuchereria bancrofti*, causante de la filariasis linfática (Verma y Prakash 2010), y de *Plasmodium relictum* que causa malaria aviar (LaPointe *et al*. 2005), y normalmente para su control se utilizan insecticidas químicos que han causado desarrollo de resistencia a insecticidas organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretrinas y piretroides (Nivsarkar *et al*. 2001), el uso de extractos vegetales con efecto insectistático es una alternativa para el manejo de las poblaciones de insectos plaga sin detrimento del ambiente por lo que se persigue es la no eliminación de la plaga, se busca su regulación a través de la inhibición de crecimiento y desarrollo (Rodríguez, 2003). Ramos-López *et al*. (2010) indican que los ingredientes de los extractos de semilla de *R. communis* causan mayor efecto insectistático en *Spodoptera frugiperda* que los extractos de hoja. Mandal (2010) reporta que el extracto acetónico de semilla de *R. communis* causa inhibición de emergencia de adultos de *Cx. quinquefasciatus*. Elimam *et al*. (2009) indica que el extracto de hoja de *R. communis* mostró inhibición de formación de adultos cuando se aplicó en larvas de IV instar de *Cx. quinquefasciatus*.

En esta investigación el objetivo fue estudiar el efecto de diferentes concentraciones de los extractos de acetato de etilo, hexánico y metanólico de semilla de *R. communis* en el crecimiento larval y desarrollo pupal, aplicadas a grupos de 20 larvas de IV instar temprano de *Cx.*

[1] Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca. rperezp@ipn.mx, smartinezt@ipn.mx

[181] Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. crhernan@colpos.mx

[182] Universidad Autónoma Chapingo, CRUAN

[183] Universidad Autónoma Metropolitana.

quinquefasciatus, para determinar la inhibición de desarrollo e índice relativo de desarrollo de larvas y la concentración efectiva media que inhibe 50% el desarrollo de mosquitos en laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los extractos de hoja y semilla de *R. communis* y los experimentos se realizaron en el laboratorio de control biológico de mosquitos del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca, México.

Preparación de extractos

Las semillas de *R. communis* se secaron a la sombra a temperatura ambiente de 26°C ±2 por 15 d, se trituraron en un mortero de porcelana y se depositó 1 kg de semilla triturada en matraz balón de 5 L y se adicionaron 3 L de hexano, se mantuvieron en ebullición por 4 h.

Posteriormente se filtró y evaporó el disolvente en un rotavapor para obtener el extracto hexánico de semilla. El matraz con material vegetal con residuo del hexano se ubicó en campana de extracción por 24 h para eliminar el disolvente, después se depositó en otro matraz y se adicionó 3 L de metanol y se continuó con la misma metodología mencionada en la extracción del extracto anterior (hexánico) para obtener el extracto metanólico de semilla; y este mismo procedimiento se aplicó al residuo vegetal que fue usado para la extracción de los extractos hexánico y metanólico para la obtención del tercer extracto de acetato de etilo del mismo material vegetal.

Para la evaluación de los tres extractos de semilla (se tomó 0.5 mL de Polisorbato 20 y se adicionó a 99.5 mL de agua destilada para obtener 100 mL de solución al 0.1%), se tomaron 8 mL de la solución a 10 ppm =0.1% (Polisorbato 20 y con agua destilada) y se adicionaron 100 ppm (1 g) del extracto a evaluar, se depositaron en baño María, finalmente se obtuvo una solución madre a 1,250 ppm, de esta solución madre se tomaron 4 mL y se mezclaron con 4 mL de agua destilada para obtener la concentración de 625 ppm; posteriormente de esta solución se tomaron 4 mL y se adicionaron a 4 mL de agua destilada para preparar una solución a una concentración de 312.5 ppm, y de esta misma forma se elaboró la concentración de 156.2 ppm.

Cría del mosquito *Cx. quinquefasciatus*

Para iniciar la cría de *Cx. quinquefasciatus* se colectaron huevos, larvas y pupas en agua sucia de floreros de panteones. Las pupas se colectaron diariamente y se depositaron en una bandeja de plástico de 24x19x9 cm con agua. La bandeja con las pupas se introdujo en una jaula de 60x60x60 cm y a los adultos se les alimentó de acuerdo al sexo: a los machos se les proporcionó agua azucarada y azúcar y a las hembras se les alimentó con sangre de un pollo inmovilizado. Los huevos se recolectaron diariamente, colocándolos en bandejas de plástico de 47x35x 12 cm con agua para su eclosión. Después de su emergencia a las larvas se les proporcionó cada dos días alimento para peces tilapia (Apitilapia nivel 1) molido. Las pupas se trasladaron a jaulas de emergencia y el ciclo se repitió constantemente para tener en alta población todos los estados biológicos necesarios para la cría, para disponer continuamente de larvas (Pérez-Pacheco *et al*., 2004).

En el experimento se evaluaron cuatro concentraciones de los extractos de acetato de etilo, hexano y metanol de semilla de *R. communis*. La unidad experimental consistió en un vaso de plástico de 125 mL con 100 mL de agua destilada donde se depositaron 20 larvas de IV instar temprano de *Cx. quinquefasciatus* y se adicionó de forma independiente 1 mL de las

concentraciones del extracto acetato de etilo, extracto hexánico y del extracto metanólico de semilla.

Se evaluaron 12 tratamientos con cuatro repeticiones, conformados por cuatro concentraciones de extractos de *R. communis* (1,250, 625, 312.5 y 156.2 ppm) extraídas subsecuentemente con tres disolventes (hexano, metanol y acetato de etilo) que fueron evaporados durante la extracción y un testigo con emulsificante Polisorbato 20. Diariamente se tomaron datos de larvas vivas y muertas y cuando en los testigos se registró un porcentaje de 95 o más de pupas, se realizó el registro final de larvas y pupas vivas y muertas en unidad experimental, considerando sin vida a las que no presentaron movimientos normales al ser perturbadas con una aguja de disección. Con esta información se cuantificó el índice de inhibición de desarrollo (IID), siguiendo el procedimiento para el índice de inhibición de crecimiento (IIC) según (Zhang *et al*., 1993; Martínez-Tomás *et al*., 2009):

$$IID = \frac{\sum_{i=1}^{2} (\text{No. insectos vivos X Fase insecto}) + \sum_{i=1}^{2} [\text{No. insectos muertos X (Fase insecto -1)}]}{(\text{No. total de insectos evaluados X Total de fases del insecto})}$$

Donde las fases del insecto fueron 1 y 2, correspondiente a IV instar y pupa. El número total de insectos evaluados fue 80.

Los datos de índice de inhibición de desarrollo de los tratamientos se corrigieron con el índice de inhibición de desarrollo del testigo, conformándose el índice relativo de desarrollo: (IRD) = IID del tratamiento/IID del testigo.

Con la correlación de la concentración y el índice relativo de desarrollo se determinó la concentración efectiva media, concentración que inhibe 50% el desarrollo de las pupas de *Cx. quinquefasciatus*.

La toma de datos se continuó con pupas supervivientes, registrando duración y viabilidad larval y pupal; la duración larval se consideró al número de días transcurridos desde que la larva se sometió al tratamiento hasta que terminó su fase y la duración pupal desde que se formó la pupa hasta la emergencia del adulto. La formación de pupas y adultos se registró en porcentaje de los individuos que alcanzaron estos estados de desarrollo. Con los datos de pupas vivas y muertas se calculó la viabilidad larval media (VL_{50}) y con adultos vivos y muertos la viabilidad pupal media (VP_{50}). Los experimentos se desarrollaron a una temperatura de 27±2°C.

Análisis estadísticos

Los experimentos se establecieron bajo un diseño completamente al azar. A los datos de índices de inhibición de desarrollo, índice relativo de desarrollo, duración y viabilidad larval y pupal, se realizaron las dos pruebas de los supuestos (Shapiro-Wilks para el supuesto de normalidad de los errores y la prueba Levene para el supuesto homogeneidad de varianzas), cuando el valor de P fue ≥ a 0.05 en las dos pruebas, significó que se cumplieron los supuestos y se realizó el análisis de varianza y la comparación de medias de Tukey; cuando el valor de P fue < a 0.05 en alguna de las dos pruebas de los supuestos, se determinó que no se cumplían los supuestos y se procedió a realizar un análisis no paramétrico con la prueba de Friedman y las comparaciones múltiples de rangos. Para los análisis estadísticos realizados, se utilizó el programa InfoStat versión 2014 (Balzarini *et al*. 2008).

Para determinar el efecto de los extractos obtenidos de semilla por disolvente (acetato de etilo, hexano y metanol), se graficó las concentraciones en ppm de cada uno con el índice relativo de desarrollo ajustado a un modelo para calcular la Concentración que inhibe el 50% el desarrollo de la población de *Cx. quinquefasciatus*, utilizando el programa Curve Expert Professional v2.5.0. Se realizaron análisis probit para registrar las viabilidades larvales y pupales medias, en el programa Infostat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las extracciones realizadas con acetato de etilo, hexano y metanol de la semilla se obtuvieron 286.2, 373.1 y 233.8 g.

Índice de desarrollo en extractos

En el Cuadro 1 se observan larvas vivas en nueve de los 12 tratamientos, con alta mortalidad en las dos concentraciones más altas de los tres disolventes, 73.7% de mortalidad en el extracto metanólico a 1,250 ppm. En fase de pupa se registró alta población de pupas vivas lo que indica el efecto inhibición de desarrollo de semilla en retardar el crecimiento de esta parte de la biología del mosquito, y sumado al efecto en larvas vivas presentes. La mortalidad máxima en pupas fue de 13.7%, indicando que el mayor efecto de mortalidad es en larvas. Estos resultados se correlacionan con los IID´s, los cuales son menores en las dos concentraciones mayores de los tres disolventes, significativamente diferentes a las dos concentraciones menores y al testigo (GLM; $F=34.56$; $P<0.0001$). Los IRD´s no presentan alta diferencia a los IID´s por haberse registrado cuando la mayor parte de la población llegó a la última fase de observación, previamente determinada. En la comparación de los CE_{50}´s se observa que hay traslape en los límites fiduciales, indicando que los tres extractos afectan de manera similar el crecimiento y desarrollo del mosquito *Cx. quinquefasciatus*.

La CE_{50} del extracto metanólico de semilla fue de 705.5 ppm y coincide con la CL_{50} registrada por (Basheer, 2014), con 763 ppm de extracto etanol en larvas de III instar en *Anopheles arabiensis*, y también registró mayor toxicidad con los extractos de hexano y acetato de etilo con 851 y 1216 ppm de CL_{50}. Así mismo reporta que los extractos acetato de etilo, hexano y etanol afectan de manera similar el crecimiento de larvas al obtener las CL_{50}´s de 680, 348 y 404 ppm a las 72 h similar a lo registrado en la presente investigación con las CE_{50}´s de los tres extractos.

Duración y viabilidad larval y pupal

En el Cuadro 2 se observa que el extracto hexánico a las concentraciones de 1,250 y 312.5 ppm prolongó significativamente la duración larval en 1.5 y 1.7 d ($P<0.0047$) y que con las dos concentraciones más altas en los tres extractos se redujo significativamente la viabilidad larval y pupal, en la primera de hasta 73.7% en el extracto metánolico a 1,250 ppm, que los extractos hexánicos a las concentraciones de 1,250 y 312.5 ppm prolongaron significativamente la duración pupal en 1.5 y 1.6 d, y el extracto hexánico a las concentraciones de 1,250 y 625 ppm y el extracto metanólico a 1,250 ppm redujo significativamente la viabilidad de pupas, hasta 45.2% en el extracto hexánico a 625 ppm.

Cuadro 1. Efecto de la aplicación de tres extractos de semilla de *R. communis* en larvas de IV instar temprano de *Cx. quinquefasciatus*.

Tratamiento		Larvas		Pupas		IID		IRD	
Disolvente	Concentración (ppm)	Vivas/Muertas	Tiempo (d) de mortalidad	Vivas/Muertas	Tiempo (d) de mortalidad				
Extracto acetato de etilo	1, 250.0	0.0/51.0	1.4	25.0/4.0	5.3	0.338[b]	bc	0.340[b]	bc
	625.0	2.0/42.0	1.6	36.0/0.0	-	0.463	bc	0.466	bc
	312.5	5.0/11.0	1.8	63.0/1.0	5.0	0.825	a	0.830	a
	156.2	6.0/0.0	-	71.0/3.0	5.5	0.944	a	0.950	a
						CE_{50}=677.4 ppm	(563.2-829.9)		
Extracto hexánico	1, 250.0	5.0/46.0	1.9	19.0/10.0	6.2	0.331	bc	0.333	bc
	625.0	4.0/38.0	2.4	27.0/11.0	5.8	0.431	bc	0.434	bc
	312.5	14.0/6.0	3.5	58.0/2.0	6.0	0.825	a	0.830	a
	156.2	11.0/3.0	2.0	65.0/1.0	5.0	0.888	a	0.893	a
						CE_{50}=652.3 ppm	(509.4-863.2)		
Extracto metanólico	1, 250.0	0.0/59.0	1.2	19.0/2.0	5.0	0.250	c	0.252	c
	625.0	5.0/32.0	1.6	40.0/3.0	5.3	0.550	b	0.554	b
	312.0	3.0/12.0	2.4	62.0/3.0	4.7	0.813	a	0.818	a
	156.2	0.0/2.0	1.0	77.0/1.0	5.0	0.969	a	0.975	a
						CE_{50}=705.5 ppm	(594.7-861.4)		
Testigo Polisorbato 20		0.0/0.0	-	79.0/1.0	6.0	0.994	a		

Evaluación realizada cuando se registró 95% o más de larvas del testigo polisorbato 20, alcanzaron el estado de pupa. [b]Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey (α=0.05). CE_{50}=concentración efectiva que inhibe el 50% el desarrollo del insecto.

Los dos tratamientos que inhiben el crecimiento, por prolongar la duración larval, extractos hexánicos a 1,250 y 312.5 ppm, también inhiben el desarrollo, por prolongar la duración de las pupas.

El extracto hexánico a 1,250 ppm inhibe el crecimiento y el desarrollo, también disminuye la viabilidad larval y de pupas, es uno de los tres mejores tratamientos, para eliminar o reducir la población de mosquitos *Cx. quinquefasciatus*.

De los seis tratamientos que redujeron la viabilidad larval, tres disminuyeron la viabilidad pupal; extracto hexánico a 1,250 y 625 ppm y extracto metánolico a 1,250 ppm, en los cuales se registraron 16, 19 y 15 adultos formados de las larvas inicialmente tratadas. Ningún tratamiento elimina totalmente larvas ni pupas, pero el mejor tratamiento es el extracto metánólico a 1,250 ppm en donde se registró la más baja población de adultos formados.

En la comparación de la efectividad de los disolventes, acorde a las VL_{50} y VP_{50}, se observa que en larvas no hay diferencia y que en pupas el acetato de etilo es igual al metanólico, siendo los menos tóxicos, pero diferente al hexánico.

Índices de desarrollo, duración y viabilidad larval y pupal

El extracto metanólico a la concentración de 1,250 ppm presentó el mínimo IID de 0.250, indicando acortamiento de la duración larval y pupal de 0.2 y 0.3 d, mínima viabilidad larval de 26.3% y menor número de adultos formados de 15.

Martínez-Tomás *et al*. (2009) mencionan que con el extracto acuoso de semilla *Azadirachta indica* a la concentración de 500 ppm aplicada a larvas de IV instar de *Cx. quinquefasciatus* se obtuvo un IIC de 0.44 con máximo porcentaje de pupas muertas de 30, que causó una reducción larval en 0.5 d y prolongó la pupal en 0.2 d, y con formación de 55% de pupas y el mínimo porcentaje (3%) de adultos formados.

Los mejores tratamientos considerando los menores IID; tres de semilla: las primeras concentraciones de los tres extractos que afectaron las viabilidades larvales y pupales, y el hexánico aumentó el periodo pupal, con valores de IID de 0.250, 0.331 y 0.338.

Kumuda *et al*. (2015) reportó el rango de los índices de polaridad de los disolventes que van de 10.2 para el agua hasta 0.1 para hexano e intermedios de 6.1, 5.1, 4.4 y 4.1 para el metanol, acetona, acetato de etilo y cloroformo. por lo que el metanol es menos tóxico que el acetato de etilo cuando presentaron la actividad larvicida con el extracto metanolico de *Heracleum rigens* en larvas de IV instar de *Cx. quinquefasciatus* con valores de CL_{50} de 165.94 ppm y 115.08 ppm para acetato de etilo, como también es menos tóxico que el etanol, cuando se obtuvieron los promedios de porcentajes de pupas formadas de 65 y 53.1 con la aplicación de los extractos metanol y etanol a concentraciones de 0.01 a 10% de *Pseudocalymma alliaceum* en larvas de II instar de *Cx. quinquefasciatus* (Granados-Echegoyen *et al*. 2014).

Alves *et al*. (2011) señalaron que el aceite de semilla de *R. communis* a concentraciones de 100, 50 y 25 µL mL^{-1}, aplicadas en larvas de III y IV instar de *Cx. quinquefasciatus* causaron 38.7, 19.8 y 16.2% de mortalidad indicando que no mata al instante y causa un efecto en el crecimiento y desarrollo.

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de tres extractos de semilla de *R. communis* en la duración y viabilidad larval y pupal en larvas de IV instar temprano de *Cx. quinquefasciatus*.

Tratamiento		Duración (d) larval		Viab (%) larval	Rangos		Durac (d) pupal	Rangos		Viab (%) pupal	Rangos	
Extracto/ Testigo	Concentrac (ppm)											
Acetato de etilo	1, 250.0	4.5[þ]	abc	(36.3)	8.4[§]	ab	(5.7)	28.4[§]	abcd	(72.4)	10.5[§]	a
	625.0	4.3	ab	(47.5)	14.1	abc	(5.3)	16.5	ab	(97.4)	18.9	ab
	312.5	4.4	abc	(85.0)	28.8	bcde	(5.6)	23.6	abc	(94.1)	31.6	bc
	156.2	4.4	abc	(100.0)	47.0	e	(5.7)	25.4	abc	(95.0)	43.8	c
				VL_{50}=	900.0 ppm	(802.7-997.3)				VP_{50}=	784.7 ppm	(698.1-871.2)
Hexánico	1, 250.0	5.6	bc	(41.3)	11.4	ab	(6.9)	44.6	cd	(48.5)	7.8	a
	625.0	5.2	abc	(52.5)	17.1	abc	(6.2)	24.1	abc	(45.2)	9.5	a
	312.5	5.8	c	(92.5)	34.5	cde	(7.0)	46.8	d	(86.5)	31.8	bc
	156.2	5.2	abc	(95.0)	38.4	de	(6.4)	36.0	bcd	(90.8)	36.3	bc
				VL_{50}=	961.9 ppm	(861.2-1062.6)				VP_{50}=	612.3 ppm	(531.3-693.2)
Metanólico	1, 250.0	3.9	a	(26.3)	4.9	a	(5.1)	10.1	a	(71.4)	7.9	a
	625.0	4.9	abc	(60.0)	19.9	abcd	(6.3)	32.9	bcd	(85.4)	20.8	ab
	312.0	4.4	ab	(85.0)	33.3	cde	(5.6)	23.6	abc	(94.1)	33.9	bc
	156.2	3.9	a	(96.3)	39.9	de	(5.1)	10.4	a	(100.0)	44.6	c
				VL_{50}=	889.3 ppm	(792.5-986.0)				VP_{50}=	769.2 ppm	(684.1-854.4)
Testigo Polisorbato 20		4.1	a	(100.0)	47.0	e	(5.4)	22.1	ab	(98.8)	47.4	c

[þ]Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey (α=0.05). [§]Medias de rangos obtenidas del análisis no paramétrico con Kruskal-Wallis (α=0.05). VL_{50} (viabilidad larval) =concentración que forma el 50% de pupas. VP_{50} (viabilidad pupal) = concentración que forma el 50% de adultos.

La ricina es el componente bioactivo más tóxico presente en semillas, es un insecticida efectivo que se localiza en las partes de la planta (Singh y Kaur, 2016). Este efecto también se mostró en el mosquito *Anopheles* sp. con el aceite de semilla de *R. communis*, que puede ser debido a la presencia de ricina que causa muerte aguda de células por inactivación del RNA ribosomal y por inhibición de la síntesis de proteína (Oluyemi, 2017).

Esta investigación es una alternativa al problema de los mosquitos, que es biorracional por ser natural y reviste importancia por manejar sustancias orgánicas (Rodríguez, 2003). Esto se demostró con el extracto de semilla de *R. communis* que no fue tóxico contra el pescado *Oreochromis niloticus*, ni siquiera en la concentración más alta utilizada, 67.36 µg mL^{-1}, el valor 4 × CL_{50} para *Ae*. *albopictus*, con el cual el extracto tuvo la menor letalidad, en cambio el dimetoato, un pesticida organofosforado de amplio espectro, eliminó a los 10 peces (100%) dentro de las 15 h de exposición (Mandal, 2010).

CONCLUSIONES

El estudio demostró que los extractos acetato de etilo, hexano y metanol de semilla de *R. communis* inhibieron 50% el desarrollo de la población de larvas de IV instar temprano de *Cx. quinquefasciatus* con 677.37, 652.33 y 705.53 ppm, los cuales afectaron la duración y viabilidad larval y pupal. Estos resultados demuestran el potencial de los extractos de semilla de esta especie de planta para ser incluida como una alternativa para el control de *Cx. quinquefasciatus*.

AGRADECIMEINTOS.

Se agradece al Instituto Politécnico Nacional, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por apoyar esta investigación.

LITERATURA CITADA

Alves, S. N., Tibúrcio, J. D., and de Melo, A. L. 2011. Suscetibilidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* a diferentes inseticidas. Rev. Soc. Bras. Med. Trop., 44(4):486-489.

Balzarini, M.G., L. A. Gonzalez, M. E. Tablada, F. Casanoves, J.A. Di Rienzo andC. W. Robledo. 2008. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Editorial Brujas, Córdoba, Argentina. https://www.researchgate.net/publication/283491340_Infostat_manual_del_usuario

Basheer, A. G. 2014. *Ricinus communis* (Castor) as larvicide on *Anopheles arabiensis* Patton. Int J Adv Pharm Bio Chem. 3: 319–328.

Elimam, A.M., K. H. Elmalik, and F.S. Ali. 2009. Larvicidal, adult emergence inhibition and oviposition deterrent effects of foliage extract from *Ricinus communis* L. against *Anopheles arabiensis* and *Culex quinquefasciatus* in Sudan. Trop. Biomed. 26: 130–139.

Granados-Echegoyen, C., R. Pérez-Pacheco, M. Soto-Hernández, J. Ruiz-Vega, L. Lagunez-Rivera, N. Alonso-Hernández, and R. Gato-Armas. 2014. Inhibition of the growth and development of mosquito larvae of *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) treated with extract from leaves of *Pseudocalymma alliaceum* (Bignonaceae). Asian Pac. J. Trop. Med. 7: 594–601.

Kumuda, S.S., T. K. Mohankumar, K. P. Prathibha, and V. A. Vijayan. 2015. Efficacy of plant extracts against the larvae of filariasis vector, *Culex quinquefasciatus* say and the dengue vector *Aedes aegypti* Linn at Mysore. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci. 4: 242–249.

[1]Colegio de Postgraduados Campus Campeche. Correo electrónico: vrosales@colpos.mx; vero_rosales84@hotmail.com.

LaPointe, D.A., Goff, M.L., Atkinson, C.T. 2005. Comparative susceptibility of introduced forest-dwelling mosquitoes in Hawai´i to avian malaria, *Plasmodium relictum*. J. Parasitol. 91: 843–849.
Mandal, S. 2010. Exploration of larvicidal and adult emergence inhibition activities of *Ricinus communis* seed extract against three potential mosquito vectors in Kolkata, India. Asian Pac. J. Trop. Med. 3: 605–609.
Martínez-Tomás, S.H., R. Pérez-Pacheco, C. Rodríguez-Hernández, G. Ramírez-Valverde, y J. Ruiz-Vega. 2009. Effects of an aqueous extract of *Azadirachta indica* on the growth of larvae and development of pupae of *Culex quinquefasciatus*. Afr. J. Biotechnol. 8:4245-4250.
Nivsarkar, M., B. Cherian, and H. Padh. 2001. Alpha-terthienyl-A plant-derived new generation insecticide. Curr. Sci. 81:667–672.
Oluyemi O. F. 2017. Larvicidal effect of castor plant (*Ricinus communis* Linn) on *Anopheles* mosquito. Int. J. Plant & Soil Sci. 14 (5): 1-7.
Pérez-Pacheco, R., C. Rodríguez Hernández, J. Lara-Reyna, R. Montes Belmont y, G. Ramírez Valverde. 2004. Toxicidad de aceites, esencias y extractos vegetales en larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). Acta Zool. Mex. 20: 141–152.
Ramos-López, M.A., S. Pérez G., C. Rodríguez-Hernández, P. Guevara-Fefer and M.A. Zavala-Sánchez. 2010. Activity of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Afr. J. Biotechnol. 9: 1359-1365.
Rodríguez H., C. 2003. Cuantificación de la inhibición de crecimiento en insectos, provocada por sustancias naturales. En: Agricultura, Ambiente y Desarrollo Sustentable. Tornero C. M., J. F. López-Olguín y A. Aragón G. (Eds). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. pp.223-242.
Singh, A. and J. Kaur. 2016. Toxicity of leaf extracts of *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceace) against the third instar larvae of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). Am. J. Biosci. 4: 5–10.
Verma, P. and S. Prakash. 2010. Efficacy of *Chrysosporium tropicum* metabolite against mixed population of adult mosquito (*Culex quinquefasciatus*, *Anopheles stephensii*, and *Aedes aegypti*) after purification with flash chromatography. Parasitol. Res. 107: 163–166
Zhang, M., S.K. Chaudhuri, and I. Kubo. 1993. Quantification of insect growth and its use in screening of naturally occurring insect control agents. J. Chem. Ecol. 19:1109–1118.

USO DE EXTRACTOS VEGETALES EN EL CONTROL DE *Tetranychus urticae*, *Lygus* spp. Y *Thrips* spp. EN FRESA

José Iván Coca-Santos[184]
Alberto Margarito García-Munguía[185]

RESUMEN

El cultivo de fresa es susceptible al ataque de insectos plaga durante todo su ciclo de producción, que por no ser controladas oportunamente, disminuyen el rendimiento y la calidad del fruto, lo que ocasiona anualmente pérdidas cuantiosas a los productores. El uso de productos de síntesis química que hay en el mercado para el control de plagas eleva el costo de producción además de que causan problemas de contaminación ambiental, peligro de intoxicación en personas, riesgo de residuos tóxicos al consumidor, desarrollo de resistencia en los insectos plaga y muerte en enemigos naturales de plagas. Ante este panorama es necesario el uso de alternativas para el control de plagas de importancia económica para el cultivo de fresa y que estén dentro de los esquemas biorracionales. Por este motivo en este trabajo se evaluaron comparativamente cuatro substancias de origen natural, con acción insecticida, como alternativas para la prevención y tratamiento de las plagas de fresa. Se realizó un bioensayo en una distribución completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento para determinar la actividad insecticida de los extractos de ajo, chile, chile + ajo, y de semilla de soya en parcelas de fresa. Se realizó el seguimiento de las principales plagas de fresa: araña roja, chinche ligus y trips, antes, durante y después de las aplicaciones de los tratamientos. Los extractos vegetales empleados permitieron sustituir el uso de productos de síntesis química en la parcela. En general, en las parcelas donde se aplicaron los extractos vegetales se observó una disminución de la población de las plagas, siendo el extracto de chile el que tuvo mejores resultados en el control de estos insectos plaga.

PALABRAS CLAVE

Bioensayo, control, extractos, insecticida, plagas.

INTRODUCCION

La fresa cultivada *Fragaria* spp ha alcanzado gran importancia social y económica en México, posicionándose como uno de los principales países productores y exportadores. La producción mexicana genera anualmente 304 millones de dólares (USD), y produce aproximadamente 392,625.19 ton, en una extensión de 10,163.46 ha.

Las características de monocultivo de la fresa, con siembras repetidas en años consecutivos, en el mismo suelo, propician la incidencia de ciertas plagas y enfermedades que pueden provocar pérdidas de producción (Marín-Loaiza y Céspedes, 2007). Hasta ahora los tratamientos fitosanitarios se basan en la aplicación de sustancias químicas de efecto directo y rápido. No obstante, el uso masivo de insecticidas ha ocasionado efectos perjudiciales sobre el agroecosistema, tales como adquisición de resistencia, resurgimiento de plagas secundarias o provocadas, contaminación del medio ambiente (Sosa, 1992). La disminución del rendimiento debido a insectos plaga alcanza entre 30-40% en el cultivo de

[184] Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. coca1950@hotmail.com
[185] Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Agropecuarias. almagamu@hotmail.com

fresa y en algunos casos muy severos, si no se controlan a tiempo, pueden resultar en pérdida total de la planta.

La actividad de los productos secundarios que se extraen de los vegetales generalmente puede actuar como repelentes, atrayentes, inhibidora de alimentación, de crecimiento, interferencia de la comunicación sexual en la cópula, esterilización de adultos, estimulantes y tóxicos que les puedan provocar la muerte llegando a tener actividad insecticida (Pérez y Iannacone, 2008). Es por eso que el uso de estos extractos vegetales en la agricultura ecológica es una alternativa natural y rentable que permite producir alimentos de buena calidad, con un beneficio para el medio ambiente y la salud de los productores y consumidores, ya que el producto no es un elemento tóxico (Chiffelle-Gómez *et al*., 2010). Son numerosas las plantas que fabrican compuestos susceptibles de ser empleados en el manejo fitosanitario de los cultivos reduciendo los problemas asociados a las sustancia de síntesis química (Prakash y Rao, 1997). Entre las que se pueden presentar una alternativa real de empleo se encuentran los diferentes insecticidas botánicos ya en uso (Rodríguez-Hernández y López-Pérez, 2001).

Las plagas de mayor importancia económica para el cultivo de fresa son: 1) araña roja *Tetranychus urticae*; 2) chinche ligus *Lygus hesperus*; 3) trips occidental de la flor *Frankliniella occidentalis* (Fennimore, 2005). Durante los últimos años, *T. urticae* ha sido la principal plaga que afecta la planta de fresa debido a la disminución de los carbohidratos de la savia de las hojas, lo cual reduce el rendimiento, calidad y vigor de la planta (Klamkowski *et al*., 2006). Estimaciones económicas sobre el control de *T. urticae* en el cultivo de fresa indican un gasto aproximado de $9 500-20 000 ha ciclo^{-1}, aumentando los costos de producción (Lizana-Rojas, 2005). Aunado a lo anterior, se ha reportado la resistencia de esta plaga a las medidas de control químico debido a su alta fecundidad, ciclo de vida corto, endogamia y reproducción arrenotoquia (hembras vírgenes sin copulación producen huevos haploides que serán machos, las hembras copuladas ovipositan huevos fertilizados o diploides que se convierten en hembras.

En este contexto, el presente trabajo resume los resultados de la evaluación del efecto insecticida de cuatro extractos vegetales en el control de los principales insectos plaga en el cultivo de fresa.

MATERIALES Y METODOS

Durante el ciclo de producción 2015/2016 se dispuso de una parcela en el cultivo comercial del Rancho el Milagro en Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones en el que se distribuyeron por sorteo cuatro tratamientos a evaluar: extracto de ajo (EV1), extracto de chile (EV2), extracto de chile + ajo (EV3) y extracto de semilla de soya (EV4) a los cuales se le asignó un color para identificarlos en campo (Cuadro 1). La unidad experimental quedó constituida por tres camas de 1.0 m de ancho, por 7.0 m de largo, equivalente a 21 m^2, en total 84 m^2 por tratamiento. Por tanto, se usó una superficie total de 420 m^2.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados.

Tratamiento	Color	Extracto Vegetal	g i.a ha^{-1}	Dosis
Control	Blanco	Testigo absoluto	------	-------
EV1	Azul cielo	Extracto de ajo	100	1.0
EV2	Naranja	Extracto de chile	150	1.25
EV3	Azul rey	Extracto de chile + ajo	50 + 50	1.5
EV4	Rojo	Extracto de semilla de soya	180	2

Aplicación de los tratamientos y evaluación

La plantación se realizó la última semana de octubre en macrotuneles con acolchado y sistema de riego por cintilla. Para la aplicación de los extractos vegetales se utilizó una mochila aspersora motorizada marca Honda, con dos lanzas y cuatro boquillas de tipo TX-4, lo cual permitió cubrir el follaje de la planta con los tratamientos. El momento de la primera aplicación fue cuando se detectó la presencia de los primeros individuos de *T. urticae, Lygus* spp y *Thrips* spp, para esto se realizó una pre-evaluación para conocer el número de adultos de las plagas evaluadas previo a las aplicaciones de los tratamientos. Las aplicaciones se realizaron semanalmente desde la última semana de febrero hasta la última semana de marzo.

Durante el experimento se realizaron dos aplicaciones con intervalo de 7 d. La toma de datos se realizó semanalmente, comenzando desde la detección de los primeros individuos. Cada semana se evaluaron al azar 10 hojas por parcela (40 por tratamiento), 5 flores (20 por tratamiento) y 5 frutos (20 por tratamiento), registrando según el caso el número de individuos por hoja, flor o fruto para su posterior análisis.

Análisis de datos

En los bioensayos de mortalidad, antes de realizar los análisis estadísticos, se ajustaron los valores (datos) según la fórmula de Abbott corregida:

$$\% \text{ eficacia} = (1- Td/Cd) \text{ X } 100 = (Cd – Td / Cd) \text{ X } 100$$

Datos:
Td = Infestación después del tratamiento.
Cd = Infestación en testigo después del tratamiento.

A los datos promedio de daño causado por araña roja *T. urticae*, chinche ligus *Lygus* spp y trips *Thrips* spp en cada fecha de muestreo, se les realizó un análisis de varianza y una prueba de separación de medias con Tukey al 95% de confiabilidad, lo anterior haciendo uso de un paquete estadístico SAS. (Sistema de Análisis Estadístico).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación realizada a las hojas antes de la aplicación de los tratamientos arrojó un promedio de 35 arañas rojas por hoja, esto durante las primeras semanas de marzo, lo cual indicó que era momento de realizar la aplicación de los extractos vegetales. Durante este

periodo no se alcanzaron umbrales de intervención establecidos en ninguna de las parcelas. El nivel de población medio de la araña roja después de haber aplicado los tratamientos se redujo considerablemente, se compararon los datos obtenidos del promedio de las repeticiones en la evaluación pre-tratamiento, la evaluación 1 y la evaluación 2 (Cuadro 2).

La comparación de la primera evaluación y la evaluación pre-tratamiento demuestra la disminución en la población de araña roja en el follaje de las plantas en las parcelas donde se aplicaron los tratamientos, por el contrario en el control, el número de ácaros aumentó en las hojas. A estos datos se estimó el grado de eficacia de cada tratamiento, aplicando la fórmula de Abbott, se les hizo un análisis de varianza y una prueba de medias por el método de Tukey a un nivel de significancia de 0.05 para determinar el o los tratamientos con mayor eficacia en el control de ácaros (Figura 1).

Cuadro 2. Población promedio de *T. urticae* en el pre-tratamiento y a los 7 y 14 d después de la aplicación de los extractos vegetales.

Tratamiento	Pre-tratamiento	Evaluación 1	Evaluación 2
Control	33.35	42.9	51.3
EV1	29.6	18.5	12.7
EV2	38.35	7.8	6.5
EV3	37.225	7.9	10.2
EV4	37.925	10.6	10.1

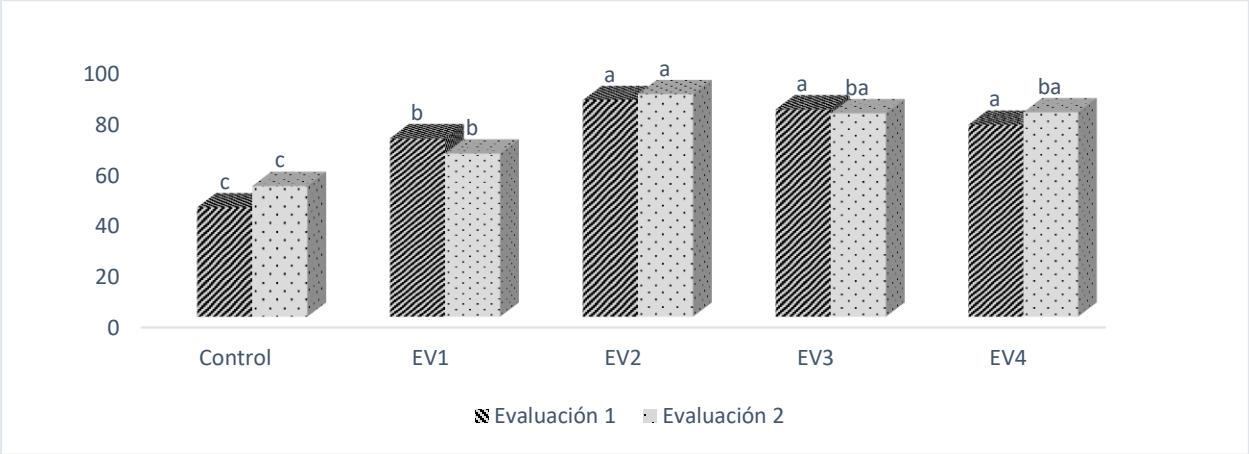


Figura 1. Porcentaje de eficacia biológica de los tratamientos sobre el control de ácaros adultos en el cultivo de fresa de rancho El Milagro.

Al realizar el análisis de varianza al efecto de los tratamientos en el cultivo de fresa en el rancho el Milagro para el control de ácaros, se determinó que existen diferencias significativas entre ellos, el valor de la F calculada (Fc) es superior a la F de tablas (Ft) el cual es 3.06. Lo que significa que los extractos evaluados tienen un efecto de repelencia diferente sobre la araña roja después de ser aplicados. En esta fase del cultivo los niveles de infestación se redujeron en EV1, EV2, EV3 y EV4, y aumentaron en el control EV1; se apreciaron diferencias estadísticamente significativas en tratamientos, siendo EV2 el que

obtuvo mejor resultado en comparación a los otros extractos según se demuestra en la prueba de medias por el método de Tukey.

El promedio de los datos tomados en la evaluación pre-tratamiento y posterior a la aplicación en frutos de los extractos vegetales se compararon para determinar el efecto de los tratamientos sobre la población de chinche ligus, los resultados se muestran en el Cuadro 3.

A estos datos se estimó el grado de eficacia de cada tratamiento, aplicando la fórmula de Abbott y se les hizo un análisis de varianza y una prueba de medias por el método de Tukey con un nivel de α= 0.05 (Figura 2).

Al realizar el análisis de varianza, el efecto de los tratamientos en el cultivo de fresa en el rancho el Milagro para el control de chinche ligus se determinó que existen diferencias significativas entre los extractos aplicados, el valor de la F calculada (Fc) es superior a la F de tablas (Ft) el cual es 3.06.

Cuadro 3. Población promedio de chinche ligus en el pre-tratamiento y a los 7 y 14 d después de la aplicación de los extractos vegetales.

Tratamiento	Pre-tratamiento	Evaluación 1	Evaluación 2
Control	7.375	11.8	13.9
EV1	7.425	4	2.4
EV2	7.3	1.3	1.1
EV3	7.75	1.6	1.3
EV4	8.4	1.4	1.4

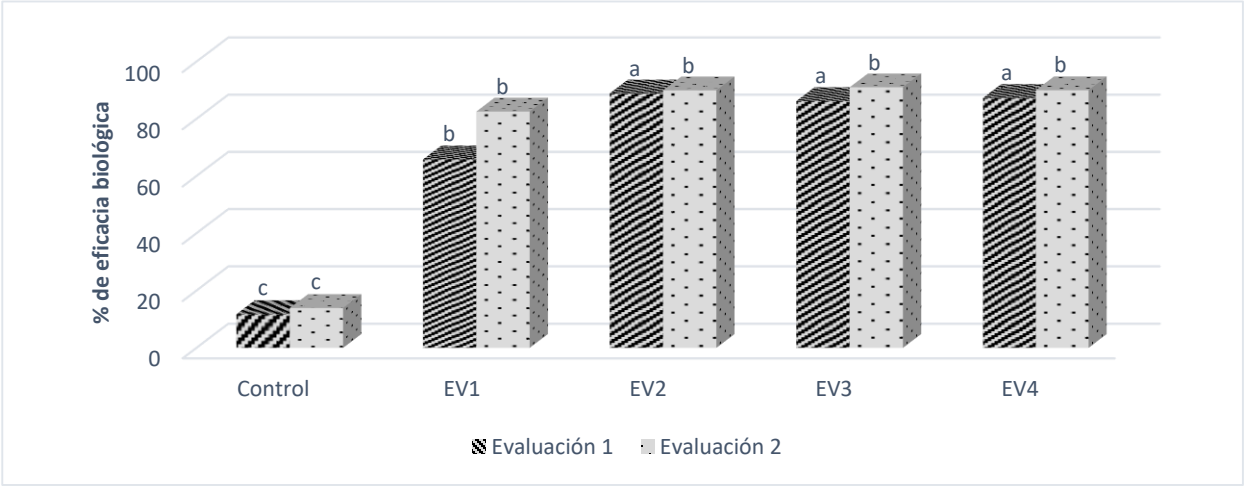


Figura 2. Porcentaje de eficacia biológica de los tratamientos sobre el control de chinche ligus en el cultivo de fresa de rancho El Milagro.

Lo que significa que los extractos evaluados tienen un efecto de repelencia diferente sobre la chinche ligus después de ser aplicados. Para determinar el o los tratamientos con mejor

control de chinche ligus se realizó una prueba de medias por el método de Tukey a un nivel significancia de 0.05, como se observa en la Figura 2, los tratamientos EV2, EV3 y EV4 resultaron ser significativamente iguales y tienen el mismo efecto en el control de chinche ligus, pero el tratamiento EV3 tuvo un valor numérico superior en el control de esta plaga con 91% de efectividad pero no significativo.

La población de trips durante este periodo osciló entre 6 y 7 trips por flor; los valores medios de flores ocupadas por trips se mantuvieron próximos al 30%, por debajo del umbral de intervención y sin diferencias entre tratamientos. Al igual que con las plagas anteriores, se realizó una evaluación previa a la aplicación de los tratamientos y dos evaluaciones después de la aplicación de extractos vegetales para el control de trips (Cuadro 4).

De las plantas evaluadas se obtuvo un promedio de 7.26 trips por flor evaluada, aunque la población que estaba presente no causaba repercusiones económicas era importante llevar un control para evitar posibles infestaciones en el futuro.

Cuadro 4. Numero de *Trips* spp promedio evaluados en el pre-tratamiento y a los 7 y 14 d después de la aplicación de los extractos vegetales.

Tratamiento	Pre-tratamiento	Evaluación 1	Evaluación 2
Control	7.1	13.4	12.2
EV1	6.525	4.5	1.8
EV2	6.65	2.2	1.1
EV3	7.5	2.2	1.3
EV4	7.525	2.9	1.7

A estos datos se estimó el grado de eficacia de cada tratamiento, aplicando la fórmula de Abbott y se les hizo un análisis de varianza y una prueba de medias por el método de tukey con un nivel de α= 0.05 (Figura 3).

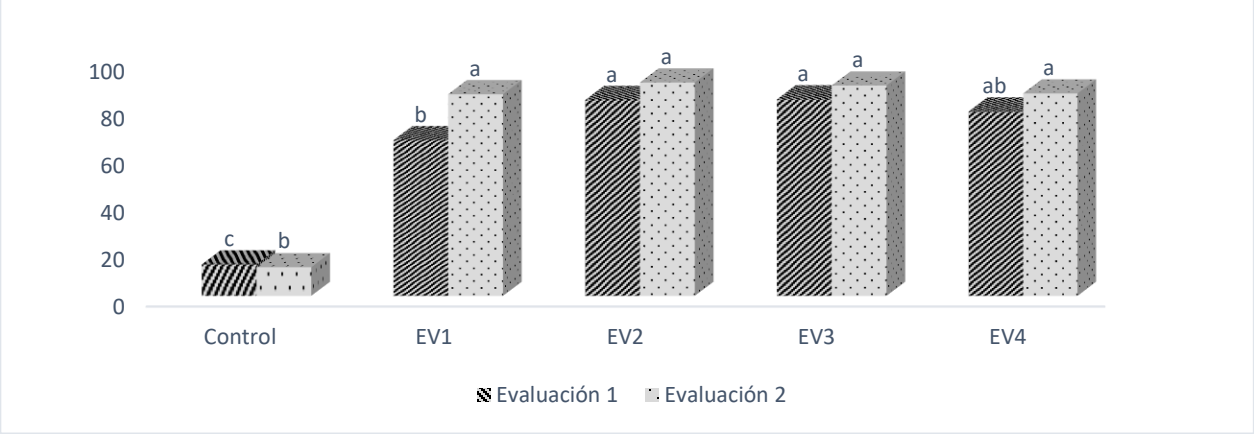


Figura 3. Porcentaje de eficacia biológica de los tratamientos sobre el control de ácaros adultos en el cultivo de fresa de rancho El Milagro.

Al realizar el análisis de varianza, el efecto de los tratamientos en el cultivo de fresa en el rancho el Milagro para el control de trips, se determinó que existen diferencias significativas entre los extractos aplicados, el valor de la F calculada (Fc) es superior a la F de tablas (Ft)

el cual es 3.06. Lo que significa que los extractos evaluados tienen un efecto de repelencia diferente sobre los trips después de ser aplicados.

Para determinar cuál de los tratamientos tiene mejor resultado en el control de ácaros se realizó una prueba de medias por el método de Tukey a un nivel de α = 0.05. Los tratamientos EV2 y EV3 son significativamente iguales y tienen el mismo efecto en el control de trips, pero el tratamiento 3 tuvo un mejor resultado en el control de esta plaga con 90% de efectividad biológica.

Se han obtenido resultados comparables sustituyendo materias activas insecticidas en producción integrada de fresa por compuestos de origen natural basados en extractos vegetales. En control de plagas, los productos utilizados han permitido simplificar las tareas, reduciendo el uso de productos de síntesis química manteniendo un número similar de aplicaciones (Roger *et al*., 2004). La eficiencia respecto a los productos evaluados mostro una gran variabilidad. Este hecho puede estar asociado con sus características físico-químicas intrínsecas o con el sistema de aplicación elegido (foliar) (Navarro-Viedma *et al*., 2004).

La sustitución en el uso de agroquímicos por los extractos vegetales para el control de plagas como la chinche ligus *Lygus* spp, araña roja *T. urticae* y trips *Thrips* spp, en los cultivos, resulta una posible alternativa de complemento para un mejor manejo integrado de plagas, reduciendo la contaminación ambiental.

Se recomienda utilizar los extractos vegetales para el control de ácaros *T. urticae*, chinche ligus *Lygus* spp y trips *Thrips* spp en el cultivo de fresa, para que se puedan reducir problemas ambientales y de salud que genera la producción intensiva de este cultivo en el rancho El Milagro en el Estado de Aguascalientes.

Seguir utilizando extracto de chile considerándolo como una alternativa para reducir los problemas antes mencionados, además de bajar costos de producción que genera las altas cantidades de agroquímicos, que se necesitan para el control de estas tres plagas de gran importancia económica en la región.

CONCLUSIONES

Los extractos de ajo, chile, chile + ajo y de soya disminuyen las poblaciones de chinche ligus *Lygus* spp, araña roja *T. urticae* y trips *Thrips* spp en el cultivo de fresa, pero con mayor efectividad los extractos de chile y chile + ajo.

LITERATURA CITADA

Chiffelle-Gómez, I.; A. Huerta-Fuentes, y J.E. Araya-Clericus. 2010. Eficacia insecticidas de extractos de hojas de *Schinus molle*. Ambiente Forestal 5(8):34-39.

Fennimore, F.G. 2005. Guía para el manejo de las plagas: Fresas. Repro Graphics. UC Davis. California, USA.

Klamkowski, K.; M. Sekrecka; H. Fonyodi, and W. Treder. 2006. Changes in the rate of gas exchange, water consumption and growth in strawberry plants infested with the two-spotted spider mite. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 14:155-162.

Lizana-Rojas, D.R. 2005. Elaboración y evaluación de extractos del fruto de *Melia azedarach* L. como insecticida natural. Memoria Profesional de Ingeniero Forestal. Departamento de Silvicultura, Escuela de Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Folrestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 56p.

Marín-Loaiza, J.C. y C.L. Céspedes. 2007. Compuestos volátiles de las plantas. Origen, emisión, efectos, análisis y aplicación al agro. Revista Fitotecnia Mexicana 30(4):327-351.

Navarro-Viedma, M.; M.M. Acebedo-Vaz; M.P. Rodríguez-Rodríguez; M.D. Alcázar-Alba, y J.E. Belda-Suárez. 2004. Organismos para el control biológico de plagas en cultivos de la provincia de Almería. Instituto de Estudios de Cajamar. Cajamar, Almeria, España. 215p.

Pérez, D.D. y J. Iannacone O. 2008. Mortalidad y repelencia en *Eupalamides cyparissias* (Lepidoptera: Castniidae), plaga de la palma aceitera *Elaeis guineensis*, por efecto de diez extractos botánicos. Rev. Soc. Entomol. Argent. 67(1-2):41-48.

Prakash, A. and J. Rao. 1997. Botanical Pesticides in Agriculture. CRC Press. Boca Raton, Florida, USA.

Rodríguez-Hernández, C. y E. López-Pérez. 2001. Actividad insecticida e insectistática de la chilca (*Senecio salignus*) sobre *Zabrotes subfasciatus*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 59:19-26.

Roger, C.R.; B.J.R. Philogene, and C. Vicent. 2004. Biopesticidas de Origen Vegetal. Mundi-Prensa. Madrid, España. 337p.

Sosa, A.M. 1992. Resistencia de las plagas a los Insecticidas. Consideraciones generales sobre resistencia de los insectos los plaguicidas con especial referencia a los piretroides (p.5-9). Publicación Miscelánea. N° 5. EEA, INTA. Argentina.

EVALUACIÓN DE TRES ACEITES ESENCIALES CONTRA *FUSARIUM SP.* Y *COLLETOTRICHUM SP.* AISLADOS DE TOMATE DE CÁSCARA.

Víctor Santiago-Santiago[1]
Victoria Ayala-Escobar[2]
Maribel Cano-Hernández[1]
Verónica Reyes-García[1]
José Hugo Castorena-García[1]

RESUMEN

Se evaluó in vitro la inhibición del crecimiento radial micelial de *Fusarium* sp. y *Colletotrichum* sp. aislados del tomatillo o tomate de cáscara *Physallis ixocarpa*, los aceites esenciales utilizados fueron Canela, Clavo y Tomillo, a dosis de 200, 300 y 500 ppm, los cuales se adicionaron al medio de cultivo PDA (papa- dextrosa-agar), antes de su vaciado. Se prepararon tres repeticiones por tratamiento y se cuantificó la inhibición de crecimiento radial micelial. Se encontró que el aceite esencial de tomillo a dosis de 500 ppm inhibió al 100% el crecimiento radial micelial de *Fusarium* sp. y para *Colletotrichum* sp. inhibió el 74%., en comparación con el testigo que su crecimiento fue del 100%. Los aceites esenciales de Canela y Clavo a sus dosis altas de 500 ppm inhibieron al 100 % el crecimiento radial micelial de *Fusarium* sp. y para *Colletotrichum* sp. inhibieron el 85 y 97%, respectivamente. Por último estos aceites se consideran como una alternativa para el manejo de estas enfermedades del tomate de cáscara.

PALABRAS CLAVE

Aceite esencial, *Fusarium, Colletotrichum,* marchitez.

INTRODUCCIÓN.

Las hortalizas son de importancia en nuestro país, por ser una fuente de trabajo y alimento, contiene vitaminas, minerales, carbohidratos y fibras; substancias vegetales indispensables para el desarrollo humano y prevención de enfermedades. El tomatillo o tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.), es un cultivo que se explota en México desde hace aproximadamente 20 años y cuya importancia se incrementó notablemente en la última década. Se siembran aproximadamente 60,000 has anuales, (SAGARPA, 2011). Los principales estados productores son Hidalgo, Guanajuato, Estado de México, Morelos y ¨Puebla. Tlaxcala aunque por la superficie y producción no aparece en las estadísticas nacionales, este cultivo es de suma importancia para los Municipios de Ixtacuixtla, Nativitas, Nopalucan y Lázaro Cárdenas, ya que sus pobladores obtienen importantes ingresos y es parte de la dieta alimenticia por formar parte de platillos regionales.

[1]Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala. Km. 7.5 carretera federal san Martin-Tlaxcala, San Diego Xocoyucan, Tlaxcala. México
[2] Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Km. 36.5 carretera México-Texcoco. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

En la actualidad, como alternativa al uso de fungicidas, se consideran a los aceites esenciales, que son conocidos por ejercer actividad antimicrobiana (Chaibi y Boceta, 1997). Aunque el mecanismo por el cual actúan no está totalmente entendido, puede involucrarse en éste la destrucción de la membrana microbiana por los constituyentes lipofílicos que poseen, cambios en la morfología del hongo que incluyen daños sobre estructuras como conidias, macroconidias e hifas, así como disminución en la producción de micotoxinas (Alzate *et al*., 2009). Por lo que se planteó determinar el efecto *in vitro* de los aceites esenciales de canela *Cinnamomum zeylanicum*, clavo *Syzygium aromaticum* y tomillo *Thymus vulgaris* en el crecimiento radial micelial de *Fusarium* sp y *Collectotrichum* sp asociado a la pudrición del tallo del tomate de cáscara.

MATERIALES Y METODOS

Los hongos se obtuvieron a partir de plantas de tomate (*Physalis ixocarpa*) con pudrición del tallo de plantas colectadas en Atotonilco, Tlaxcala. El material se sembró en medio de cultivo PDA (Papa-dextrosa-agar) y purificación por punta de hifa. Para la identificación morfológica se realizaron preparaciones permanentes y se midieron las siguientes estructuras: conidióforos, conidios, presencia o ausencia de clamidosporas y tipo de estructuras donde se desarrollan; la identificación se realizó en base a las claves de Barnet y Hunter,1998).

Inhibición de crecimiento radial micelial

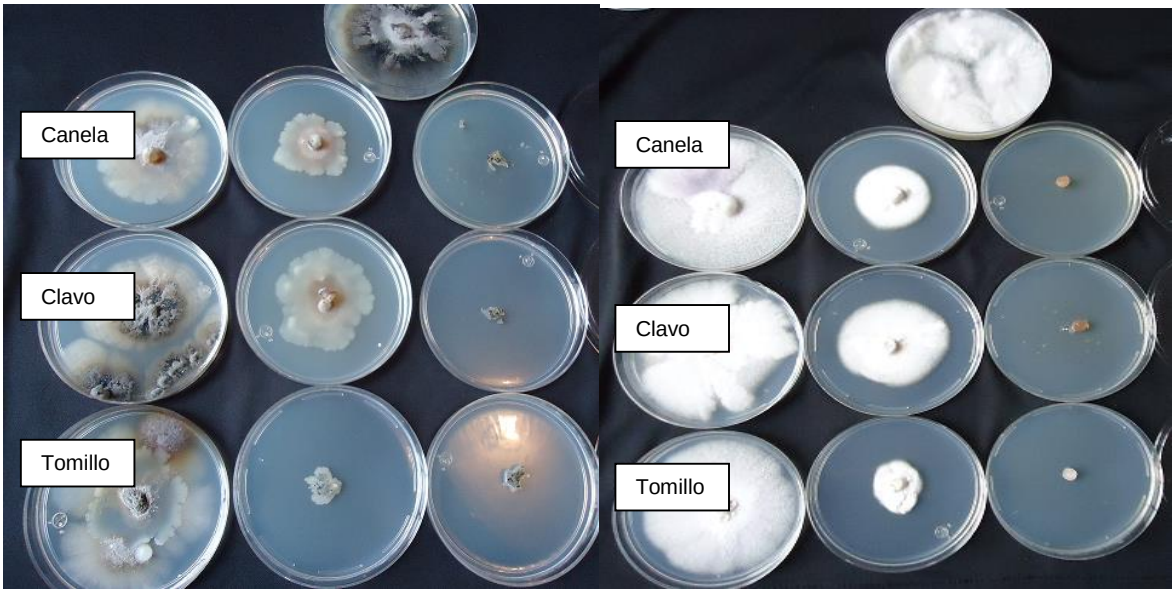
Para evaluar la inhibición del crecimiento se utilizaron los aceites esenciales de canela (*C.zeylanicum)*, Clavo (*Syzygium aromaticum)* y Tomillo (*Tymus vulgaris)*. Se evaluaron los aceites a dosis de e 200, 300 y 500 ppm., las cuales se adicionaron al medio de cultivo PDA (papa-dextrosa-agar), antes de su vaciado. La unidad experimental consistió en colocar una rodaja en el centro de la caja Petri, de la cual se realizaron tres repeticiones por tratamiento. Se midió cada 48 horas el crecimiento radial micelial hasta que el testigo cubrió completamente la caja. Se determinó el promedio de crecimiento radial micelial, de *Fusarium* y *Colletotrichum* sp.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados encontrados en la evaluación del crecimiento radial micelial son: los tres aceites esenciales Canela, Clavo y Tomillo inhibieron el crecimiento radial micelial de *Fusarium* en sus dosis altas (500 ppm), a 200 ppm el porcentaje de Inhibición fue de 0., 12 y 0%. Respectivamente, para la dosis de 300 ppm se presentó un porcentaje de inhibición de los tres aceites esenciales Canela, Clavo y Tomillo de 46, 34 y 63%. En el caso de *Colletotrichum* la respuesta de este hongo fue diferente de tal forma que se encontró que el aceite esencial de Tomillo a 500 ppm tuvo 74 % de inhibición del crecimiento radial micelial, a 200 y 300 ppm 49%, el aceite esencial de Canela a 200, 300 y 500 ppm tuvo un porcentaje de inhibición de 0, 57 y 85%, respectivamente y por último el aceite esencial de Clavo a 200, 300 y 500 ppm 20, 85 y 97%, respectivamente (Cuadro, 1, Figura, 1).

Cuadro 1. Promedio de crecimiento radial micelial y % de la Inhibición del crecimiento (diez días) de *Fusarium* y *Colletotrichum* con aceites esenciales de Canela, Clavo y Tomillo.

Concentración (%) de aceites	Crecimiento radial cm *Fusarium*	%de inhibición *FuFusarium*	Crecimiento radial cm *Colletotrichum*	% de inhibición *Colletotrichum*
0	3.5	100	3.5	100
Canela 200	3.5	0	3.5	0
Canela 300	1.9	46	1.5	57
Canela500	0.0	100	0.5	85
Clavo 200	3.1	12	2.1	20
Clavo 300	2.3	34	2.1	85
Clavo 500	0.0	100	2.8	97
Tomillo 200	3.5	0	1.8	49
Tomillo 300	1.3	63	1.8	49
Tomillo 500	0.0	100	0.9	74



Figura, 1. Inhibición del crecimiento micelial de Colletotrichum y Fusarium con los aceites esenciales de Canela, Clavo y Tomillo a dosis de 200, 300 y 500 ppm

Barrera y Bautista (2008b) encontraron que el aceite esencial de Tomillo a dosis de 200, 250 y 300 µg/ml inhibió completamente a *Fusarium* sp. aislado de papaya, resultados similares a los obtenidos en el presente trabajo aunque aquí se encontró que a 300 ppm el aceite esencial de Tomillo tuvo un promedio de crecimiento de 1.3 cm. García-Camarillo *et al*. (2006) Evaluaron el aceite esencial de Canela a 1000 ppm inhibió el crecimiento de *Aspergillus flavus* en este trabajo se utilizó dosis mucho menores y este mismo aceite a 500 ppm inhibió completamente a *Fusarium* sp.

El aceite de tomillo al 50% inhibió de 73 a 96% los aislamientos de hongos que forman picnidio (*Peyronellaea. pinodella* aislamiento 1 y 2, *Peyronellaea pinodes*, *Diaporthe. Phaseolorum* var. *caulivora*, *Phomopsis longicola* aislamiento 1 y 2, *Ascochyta lentis*), en el presente trabajo se utilizaron dosis más ya que a 300 y 500 ppm el efecto fue significativo, incluso en la dosis alta la inhibición fue completa contra Fusrium sp. aislado de la pudrición de tomate de cascara (Merinelli *et al*., 2012). No se encontró ningún trabajo sobre el uso del aceite esencial de clavo contra Fusarium ni contra otro fitopatogeno.

Por otro lado en un estudio similar realizado por Alzate *et al.* (2008), evaluaron la actividad antifungica del aceite esencial de tomillo(*T. vulgaris*) y limoncillo(*C. citratus*) en *Colletotrichun acutatum*, determinaron que ambos aceites ocasionaron una inhibición total del crecimiento radial micelial durante las primeras 72 horas a dosis de 400 mg/ L y a las 96 y 168 horas inhibieron entre un 80 y 90 % el cremiento radial micelial. Los resultados coinciden con lo obtenido en el presente estudio donde se observó una inhibición del 74% del aceite de tomillo en *Colletotrichum* sp. a dosis de 500 ppm.

En un estudio realizado por Barrera and Bautista (2008a) realizado en *Colletotrichum gloeosporiodes* aislado de papaya determinaron que los aceites de tomillo(T. vulgaris), Canela (*C. zeilanicum*) y clavo (*Z. aromaticum*) en general inhibieron el crecimiento micelial de *Colletotrichum gloeosporiodes*. En dosis de 200 mg/ml inhibieron el 100, 35 y 50 % respectivamente, a 250 mm/ml inhibieron el 100, 35 y 37 % y a dosis de 300 mg/ml se presentó inhibición del 100, 20 y 35 % respectivamente. Los resultados son similares a los obtenidos en el presente estudio pero difieren en el porcentaje de inhibición en donde a dosis de 500 ppm(500 mg/ml) el aceite de tomillo inhibe 74%, el de clavo 97% y de canela el 85%.

CONCLUSIONES

El aceite esencial de tomillo a dosis de 500 ppm inhibió al 100 % del crecimiento radial micelial de *Fusarium* sp. y contra *Colletotrichum* sp. tuvo una inhibición del 74%. Los aceites esenciales de Canela y Clavo a sus dosis altas de 500 ppm inbieron al 100 % el crecimiento radial micelial de *Fusarium* sp. y de *Colletotrichum* sp. 85 y 97% respectivamente.

El aceite de tomillo (*T. vulgaris), Canela (C. zeylanicum) y clavo (Z. aromaticum) a dosis de 500 ppm (500 mg/ml) inhiben el 100% de crecimiento radial micelial de Fusarium oxysporum; a diferencia de Colletotrichum gloeosporiodes el porcentaje de inhibición fue de 74, 85 y 97% respectivamente. En ambos casos representan una alternativa para el manejo de la enfermedad en campo*

LITERATURA CITADA

Alzate O.D., Gonzalo I.M, Afanador K.L., Durango R.D.L. y García P. C.M. 2008. Evaluación de la fitotoxicidad y actividad antifúngica contra *Colletotrichum acutatum* de los aceites esenciales de Tomillo (*Thymus vulgari*s L.), Limoncillo(*Cymbopogon citratus*) y sus componentes mayoritarios.Vitae,Revista de la F de Química Farmaceutica Vol. 16 (1), 116-125.

Alzate N. A., López V.K., Marin H.A. y Murillo A.W. 2009. Evaluación preliminar de la actividad fungicida de los aceites esenciales de eucalipto (*Eucalyptustereticornis,* Myrtaceae) y cáscara de naranja (*Citrus sinensis,* Rutaceae) sobre algunos hongos filamentosos. Revista Tumbaga (4):59-71.

Barrera N., L.L. and S. Bautista B. 2008a. Efficacy of essential oils on the conidial germination, growth of *Colletotrichum gloesporioides* (Penz.)Penz.andSacc and control of postharvest diseases in papaya (*Carica papaya* L.).Plant Pathology Journal 7 (2) 171-178.

Barrera N., L.L. y S. Bautista B. 2008b. Actividad antifúngica de aceites esenciales y sus compuestos sobre el crecimiento de *Fusarium* sp. aislado de papaya (*Carica papaya*). Revista UDO Agrícola 8 (1): 33-41.

Chaibi,A.B. and Boceta B. 1997.Inhibition of germination and vegetative growth of *Cacillus cereus* T and *Clostridium botulinu*m, 62 A spores by essential oils. Food Microbiology. Vol 14 (2), 161-174.

García-Camarillo, E. A., Quezada-Viay M. Y., Moreno-Lara J, Sánchez-Hernández G., Moreno-Martínez E. y Pérez-Reyes M.C.J. 2006. Actividad Antifúngica de Aceites Esenciales de Canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) y Orégano (*Origanum vulgare* L.) y su Efecto sobre la Producción de Aflatoxinas en Nuez Pecanera [*Carya illinoensis* (F.A. Wangenh) K. Koch]. Revista Mexicana de Fitopatología Vol 24, (1), 7-12.

Merinelli E., Laura Orzali, Elvira Lotti and Luca Riccioni. 2012. Activity of some essential oils against pathogenic seed borne fungi on legumes. Asian Journal of Plant Pathology 6(3):66-74.

SAGARPA. 2011.Programa de trabajo de la campaña contra trips oriental (*Tripspalmi* Karny), o operar con recursos del componente de sanidades del programa de prevención y manejo de riesgos 2011, en el estado de Puebla.17p.

EVALUACIÓN DE ACEITES ESENCIALES CONTRA *Botrytiscinerea*, AISLADO DE FRESA

Victoria Ayala-Escobar[186]
Víctor Santiago-Santiago[187]
Cesáreo Rodríguez Hernández[1]
José Hugo Castorena García[2]

RESUMEN

Se evaluó el porcentaje de inhibición de crecimiento radial del micelial de moho gris*Botrytiscinerea*aislado de fresa con aceites esenciales de canela, clavo y tomillo a concentraciones de 200, 300 y 500 ppm. A la concentración alta, los aceites de clavo y tomillo inhibieron en 100%, en tanto que el de canela disminuyó en 33.42% el crecimiento. A dosis de 200 y 300 ppm, los aceites no inhibieron en forma significativa el crecimiento radial micelial.Se considera una alternativa para el control del moho gris en postcosecha.

PALABRAS CLAVE

Canela, clavo, moho, tomillo

INTRODUCCIÓN

La planta de fresa es de tipo herbáceo y perenne. El sistema radicular es fasciculado, se compone de raíces y raicillas. Las primeras presentan cambium vascular y suberoso, mientras que las segundas carecen de éste, son de color más claro y tienen un periodo de vida corto, de algunos días o semanas, en tanto que las raíces son perennes.Las principales entidades productoras de esta frutilla son Baja California, Guanajuato, Estadode México y Michoacán; en esta última entidad se concentra la mayor producción nacionalcon una superficie cultivada de 3,215 ha y una producción superior a las 106,905 ton,seguido por el estado de Baja California con una superficie de 1,355 ha y una producción de70,410 ton; el estado de Guanajuato con una superficie de 1,048 ha y una producción de18,065 ton y por último el estado de México con una superficie de 244 ha y unaproducción de 5,068 ton.El rendimiento por hectárea es variable ydepende en gran medida de la disponibilidad de agua y de las variaciones climáticas que sepresenten en las áreas productoras, así como de las condiciones propicias para la apariciónde plagas y enfermedades, aunque el promedio de producción se puede ubicar en 26 ton de fresa ha^{-1} (SAGARPA, 2009). El cultivo de fresa es susceptible a diferentes enfermedades radicales, del follaje y del fruto, por ello se planteó el objetivo de evaluar tres aceites esenciales contra el moho gris*Botrytiscinerea*.

[186]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. ayalav@colpos.mx.
[187]Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala. santiagovictor@itat.edu.mx

En la actualidad han proliferadoestudiosenbúsquedade agentes naturales provenientes de plantas para el control de patógenos en plantas (Webster*et al.*, 2008; Becerra *et al*., 2010), algunos de ellos se están realizando en aceites esenciales por su acción yque están conformados por mezclasde un número variable de sustancias orgánicas olorosas y volátiles, que químicamenteestán constituidospor terpenos de bajo peso molecular, asociados adiversos gruposfuncionales. Los aceites esencialesse obtienende varias especies de plantas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los aislamientos se obtuvieron de plantas de tomate con síntomas de marchitez, en medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA), y serealizó la caracterización morfológicaen base aclaves de Barnett yHunter (1998).

La actividad antifúngica se evaluó en base al crecimiento micelial mediante el método de dilución en agar (Griffin *et al*.,2000), el cual consiste en agregar la concentración del aceite esencial al medio de cultivo con una temperatura aproximada de 30°C, antes de vaciarlo a las cajas petri.Los tratamientosconsistieron en cajaspetri con medio de cultivo PDA y rodajas del hongo*B.cinerea* se probaron lasdosis de 200,300 y 500 ppm para el aceite de canela, clavo y tomillo, con tres repeticiones por tratamiento; se agregó un testigo (sin control) solo con medio.Se evaluó cada 3 d el crecimiento radial micelial, hasta que los testigoscubrieronla caja.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Cuadro 1 se presentael crecimiento micelial de *B.cinerea* donde se observóque los aceites esenciales de clavo ytomillo a 500 ppm, ocasionaron 100% de inhibición del crecimiento radial micelial, a diferenciadel aceite esencial de canela que inhibición en 33.42% a la misma concentración. En el estudio realizado porCombrinck*etal.*(2011), para *B. cinerea* aislado de uva, se determinó que la dosis letal mínima para causar 100% de inhibición fue similar a la obtenida en el presente estudio con aceite de tomillo fue de 500 µL L^{-1} (500 ppm), pero difieren con lo obtenido para clavo que fue de 1,000 µL L^{-1} y de canela de 500 µL L^{-1} y en el presente estudio la inhibición a 500 ppm en el aceite de clavo fue de 100% y de canela de 34%.A dosis menores, 200 y 300 ppm, los aceites de canela, clavo y tomillo no fueron efectivos en la inhibición de *B. cinerea*.

En un estudio realizados por Gebel y MaguRno en el 2014, evaluaron frutos inoculados con *B. cinerea,* el efecto inhibitorio a dosis de 200 y 500 µL mL^{-1} (200 y 500 ppm) y el testigo sin inocular, observaron que a dosis de 500 µL mL^{-1} durante 7 d no se observó la presencia de *B. cinerea* y además el fruto presentaba color y firmeza del fruto en comparación con lo observado en el testigo y la dosis de 200 µl mL^{-1} (200 ppm).

Asimismo en otro estudio realizado por Hassani*et al.*(2011), seevaluó por aspersión el efecto de aceite esencial de clavo en frutos almacenados e inoculados por separado a

Moniliafructicola y *B.cinerea* en frutos de chabacano, observaron que en general los aceites esenciales redujeron la incidencia y severidad de frutos dañados por ambos hongos y concluyeron que el aceite esencial de clavo a dosis de 600 μLL^{-1} (600 ppm) reduce la incidencia (número de frutos dañados)de*B.cinerea* en comparación con otros aceites esenciales evaluados.

Cuadro 1. Crecimiento radial miceliale inhibición (10 d) de*B.cinerea* con aceites esenciales.

Concentración (%) de aceites	Crecimiento radial (cm).	Inhibición (%)
Testigo	3.5	0
Canela 200	3.5	0
Canela 300	3.5	0
Canela500	2.33	33.42
Clavo 200	3.5	0
Clavo 300	3.33	4.8
Clavo 500	0.0	100
Tomillo 200	3.5	0
Tomillo 300	3.5	0
Tomillo 500	0.0	100

En los tratamientos de 200 y 300 ppm en los aceites de canela, clavo y tomillo a los 10 d se observó la presencia de mayor formación de microesclerocios con respecto al testigo, como se observa en la Figura 1.

CONCLUSIONES

Los aceites esenciales de clavo y tomillo inhiben en 100% el crecimiento radial micelial del moho gris*B. cinérea*, en tanto que el de canela lo inhibe en su tercera parte, a 500 ppm, en contraste a 200 y 300 ppm los tres aceites no inhiben el crecimiento de*B. cinerea*.

LITERATURA CITADA

Barnett, H.L. and B.B. Hunter. 1998. Ilustrated genera of imperfect fungi. 4th Edition. APS PRESS. St. Paul, Minessota, USA. 218p.

Becerra, J.; M. Bittner; V. Hernández; C. Brintrup; J. Becerra y M. Silva. 2010. Actividad de aceites esenciales de Canelo, Queule, Bailahuén y Culén frente a hongos fitopatógenos. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 9(3):212-5.

Combrinck, S.; T. Regnier, and G.P. Kamatou.2011. In vitro activity of eighteen essential oils and some major components against common postharvest fungal pathogens of fruit. Ind. Crops. Prod 33:344-349.

Gebel, M.P. and F. Magurno. 2014. Assement of antifungal potential of the essential oil from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinerea*causative agent of postharvest grey mold on strawberry fruits.Columella-Journal and environmental Sciences 1(2):17-24.

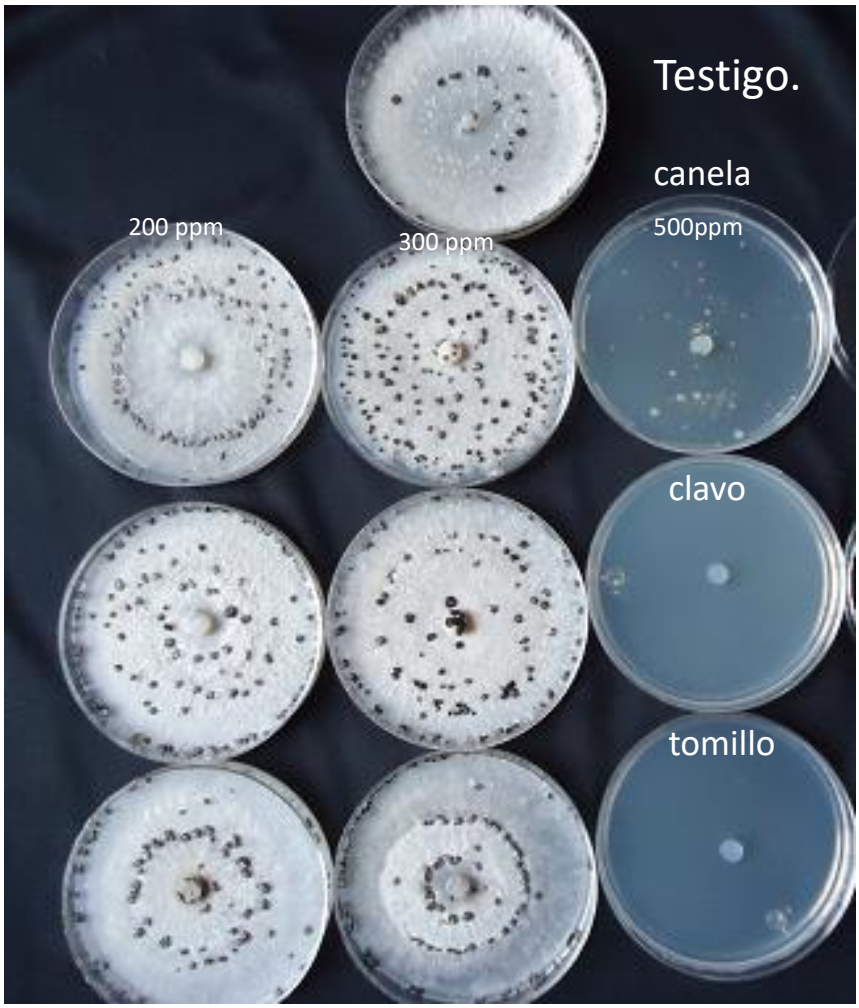


Figura 1. Crecimiento micelial de *B. cinérea* con aceites esenciales de canela, clavo y romero.

Griffin, S.G.; J.L. Markham, and D.N. Leach**.** 2000. An agar dilution method for the determination of the minimum inhibitory concentration of essential oils. J. Essent. Oil Res.12**:**249-55.

Hassani,A.;Z. Fathi; Y.Ghosta;A.Abdollahi;M.H. Meshkatalsadat,andR.J. Marandi. 2011. Evaluation of plant essential oils for control of postharvest brown and gray mold rots on apricot. Journal of food Safety 32(1):94-101.

SAGARPA.2009. Estudio de oportunidades de mercado e inteligencia comercial internacional para fresa. Sistema Producto Fresa.Unión Agrícola Regional de Productores de Fresa y Hortalizas del Valle de Zamora. Zamora,Michoacán, México. 96p.

Webster, D.; P. Taschereau; R.J. Belland; C. Sand, and R.P. Rennie. 2008. Antifungal activity of medicinal plant extracts; preliminary screening studies. J. Ethnopharmacol. 115:140-6.

ACTIVIDAD DE ALCALOIDES DE SEMILLA DE *Erythrina americana* EN MOSCA BLANCA *Trialeurodes vaporariorum*

José Luis Díaz- Nuñez[188]
Ramón Marcos Soto-Hernández[1]
Cesáreo Rodríguez-Hernández[1]
Rubén San Miguel-Chávez[1]

RESUMEN

Los alcaloides de semilla de colorín *Erythrina americana* tienen actividad biológica poco estudiada en plagas agrícolas de insectos, lo que podría favorecer el descubrimiento de principios activos útiles para el manejo de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*. Una de las principales limitantes de la producción de hortalizas, al repelerla, generar mortalidad e inhibir su oviposición. Se realizaron experimentos con diseño aleatorio, cuatro repeticiones por cada concentración del extracto y las fracciones de alcaloides. Se midió la repelencia en las primeras 6 h y a las 12, 24, 48 y 72 h. La toxicidad y oviposición se registraron a las 24 h. Los resultados se analizaron con ANOVA y Kruskal Wallis, con sus métodos de comparación. Se corrigieron con la ecuación de Abbot para realizar Probit. Los programas usados fueron IBM SPSS Statistics 22.0 y R Statistics 3.3.1. La repelencia del extracto y fracciones se incrementó con el tiempo y concentración de las sustancias. La repelencia máxima del extracto fue de 89.47% en 72 h con 10%. La Concentración de Repelencia media (CR_{50}) fue 0.068%. La fracción de alcaloides libres generó 100% de repelencia en 72 y 48 h con 1 y 10%. Las CR_{50} fueron 0.072 y 0.090%. La fracción de alcaloides liberados con 10% tuvo 100% de repelencia en 72 h y una CR_{50} de 0.048%. El extracto y las dos fracciones a 10% presentaron mortalidades máximas de 76.92, 97.36 y 97.29% en 24 h. Las Concentraciones letales media fueron 0.069, 0.049 y 0.044%. El extracto con 10% estimuló la oviposición en 24 h. La fracción de alcaloides libres a 10% impide en 91.6% la oviposición y la de liberados en 89.82%. Las Concentraciones de inhibición de oviposición media fueron 0.023 y 0.043%. El extracto produjo menos mortalidad, repelencia e inhibición de oviposición que las fracciones. Los tres podrían ser usados para el control de mosca blanca.

PALABRAS CLAVE

Alcaloides liberados, alcaloides libres, mortalidad, oviposición, repelencia.

INTRODUCCIÓN

La mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* es una de las principales plagas de insectos que limita la producción agrícola. Ataca a cultivos como calabaza, fresa, frijol, haba y tomate (McKee y Zalom, 2009; Scotta *et al*., 2014). Causa daños directos por sus poblaciones altas que se alimentan de los fotoasimilados del floema (Suarez *et al*., 2015) e indirectos al expulsar mielecilla donde se desarrollan hongos del género *Capnodium* en la hoja y por ser trasmisor de virus como closterovirus y terratovirus (Byrne y Bellows, 1991; Jones, 2003).

En los cultivo se controla con la aplicación de insecticidas organosintéticos, mostrando ser efectivos los derivados de nicotina (Rauch y Nauen, 2003). Sin embargo éstos alteran el

[188] Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. alucard_d_n@hotmail.com y crhernan@colpos.mx.

ambiente, la salud humana y hacen que los organismos produzcan resistencia de manera rápida (Devine y Furlong, 2007).

Una opción para remplazarlos son los extractos de plantas, con metabolitos secundarios, que a diferencia de los principios activos insecticidas se degradan a mayor velocidad, son selectivos y específicos, menos agresivos y tardan más tiempo en generar resistencia (Silva *et al*., 2002).

Entre las moléculas con actividad biológica contra insectos se encuentran los terpenos (monoterpenos, serquiterpenos y aceites esenciales), compuestos fenólicos (flavonoides) y alcaloides (Vázquez *et al*., 2007).

Los alcaloides son moléculas con nitrógeno en su estructura y de naturaleza básica cuya distribución está restringida a especies y géneros de plantas específicas. Se sintetizan de aminoácidos como tirosina, fenilalanina, ácido antranílico, triptófano, ornitina, arginina, lisina, histidina, ácido nicotínico y algunas purinas (Hans-Walter y Piechulla, 2011).

E. americana es un árbol de la región centro y sur de México, que tiene como fruto una vaina con semillas de alta calidad nutricional de la que se obtienen extractos y fracciones de alcaloides con actividad farmacológica (García *et al.,* 2001), efecto tóxico *in vitro* en crustáceos como *Daphia magna* y *Artemia salina*, actividad antibacteriana en *Bacillus cereus*, nematicida en *Panagrellus redivivus*, larvicida en *Culex quinquefasciatus* (García *et al*., 2000 y 2004) y que impiden el crecimiento de hongos fitopatógenos (Ibarra *et al*., 2009).

Estos alcaloides tienen un esqueleto eritriniano (Reimann, 2007) y se ha demostrado que erisodina y β-eritroidina actúan como antagonistas de los receptores nicotínico del hipocampo dorsal de ratas (Garín *et al.*, 2009), por lo que su efecto contra insectos podría compararse al de neonicotinoides que actúan como agonista/antagonista de los receptores de la acetilcolina.

En esta investigación se analizó la repelencia, mortalidad y oviposición de *T. vaporariorum* en respuesta a las fracciones de alcaloides y el extracto de la semilla de colorín *E. americana*, con el objetivo de encontrar principios activos útiles para su control.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

Es estudio se realizó en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados (CP), localizado en coordenadas geográficas 19.52° N y 98.88° O, altitud aproximada de 2.250 m, clima BS1kw(w), temperatura media anual de 15.9°C, heladas poco frecuentes y precipitación pluvial de 686 mm en el periodo 2016-2017.

Cría de mosca blanca

Se construyó una jaula entomológica de 2 m^3 recubierta de tergalina para mantener una población de mosca blanca, colectada en la periferia de los invernaderos del CP, utilizando como fuente de alimento frijol canario 107.

Extracto y fracciones de alcaloides de *E. americana*

Se utilizó un extracto de metanol procedente de la Facultad de Química de la UNAM obtenido siguiendo las metodologías descritas por Games *et al.* (1974) y Millington *et al*. (1974). Este extracto con ayuda de las propiedades acido-básicas de los alcaloides se procesó químicamente para obtener dos concentrados denominados fracción de alcaloides libres y liberados.

Preparación de soluciones de prueba

Se realizaron soluciones madres del extracto crudo de metanol y las fracciones de alcaloides en relación peso: volumen (1 g: 10 mL) para después hacer disoluciones en una escala logarítmica de 1% hasta 0.00001 (v: v). Como testigos se manejaron agua destilada y agua con Tween a 1%.

Bioensayos

Repelencia

Se midió durante las primeras 6 h y en 12, 24, 48 y 72 h siguiendo la metodología de Ortega y Schuster (2000) con modificaciones, que consiste en construir dispositivos con un vaso trasparente de 946 mL, al que se acopla un gotero lleno de agua y se coloca un foliolo de frijol tratado durante 5 s con las disolución de prueba. El vaso se tapa con tergalina y se introducen 20 moscas blancas, de 3 a 6 d sin sexar en ayuno 2 h previas a la evaluación, por un orificio lateral de 2 mm con ayuda de un pequeño aspirador que consiste en una pipeta Pasteur acoplada a una manguera de látex. El experimento se coloca de forma aleatoria en una superficie plana y se cuanta el número de insectos posados en las hojas para, sacar por diferencia el porcentaje de repelencia.

Mortalidad y oviposición

Se registraron en 24 h, siguiendo la metodología de Schuster (2009) con modificaciones que consiste en rociar plantas de frijol de 15 a 20 d con las disoluciones de prueba para después elegir un foliolo y acoplarle una bolsa de tergalina donde se introducen mosca blanca con las mismas características que las del experimento de repelencia con el objetivo de mantenerlas en confinamiento. El experimento se pone de forma aleatoria en una superficie plana. Para mortalidad se cuenta el número de organismos vivos y por diferencia se saca el porcentaje de insectos muertos. En oviposición se cuenta el número de huevos en una superficie de 1 cm^2 y en base al testigo observado se saca el porcentaje de inhibición de oviposición.

Estadística

Los resultados del porcentaje de repelencia, mortalidad y oviposición se analizaron, dependiendo de la homogeneidad y normalidad de los datos, con ANOVA y Kruskal Wallis, con sus métodos de comparación. Estos se corrigieron con la ecuación de Abbot para realizar Probit y obtener la Concentración de Repelencia media (CR_{50}), Concentración Letal media (CL_{50}) y la Concentración de Inhibición de Oviposición media (CIO_{50}). Los programas usados fueron IBM SPSS Statistics 22.0 y R Statistics 3.3.1. ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De 40 a 90% de repelencia se obtiene con las primeras cuatro concentraciones del extracto (Cuadro 1). De 50 a 100% con la fracción de alcaloides libres (Cuadro 2) y de 40 a 100% la fracción de alcaloides liberados (Cuadro 3).

Cuadro 1. Repelencia del extracto a 24, 48 y 72 h.

Concentración	**Repelencia (%) promedio**					
(%)	3	6	12	24	48	72 h
10	80.21a	82.05a	80.97a	82.62a	84.61a	89.47a
1	67.05b	70.46a	68.31b	66.63b	71.79b	74.95b
0.1	55.26b	57.64b	55.67c	55.97c	60.20b	61.79c
0.01	40.73c	44.82c	43.02d	41.36d	46.15c	50cd
Sig.	F=125.8 p<0.05	F=132.8 p<0.05	X^2=34.3 p<0.05	F=201.9 p<0.05	F=148.4 p<0.05	F=177.1 p<0.05
CR_{50} (%)	0.076 (0.026-0.125)	083 (0.027-0.139)	077 (0.026-0.129)	0.066 (0.025-0.106)	0.078 (0.027-0.128)	0.068 (0.024-0.112)

Cuadro 2. Repelencia de la fracción de alcaloides libres a 24, 48 y 72 h.

Concentración	**Repelencia (%) promedio**					
(%)	3	6	12	24	48	72 h
10	93.19a	94.81a	94.94a	94.87a	100a	100ª
1	83.78a	80.48b	82.29b	87.17b	93.54b	100a
0.1	64.86b	66.25c	65.79c	66.66c	74.36c	80.47b
0.01	54.05c	55.87d	58.20d	61.53c	67.90c	70.09c
Sig.	X^2=34.3 p<0.05	F=262.8 p<0.05	X^2=34.5 p<0.05	X^2=34.5 p<0.05	X^2=34.4 p<0.05	X^2=34.4 p<0.05
CR_{50} (%)	0.062 (0.006-0.118)	0.062 (0.007-0.117)	0.063 (0.026-0.120)	0.066 (0.007-0.125)	0.078 (0.007-0.137)	0.068 (0.005-0.176)

El extracto y las fracciones presentan repelencia, sin embargo son menores a la obtenida con un producto comercial de *Azadirachta indica* (Neem Oil Spray) de 70, 90 y 88% con 1 mg mL^{-1} en 24, 48 y 72 h (Muñiz *et al.,* 2016). Las fracciones tienen repelencia similar a la reportada por Serrato *et al*. (2003) con el aceite esencial de *Tagetes filifolia* de 100% en 24 h con 3.5 mg mL^{-1}.

El extracto produjo una mortalidad mínima de 35.89% y máxima de 76.92% con las concentraciones 0.1 y 10%. Se registró una CL_{50} de 0.064% (intervalo 0.022-0.116). De la fracción de alcaloides libres fue 43.36% y 97.36%, y de la liberados 32.43 y 97.29%. La CL_{50} fueron 0.049% (intervalo 0.016-0.081) y 0.044% (intervalo 0.014-0.074).

La toxicidad de los alcaloides puede variar. En ratas la administración oral de 3 mg kg^{-1} de las fracciones disminuye su comportamiento agresivo. Sin embargo, erisodina (fracción de alcaloides libres) y β-eritroidina (fracción de alcaloides liberados), afectan la consolidación de la memoria de corto plazo de estos organismos (Garín *et al.*, 2009).

Cuadro 3. Repelencia de la fracción de alcaloides liberados en tres diferentes horas y en 24, 48 y 72 h.

Concentración	**Repelencia promedio (%)**					
(%)	3	6	12	24	48	72 h
10	89.18a	92.00a	94.94a	100a	100a	100a
1	74.27b	76.01a	78.44b	78.69b	81.58b	84.21b
0.1	60.76c	61.30b	59.51c	62.69c	65.79c	68.42c
0.01	41.84d	46.69c	46.86d	45.31d	48.63d	53.16d
Sig.	F=125.8 p<0.05	F=132.8 p<0.05	K-W X^2=34.3 p<0.05	F=201.9 p<0.05	F=148.4 p<0.05	F=177.1 p<0.05
CR_{50} (%)	0.076 (0.026-0.125)	0.083(0.027-0.139)	0.077(0.026-0.129)	0.066(0.025-0.106)	0.078(0.027-0.128)	0.068(0.024-0.112)

En larvas de *Culex quinquefasciatus* la fracción de alcaloides liberados produce más mortalidad (García *et al*., 2004), pero en crustáceos como *Daphnia magna* y *Artemia salina,* y el nematodo *Panagrellus redivivus* es la fracción de alcaloides liberados (García *et al*., 2000). A su vez a esta fracción se le atribuyen las propiedades antibacterianas y que impiden el crecimiento de hongos fitopatógenos (García *et al*., 2000; Ibarra *et al*., 2009).

El producto Neem Oil Spray tiene una mortalidad total con 0.6 mg mL^{-1} en 24 h (Muñiz *et al.,* 2016). Comparándolo con el extracto y fracciones, estos tienen menor mortalidad.

El extracto al 10% estimuló la oviposición y las concentraciones menores no inhibieron significativamente la oviposición. La fracción de alcaloides libres al 10% inhibió la oviposición 91.6% y concentraciones menores de 40 a 30%. Se obtuvo CIO_{50} de 0.023% (intervalo 0.010-0.036). En cambió la fracción de alcaloides liberados Inhibió la oviposición 81.89% y dosis menores 60 a 50%. Se registró CIO_{50} de 0.043% (intervalo 0.018-0.069).

La estimulación de la oviposición es un fenómeno descrito por Ditrich y Ernst (1990) denominado “hormoligosis”; cuando expones a insectos a condiciones de estrés, pero este no los mata, pueden dejar descendencia de forma rápida y eficiente.

La inhibición de la oviposición del extracto y las fracciones es menor a la del producto de comercial neem de 100% con 1 mg mL^{-1}. Sin embargo, esta también se puede considerar como óptima.

CONCLUSIONES

El extracto presentó la menor repelencia y mortalidad. La fracción de alcaloides libres tiene la más alta repelencia. Ambas fracciones tienen una toxicidad semejante. El extracto estimuló la oviposición y las fracciones la inhibieron. La actividad biológica del extracto y las fracciones es probable que se pueda usar para la protección de cultivos.

LITERATURA CITADA

Byrne, D.N. and T.S. Bellows Jr. 1991. Whitefly biology. Annual Review of Entomology 36:431-457.

Devine, G.J. and M.J. Furlong. 2007. Insecticide use: Contexts and ecological consequences. Agriculture and Human Values 24(3):281-306.

Ditrich V., S. and G. Ernst H. 1990. Chemical control and insecticide resistance of whiteflies. *In*: Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Managent. Gerlin, D. Intercep. Great Britain. p.263-285

Games, D.E.; A. Jackson H.; N. Khan A.; and O. Milligton S. 1974. Alkaloids of some Africa, Asian, Polynesian and Australian species of *Erythrina*. Journal of Natural Products 37:581-588.

García M., R. y R.M. Soto H. 2001. Alcaloides como una alternativa en la obtención de principios activos. Productos Naturales Perspectiva Biotecnológica 6:1-9.

García M., R.; M. Soto H., y M. Martínez. 2000. Toxicidad de los extractos de las semillas de *Erythrina americana*. Ciencia Ergo Sum 7:166-170.

García M., R.; R. Pérez P.; C. Rodríguez H., y R.M. Soto H. 2004. Toxicidad de alcaloides de *Erythrina america* en larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus.* Revista Fitotecnia Mexicana 27:297-303.

Garín A., M. E., S. López V., C. L. Martínez V., G. Valencia del T., R. M. Soto H., R. A. Prado A. 2009. Erisodina y receptores nicotínicos $\alpha_4\beta_2$ del hipocampo dorsal en la consolidación de la memoria. Revista Latinoamericana de Química 37: 206 -217.

Hans-Walter H. and B. Piechulla. 2011. Secondary metabolites fulfill specific ecological functions in plants. *In*: Plant Biochemistry. 4ta. Ed. Elsevier. New York, USA. p.399-405.

Ibarra E., E.; R. Téllez M.; M. Soto-Hernández; M. Martínez V.; R. García-Mateos, y R. San Miguel-Chávez. 2009. Actividad antimicótica *in vitro* de erisovina. Revista Fitotecnia Mexicana 32(4):327-330.

Jones, D.R. 2003. Plant viruses transmitted by whiteflies. European Journal of Plant Pathology 109:195–219.

Millington, S.; H. Steinman, and K.L. Rinehart Jr. 1974. Isolation gas chromatography, mass spectrometry and structures of new alkaloids from *Erythrina folkersii* Krukoff and Moldenke and *Erytrhina salviflora* Krukoff and Barneby. Journal of the American Chemical Society 96: 1909-1914.

McKee, G.J. and G. Zalom F. 2009. A model of greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) population development and management on Camarosa variety strawberry plants. Journal of Asia-Pacific Entomology 12:117-122.

Muñiz R., E.; C.A. Ramos B.; C. Rodríguez H., y L.D. Ortega A. 2016. Actividad biológica de nim en adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Aleyrodidae) West*.Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 7: 1283-1295.

Ortega A., L.D. and D.J. Schuster 2000. Repellency to silverleaf whitefly adults. Gulf Coast Research & Education Center. University of Florida. Bradenton, FL, USA. p.2.

Rauch, N. and R. Nauen. 2003. Identification of biochemical markers linked to neonicotinoid croos resistance in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). Archives of Insect Biochemistry and Physiology 54:165-176.

Reimann, E. 2007. Synthesis pathway to *Erythrina* alkaloids and *Erythrina* type compounds. Progress in the Chemistry of Organic Natural Products 88:1-62.

Rodney, C.; T. Kutchan, and N. Lewis. 2000. Natural products (Secondary metabolites). Buchan B.; W. Gruiseem and R. Jones *In*: Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society Plant Physiologist. Rockville, USA. p.1251-1267.

Silva A., G.; A. Lagunes T.; J.C. Rodríguez M., y D. Rodríguez L. 2002. Insecticidas vegetales. Una vieja nueva alternativa en el control de plagas. Manejo Integrado de Plagas 66:4-12.

Scotta R., R.; A.E. Sánchez D., y C. Arregui M. 2014. Determinación de las pérdidas causadas por la mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) en cultivos de tomate bajo invernadero. Ciencias Agrarias 13: 55-60.

Schuster, D.J.; S. Thompsom; L.D. Ortega A., and J. Polston E. 2009. Laboratory evaluation to reduce settling of seet potato whiterfly adult. Journal of Economic Entomology 102:1482-1489.

Serrato M., A.; B. Reyes; L. Ortega; A. Domingo; N. Gómez; F. López; M.A. Sánchez; L. Carvajal; O. Jiménez; A. Morgado; E. Pérez; J. Quiroz, y C.I. Vallejo. 2003. Anisillo (*Tagetes filifolia* Lag.): recurso genético mexicano para controlar la mosquita blanca (*Bemisia* sp., y *Trialeurodes* sp.). Revista del Jardín Botánico Nacional 24: 65-70.

Suarez G., L.F.; M.A. Díaz T.; D. Rodríguez C., y F. Cantor R. 2015. Medición indirecta de la tasa de consumo de adultos e inmaduros de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) sobre fríjol. Acta Biológica Colombiana 20:99-109.

Vázquez L., A.; P. Flores L., y D. Sobac R. 2007. Biomoléculas con actividad insecticida: una alternativa para mejorar la salud alimentaria. Ciencia y Tecnología Alimentaria 5:306-313.

PLAGUICIDAS VEGETALES COMERCIALES RECOMENDADOS OFICIALMENTE EN MÉXICO

Cesáreo Rodríguez-Hernández[189]

RESUMEN

Entre las alternativas no químicas organosintéticas para el manejo de plagas han destacado las derivadas de las plantas, de las cuales ha habido gran demanda, por lo que se han formulado diversos productos comerciales; sin embargo, no se sabe cuáles existen en el mercado, cuáles se venden en México, de qué plantas se elaboran, cuales sus ingredientes activos y sobretodo cuales son los que cumplen con los requisitos oficiales y están debidamente registrados. El objetivo de este escrito es conformar toda la información existente, y actualizada, sobre los plaguicidas vegetales que se comercializan oficialmente en México. Mediante la búsqueda de información oficial, respaldada con los registros y de otras instituciones se conformó el archivo con los formulados vegetales comerciales. En éste se evidencia que los 873 plaguicidas vegetales comerciales se formulan con aceites vegetales, ácidos diversos, ajo, anemona, candelilla, canela, cempazuchil, chicalote, chile, cítricos, clavo, cuasia, diatomeas, epazote, gobernadora, hierbabuena, higuerilla, manzanilla, nim, orégano, pino, piretro, reinoutria, romero, ruda, soya y ruda. La gran mayoría son mezclas, y más que extractos se tiende a formular con principios activos, el nim no es el más numeroso en el mercado, son los productos de piretrinas; aunque sumando azadiractina y nim, dominan el mercado. En piretrinas, pocas son de uso agrícola, la mayoría son de uso urbano. Las de uso en jardinería se usan en la parte agrícola. Aparte de ser mezclas, algunos productos tienden a ser mezclados con otros productos biorracionales y hasta organosintéticos.

PALABRAS CLAVE

Alternativas, biorracionales, canela, nim, piretrinas.

INTRODUCCIÓN

Los extractos, fracciones, mezclas y sustancias vegetales han significado una opción en el combate de plagas y enfermedades agrícolas desde antes del surgimiento de los plaguicidas organosintéticos, de los cuales solo algunos han trascendido y mostrado alta efectividad contra plagas, otros, la gran mayoría, tienen efecto insectistático; no matan de manera tan vertiginosa como los organosintéticos, lo hacen a través del tiempo, a través de las alteraciones que producen en la fisiología y comportamiento de las plagas, traduciéndose en inhibición de alimentación, oviposición y de refugio, y por ende, finalmente, en protección de cultivos. Explotando un paradigma diferente de no matar, si manejar, incluso hasta de cambiar el objetivo de la plaga a la planta, hasta llegar a una protección de cultivos. Esto ha hecho que se incremente la búsqueda de otras plantas con propiedades plaguicidas y plaguistáticas, y de realizar investigación en esta área, además de aumentar su uso y demanda. Varios productos comerciales vegetales has surgido en los últimos años, de los cuales algunos se han registrado en la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), quien regula el uso de plaguicidas en México, para ser oficialmente autorizados para su uso contra plagas. No obstante, han aparecido varios formulados comerciales vegetales con vigencia vencida, recomendados

[189] Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. crhernan@colpos.mx

para otras condiciones no registradas, sin registro oficial, de otros países, y anunciados libremente en internet y en publicaciones de empresas e instituciones, lo que ha ocasionado un gran caos hasta provocar tomas de decisiones equivocadas. Con la finalidad de evitar esta confusión y de usar los plaguicidas registrados oficialmente en México se realizó el presente escrito, el cual presenta la información de éstas alternativas con la finalidad de sustentar los criterios técnicos y oficiales de su uso.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó una consulta en bases de datos, fichas técnicas, páginas electrónicas, diversos medios digitales, visitas a algunas empresas, y por contacto telefónico a instituciones, empresas y personas que manejan plaguicidas vegetales comerciales, de enero a junio de 2017, con la finalidad de disponer de material actualizado.

En la base de datos de COFEPRIS (2017), de consulta principal, se seleccionaron los ingredientes activos relacionados con plantas, como aceites, ácidos, extractos, saponinas, etc, y se efectuó una ficha de trabajo con la información de ingredientes activos, nombres comerciales, tipos de plaguicidas, plagas, empresas, números de registros, vigencias, y categorías toxicológicas. Luego se agruparon por ingrediente activo, se sumaron los productos comerciales y se añadieron las plagas que combaten, con sus vigencias y categorías toxicológicas.

La agrupación de ingredientes activos, se efectuó por la planta o grupos comunes de los cuales se derivan. Los complementos a estas fichas técnicas se efectuaron con las páginas electrónicas de las empresas y la información disponible.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen nueve aceites vegetales plaguicidas con 45 productos comerciales, autorizados en México. Cuatro aceites formulados solos y seis formulados en mezcla. Los que se formulan solos son: Aceite de sésamo, Aceite del árbol de té, Aceite extracto de canela, y Aceite vegetal de semilla de soya con 4, 2, 5 y 5 productos comerciales, con propiedades nematicidas, fungicidas, insecticidas-acaricidas e insecticidas-acaricidas, vigencia 15/01/2018, vencida, vencida e indeterminada, y categoría toxicológica de peligro 5, 5 (y IV), IV y IV, respectivamente. Los aceites que se formulan en mezcla son: Aceites de origen vegetal y animal + terpenoide de origen vegetal + alcaloides de origen vegetal + esteroides + saponinas + aminoácidos totales + silicato de calcio + ácido acético, Aceite de romero + aceite de clavo + aceite de tomillo, Aceite de romero + aceite de hierbabuena, Aceites vegetales, Derivados ácidos de aceites vegetales + ácido orgánico poliinsaturado, y Azadiractina + aceite de margosa con 14, 2, 2, 7, 3 y 1 productos comerciales, con propiedades insecticidas-insecticidas, fungicidas, insecticidas-acaricidas, insecticidas-acaricidas, insecticidas-acaricidas, e insecticidas-acaricidas, vigencia vencida, 17/01/2018, 17/01/2018, indeterminada, indeterminada y 09/08/2018, y categoría toxicológica de peligro IV, 5, 5, II, IV y 5, respectivamente (COFEPRIS, 2017; DI, 2017; GBM, 2017; IAS, 2017; QS, 2017).

Los ácidos también se aplican contra plagas. En México existen siete productos registrados; uno se formula solo y seis en mezcla, con 43 productos comerciales. El Ácido propiónico se formula solo, con 1 producto comercial, fungicida, vigencia indeterminada, y categoría toxicológica de peligro IV. Los que se formulan mezclados son: Aceites de origen vegetal y animal + terpenoide de origen vegetal + alcaloides de origen vegetal + esteroides +

saponinas + aminoácidos totales + silicato de calcio + ácido acético, Ácido ascórbico + ácido cítrico + ácido láctico, Ácidos grasos + sales potásicas, Ácidos grasos de soya + hidróxido de potasio, Derivados ácidos de aceites vegetales + ácido orgánico poliinsaturado, Extracto vegetal de gobernadora + extracto vegetal de pino + extracto vegetal de ácido cítrico, y Terpenoide + alcaloides + ácidos grasos + aminoácidos + sulfonatos y compuestos azufrados, con 14, 8, 4, 1, 3, 1 y 11 productos comerciales, con propiedades bactericidas, fungicidas e insecticidas, vigencia vencida, indeterminada, vencida, indeterminada, indeterminada, vencida y vencida, y categoría toxicológica de peligro IV, IV, IV, III, IV, IV y IV, respectivamente (COFEPRIS, 2017; CRE, 2017; Fortgrow, 2017; GBM, 2017; QS, 2017).

El ajo se formula en mezclas. Existen 15 registros en México; *Capsicum frutence* + *Allium canadense* + *Anemone multifida* (dos registros), Extracto acuoso de ajo + extracto acuoso de manzanilla y ruda, Extracto de ajo + extracto de chile picante + extracto de canela (dos registros), Extracto de ajo + extracto de clavo + jasmonato, Extracto de ajo + extracto de cuasia amara + extracto de canela + extracto de chile, Extracto esencial de ajo (con seis registros), Extracto vegetal de neem + extracto vegetal de ajo, y Lecitina de soya + extracto de algas + aceite de orégano + aceite de ajo + chitosan + extracto de tepezcohuite + extracto de gobernadora, con 3, 1, 3, 14, 13, 1, 14, 3, 5, 10, 8, 5, 7, 11 y 6 productos comerciales, como insecticida-insecticida, insecticida-insecticida, insecticida-insecticida, insecticida, insecticida (uso en jardinería), insecticida, insecticida, repelente, repelente, insecticida, repelente, repelente, insecticida, insecticida y bactericida, vigencia vencida, vencida, indeterminada, 31/01/2018, 07/03/2018, vencida, 08/08/2018, indeterminada, indeterminada, vencida, indeterminada, indeterminada, vencida, sin información y 07/05/2018, y categoría toxicológica de peligro IV, IV, IV, 5, 5, 4, 5, IV, IV, IV, IV, 5, IV, sin información y 5, respectivamente. Se aplican al follaje contra arañas rojas, cochinillas, psílido de la papa *Bactericera cockerelli*, larvas, mosca blanca *Bemisia tabaci*, pulgón *Brevicoryne brassicae*, picudo de la guayaba *Conotrachelus dimidiatus*, piojos harinosos, pulgones, tríps, mosquita blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* (BioM, 2017; BL, 2017; COFEPRIS, 2017; CRE, 2017; Ecoprotecto, 2017; Fortgrow, 2017; II, 2017; MF, 2017; UA, 2017).

La anemona *Anemone multifida* (Ranunculaceae), como mezcla de *Capsicum frutence* + *Allium canadense* + *Anemone multifida*, tiene dos registros como insecticidas contra mosquita blanca *Bemisia tabaci* y piojillo de la papa *Bactericera cockerelli*, con 3 y 1 productos comerciales, vigencia vencida y categoría toxicológica de peligro IV en ambos registros (COFEPRIS, 2017).

De azadiractina se comercializan 72 productos formulados en México; 71 solos y 1 en mezcla. Con propiedades insecticidas-acaricidas contra gusano trozador *Agrotis ipsilon*, medidor de la hoja *Alabama argillacea*, gusano terciopelo *Anticarsia gemmatalis blandaria,* pulgón del algodón y del melón *Aphis gossypii*, mariposita blanca de la col *Artogeia rapae*, falso medidor*Autographa* sp., mosquita blanca *Bemisia argentifolii*, mosquita blanca *Bemisia tabaci*, pulgón de la col *Brevicoryne brassicae*, palomilla de la manzana *Cydia pomonella*, barrenador del fruto *Diaphania* sp., barrenador grande del maíz *Diatraea grandiosella*, gusano peludo *Estigmene acrea,* gusano medidor defoliador del oyamel *Evita hyalinaria*, trips *Frankliniella* sp., descarnador *Harrisina* sp., gusano bellotero *Helicoverpa zea,* gusano del fruto *Heliothis* sp., gusano telarañero del otoño *Hyphantria cunea*, gusano alfiler del tomate *Keyferia lycopersicella*, palomilla *Laspeyresia* sp., minador serpentina del chile *Liriomyza munda*, minador de la hoja *Liriomyza sativa*, pulgón del rosal *Macrosiphum rosae*, gusano de bolsa *Malacosoma* sp., gusano del cuerno del jitomate *Manduca*

quinquemaculata, gusano falso medidor *Mocis latipes*, gusano soldado *Mythimna unipuncta*, pulgón *Myzus persicae*, araña roja *Oligonychus punicae*, gusano perro del naranjo *Papilio crespontes*, minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella*, palomilla dorso de diamante *Plutella xylostela*, falso medidor de la soya *Pseudoplusia includens*, gusano soldado *Spodoptera exigua*, gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, barrenador del fruto de la piña *Tecla basilides*, araña de dos manchas *Tetranychus urticae*, mosquita blanca *Trialeurodes packardi*, mosquita blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum*, gusano falso medidor de la col *Trichoplusia ni*, y tríps *Thrips* sp. Sin límite de intervalo de seguridad la mayoría y un registro que requiere 7 d. Vigencia vencida, diversa e indeterminada. Categoría toxicológica de peligro IV y 5. La mezcla es de Azadiractina + aceite de margosa, insecticida-acaricida con un producto comercial, se aplica en Solanáceas contra mosca blanca *Bemisia argentifolli*; sin límite de intervalo de seguridad, vigencia 09/08/2018 y categoría toxicológica de peligro 5. Un producto se comercializa para uso exclusivo en plantas formuladoras de plaguicidas agrícolas (AI, 2917; AM, 2017; ANJ, 2017; COFEPRIS, 2017; CRE, 2017; Fortgrow, 2017; GM, 2017; MM, 2017; PHCM, 2017).

Además de azadiractina, obtenida del nim, también existen otros nueve registros de extractos de nim; Extracto de aceite de neem (dos registros), Extracto de aceite de neem clarificado hidrofóbico (dos registros), Extracto de neem, Extracto de neem (*Azadirachta indica*), Extracto de neem - extracto de canela (dos registros), y Extracto vegetal de neem + extracto vegetal de ajo, con 12, 10, 4, 10, 11 (jardinería), 1, 9, 8 (aplicadores) y 11 productos comerciales, catalogados como insecticidas-acaricidas, insecticidas, insecticidas-acaricidas-fungicidas, insecticidas-insecticidas, insecticidas, insecticidas, insecticidas-insecticidas, e insecticidas-acaricidas, vigencia 22/01/2018, vencida, indeterminada, sin información, vencida, vencida, vencida, 05/04/2018 y sin información, y categoría toxicológica de peligro 5, 5, 5, sin información, 5, IV, 5, 5 y sin información, respectivamente. Se aplican contra arañas rojas, cochinillas, mosca blanca, piojos harinosos, polilla, pulgones, tríps, mosca blanca *Bemisia tabaci*, psilido asiático *Diaphorina citri*, ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus*, cenicilla polvorienta *Sphaerotheca fuliginea*, araña roja *Tetranychus urticae*, trips *Thrips tabaci* y pulgón negro de los cítricos *Toxoptera aurantii* (COFEPRIS, 2017; Ecoprotecto, 2017; MM, 2017; UA, 2017).

La candelilla se ha registrado como Extracto de candelilla *Euphorbia anthysiphilita* + extracto de limón *Citrus latifolia* + extracto de gobernadora *Larrea tridentata*, con 1 producto comercial fungicida contra mancha foliar *Alternaria brassicae*, tizón temprano *Alternaria solani* y mancha bacteriana *Xanthomonas vesicatoria*, con vigencia indeterminada y categoría toxicológica de peligro IV (COFEPRIS, 2017).

Existen 11 registros de canela con propiedades plaguicidas en México; Aldehído cinámico, Aceite extracto de canela, Extracto de ajo + extracto de chile picante + extracto de canela (dos registros), Extracto de ajo + extracto de cuasia amara + extracto de canela + extracto de chile, Extracto de canela (tres registros), Extracto de neem - extracto de canela (dos registros) y Extracto vegetal de canela, catalogados como insecticidas-acaricidas, con 2, 5, 14, 13 (jardinería), 14, 10 (Uso exclusivo), 10 (jardinería), 10, 9, 8 y 10 productos comerciales con Vigencia indeterminada, vencida, 31/01/2018, 07/03/2018, 08/08/2018, 21/01/2018, 05/04/2018, vencida, vencida, 05/04/2018 y sin información con categoría toxicológica de peligro IV, IV, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5 y sin información, respectivamente. Se aplica contra arañas, moscas, mosquitos, larvas, pulgones, pulgón saltador *Bactericera cockerelli*, adultos de mosca blanca *Bemisia tabaci*, cochinilla *Dacytlopius coccus*, adultos y ninfas del psilido asiático de los cítricos *Diaphorina citri*, trips *Frankliniella occidentalis*, araña roja *Oligonychus punicae*, pulgón *Myzus persicae*, ácaro blanco

Polyphagotarsonemus latus, piojo harinoso *Planococcus citri*, araña roja *Tetranychus urticae* y trips *Thrips tabaci* (COFEPRIS, 2017; CRE, 2017; Ecoprotecto, 2017; UA, 2017).

Del cempazuchil se obtiene el tertienil, el cual se formula en 2 mezclas comerciales, ambas como Argemonina + berberina + ricinina + a-terthienil; una de uso agrícola y otra de uso urbano, con 13 y 14 productos comerciales, vigencia vencida y 26/02/2018, y categoría toxicológica de peligro IV y 5. Con propiedades insecticidas, el primero se aplica contra mosquita blanca *Bemisia tabaci*, psílido asiático *Diaphorina citri*, piojo harinoso de los cítricos *Planococcus citri*, ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus*, y pulgón negro de los cítricos *Toxoptera aurantii*, y el segundo contra alacranes, arañas, cucarachas, hormigas, moscas, mosquitos (COFEPRIS, 2017; UA, 2017).

El chicalote se ha registrado con propiedades insecticidas-acaricidas en México, como Argemonina + berberina + ricinina + a-terthienil (dos registros) y Extracto de chicalote (tres registros) con 13, 14, 11, 11 (jardinería) y 3 productos comerciales, con vigencia vencida, 26/02/2018, 05/04/2018, 22/04/2018 y sin información, y categorías toxicológica de peligro de IV, 5, 5, 5, y sin información, respectivamente. Se aplica contra arañas rojas, cochinillas, larvas, mosca blanca *Bemisia tabaci*, psílido asiático *Diaphorina citri*, piojos harinosos, piojo harinoso de los cítricos *Planococcus citri*, ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus*, pulgón negro de los cítricos *Toxoptera aurantii*, pulgones y trips (COFEPRIS, 2017; UA, 2017).

El chile también se ha formulado como plaguicida en México como: *Capsicum frutence* + *Allium canadense* + *Anemone multifida* (dos registros), Extracto de ajo + extracto de chile picante + extracto de canela (dos registros), Extracto de ajo + extracto de cuasia amara + extracto de canela + extracto de chile, catalogados como insecticida-insecticida, insecticida-insecticida, insecticida, insecticida, e insecticida, con 3, 1, 14, 13 (jardinería) y 13 productos comerciales con vigencia vencida, vencida, 31/01/2018, 07/03/2018 y08/08/2018 y categoría toxicológica de peligro IV, IV, 5, 5 y 5, respectivamente. Se aplica contra arañas rojas, cochinillas, larvas, mosca blanca, piojos harinosos, pulgones, trips, piojillo de la papa *Bactericera cockerelli* y mosquita blanca *Bemisia tabaci* (COFEPRIS, 2017; UA, 2017).

De cítricos existen ocho registros como plaguicidas en México; Ácido ascórbico + ácido cítrico + ácido láctico, D-limoneno, Extracto de candelilla *Euphorbia anthysiphilita* + extracto de limón *Citrus latifolia* + extracto de gobernadora *Larrea tridentata*, Extracto de cítrico, Extracto de cítrico + quercetina (tres registros), y Extracto de cítrico y compuestos relacionados, como fungicida-bactericida, insecticidas, fungicida-fungicida, fungicidas, bactericidas, fungicida-fungicida, fungicida-fungicida, y fungicida, con 7, 1, 1, 1 (uso industrial), 12, 12 (jardinería), 13 (uso industrial) y 3 (uso industrial) productos comerciales, vigencia indeterminada, 04/07/2017, indeterminada, 08/04/2018, sin información, vencida, vencida, y 16/05/2013, y categoría toxicológica de peligro de IV, IV, IV, 4, sin información, IV, IV y IV, respectivamente. Se aplica al follaje contra hongos, mancha foliar *Alternaria brassicae*, tizón temprano *Alternaria solani*, moho gris *Botrytis cinerea*, damping off *Pythium debaryanum* y mancha bacteriana *Xanthomonas campestris* pv *Vesicatoria* (BioM, 2017; BL, 2017; COFEPRIS, 2017; Ecoprotecto, 2017; RA, 2017).

El clavo se ha registrado con 2 formulados fungicidas e insecticidas en México; Aceite de romero + aceite de clavo + aceite de tomillo y Extracto de ajo + extracto de clavo + jasmonato, con 2 y 1 productos comerciales, vigencia 17/01/2018 y vencida, y categoría toxicológica de peligro 5 y 4; se aplica contra cenicilla *Leveillula taurica* y psilido de la papa *Bactericera cockerelli*, respectivamente (BioM, 2017; COFEPRIS, 2017; DI, 2017).

La cuasia, también con propiedades insecticidas, se formula en mezcla como Extracto de ajo + extracto de cuasia amara + extracto de canela + extracto de chile, con 14 productos comerciales, vigencia 08/08/2018 y categoría toxicológica de peligro 5 se aplica contra pulgón saltador *Bactericera cockerelli* y mosquita blanca *Bemisia tabaci* (COFEPRIS, 2017).

El epazote también se ha formulado para disposición comercial, como Componentes del extracto de *Chenopodium ambrosioides*. Hay cinco productos comerciales de este insecticida, que se aplica al follaje contra pulgón saltador *Bactericera cockerelli*, mosca blanca *Bemisia tabaci*, pulgón de la col *Brevicoryne brassicae*, y trips *Frankliniella occidentalis* y *Thrips tabaci*, sin límite de intervalo de seguridad, con vigencia vencida y categoría toxicológica de peligro 5 (COFEPRIS, 2017).

La mezcla de Geraniol + citronellol + nerolidol + farnesol registrada como acaricida contra ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* y araña roja *Tetranychus urticae* con 2 productos comerciales tiene vigencia al 08/08/2018 y categoría toxicológica de peligro 5 (ALM, 2017; COFEPRIS, 2017).

La gobernadora se ha registrado con propiedades plaguicidas en México, como Extracto de candelilla *Euphorbia anthysiphilita* + extracto de limón *Citrus latifolia* + extracto de gobernadora *Larrea tridentata*, Extracto de gobernadora (tres registros), y Extracto vegetal de gobernadora + extracto vegetal de pino + extracto vegetal de ácido cítrico, con 1, 14, 9, 4 y 1 productos comerciales, catalogados como fungicida-fungicida, fungicida, fungicida, fungicida-bactericida y fungicida-fungicida, con vigencia indeterminada 15/08/2018, sin información, sin información y vencida, y categoría toxicológica de peligro IV, 5, sin información, sin información y IV. Se aplica contra mancha foliar *Alternaria brassicae*, tizón temprano *Alternaria solani*, cenicilla *Erysiphe cichoracearum*, mancha bacteriana *Xanthomonas campestris*, mancha bacteriana *Xanthomonas vesicatoria* (COFEPRIS, 2017; Ecoprotecto, 2017; Intrakam, 2017; UA, 2017).

La hierbabuena se formula en mezcla como Aceite de romero + aceite de hierbabuena, con 2 productos comerciales, insecticidas-acaricidas, se aplica contra pulgón saltador *Bactericera cockerelli*, vigencia 17/01/2018 y categoría toxicológica de peligro 5 (COFEPRIS, 2017; DI, 2017).

Existen cuatro registros de higuerilla en México; Argemonina + berberina + ricinina + a-terthienil (dos registros), Extracto vegetal de pino + extracto vegetal de orégano + extracto vegetal de higuerilla, y Ricinina con 13 (uso agrícola), 14 (uso urbano), 1 y 1 (uso en jardinería) productos comerciales con propiedades insecticida-insecticida, insecticida, acaricida, nematicida-nematicida e insecticida-acaricida, y vigencia vencida, 26/02/2018, vencida e indeterminada, categoría toxicológica de peligro IV, 5, IV y IV, respectivamente. Se aplica al follaje contra mosquita blanca *Bemisia tabaci*, psílido asiático *Diaphorina citri*, piojo harinoso de los cítricos *Planococcus citri*, ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus*, y pulgón negro de los cítricos *Toxoptera aurantii*, y también es de uso urbano exclusivo de aplicadores de plaguicidas contra alacranes, arañas, cucarachas, hormigas, moscas, mosquitos (COFEPRIS, 2017; Ecoprotecto, 2017; UA, 2017).

La manzanilla se formula como Extracto acuoso de ajo + extracto acuoso de manzanilla y ruda, con 3 productos comerciales, como insecticidas-insecticidas, se aplica contra mosquita blanca *Bemisia tabaci* y picudo de la guayaba *Conotrachelus dimidiatus*, con vigencia indeterminada y categoría toxicológica de peligro IV (BL, 2017; COFEPRIS, 2017).

El orégano se formula en 2 mezclas; Extracto vegetal de pino + extracto vegetal de orégano + extracto vegetal de higuerilla, y Lecitina de soya + extracto de algas + aceite de orégano + aceite de ajo + chitosan + extracto de tepezcohuite + extracto de gobernadora, con 1 y 6 productos comerciales como nematicida-nematicida en cucurbitáceas y bactericidas en solanáceas, vigencia vencida y 07/05/2018, y categoría toxicológica de peligro IV y 5 (COFEPRIS, 2017; Ecoprotecto, 2017).

El pino se ha formulados en 2 mezclas; Extracto vegetal de gobernadora + extracto vegetal de pino + extracto vegetal de ácido cítrico, y Extracto vegetal de pino + extracto vegetal de orégano + extracto vegetal de higuerilla, registrados con 1 y 1 producto comercial como fungicida-fungicida y nematicida-nematicida en cucurbitáceas con vigencia vencida y vencida, y categoría toxicológica de peligro IV y IV (COFEPRIS, 2017; Ecoprotecto, 2017).

Las piretrinas tienen uso agrícola, en jardines, pecuario, doméstico, urbano e industrial con 4, 1, 19, 17, 35 y 13 registros en México y 16, 1, 24, 20, 58 y 13 productos comerciales (ACM, 2017; AI, 2O17; Biocampo, 2017; BM, 2017; CJ, 2017; COFEPRIS, 2017; FMCAM, 2017; GAL, 2017; Intrakam, 2017; SCJ, 2017; TCI, 2017).

Como piretrinas (y piretro) formuladas solas de uso insecticida-acaricida en la parte agrícola existen 4 registros con 16 productos comerciales (1 para formuladoras), vigencia indeterminada y vencida, y categoría toxicológica de peligro IV y 4. Se aplican al follaje contra piojillo de la papa *Bactericera cockerelli* y mosquita blanca *Bemisia tabaci* y palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (COFEPRIS, 2017).

Para uso en jardinería existe la mezcla Resmetrina + piretrinas + butóxido de piperonilo (como sinergista), con 1 producto comercial insecticida-insecticida para el control de chinches, cucarachas, moscas y mosquitos, con vigencia indeterminada y categoría toxicológica de peligro IV (COFEPRIS, 2017).

Piretrinas de uso pecuario, existen 19 registros; 16 formulaciones solas y 3 formulaciones en mezcla, con 21 y 3 productos comerciales, catalogadas como insecticidas-acaricidas y de categoría toxicológica de peligro IV. Las formulaciones en mezcla son: Permetrina + piretrinas + butóxido de piperonilo y piretrinas + metoprene (dos registros). Son ectoparasíticidas para el control de ácaros, garrapatas, piojos y pulgas en aves (canarios), bovinos, caprinos, conejos, cuyos, equinos, gatos, hamsters, ovinos, perros, porcinos, ratas, ratones (COFEPRIS, 2017).

Piretrinas de uso doméstico, existen 17 registros; 9 formulaciones solas y 8 formulaciones en mezcla, con 12 y 8 productos comerciales, catalogadas como insecticidas-acaricidas y de categoría toxicológica de peligro IV. Las seis mezclas son: Aletrina + piretrinas (dos registros), Esbiotrina-piretrina, Extracto de piretro + dietilentoluamida, Piretrina + cyflutrin, Piretrina + tetrametrina + aletrina, Piretrina + tetrametrina + permetrina, Piretrinas (tres registros), Piretrinas + tetrametrina (dos registros), y Resmetrina + piretrinas + butóxido de piperonilo (como sinergista). Uso en hojas y flores de árboles, arbustos y hortalizas en jardín para el control de ácaros, ácaro del trébol, ácaros rojos, arañas rojas, arlequines, caras de niño, chicharritas, chinches, ciempiés, cochinillas, conchuela del frijol, escamas de los helechos, escarabajos, gorgojos, gusanos, gusanos de la col, gusanos quemadores, moscas blancas, mosquitas blancas, orugas, pulgones, tisanópteros, y también contra alacranes, arañas, avispas, ciempiés, cochinillas, cucarachas, garrapatas, hormigas, jejenes, larvas, moscas, mosquitos, pescadito de plata, polillas, pulgas y zancudos (COFEPRIS, 2017).

Hay 35 piretrinas insecticidas-acaricidas de uso urbano; 30 formulaciones solas y 5 formulaciones en mezcla, con 50 y 8 productos comerciales y de categoría toxicológica de peligro IV. La gran mayoría de uso exclusivo para aplicadores (fumigadores) y las mezclas son de Clorpirifos etil + piretrina + butóxido de piperonilo (sinergista) (cuatro registros) y piretrinas. Se aplica contra abejas, alacranes, araña de la harina, arañas, avispas, barrenadores de la madera, barrenillo, chinche de cama, ciempiés, cucarachas, derméstidos, escarabajo confuso de la harina, escarabajo dentado de los granos, gorgojos del arroz, de la harina, del tabaco, carcoma, grillos, hormigas, jejenes, mariposas pequeñas, milpiés, mosca de establos, moscas, mosquita de la fruta, mosquitos, mosquitos de fruta, paloma de cereales, palomilla de los molinos, palomilla india de los alimentos, palomillas, pescaditos de plata, polilla de la harina, pulgas, saltamontes, simulidos, tábanos, tijerillas y zancudos (COFEPRIS, 2017).

Existen 13 piretrinas de uso industrial, sin ser catalogadas como mezclas y con un registro comercial cada una, por lo que hay 13 productos comerciales. Son insecticidas-acaricidas de uso exclusivo para plantas formuladoras de plaguicidas con categoría toxicológica de peligro III y IV, para matar avispas, cucarachas, escarabajos de los granos de la harina y del tabaco, gorgojos, moscas, mosquitos y polillas (COFEPRIS, 2017).

El extracto de *Reynoutria* spp. se ha registrado como fungicida contra tizón temprano *Alternaria solani*, antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides*, cenicilla *Leveillula taurica*, cenicilla polvorienta *Sphaerotheca fuliginea*, cenicilla *Sphaerotheca humuli*, cenicilla *Sphaerotheca macularis* y cenicilla *Uncinula necator*, con 1 producto comercial de vigencia vencida y de categoría toxicológica de peligro 5 (COFEPRIS, 2017; FMCAM, 2017).

El romero se formula en 2 mezclas; Aceite de romero + aceite de clavo + aceite de tomillo, y Aceite de romero + aceite de hierbabuena, como fungicidas e insecticida-acaricida con 2 y 2 productos comerciales que se aplican en solanáceas contra cenicilla *Leveillula taurica*, y pulgón saltador *Bactericera cockerelli*, con vigencia 17/01/2018 y 17/01/2018, y categoría toxicológica de peligro 5 y 5 (COFEPRIS, 2017; DI, 2017).

La ruda se formula como Extracto acuoso de ajo + extracto acuoso de manzanilla y ruda, con 3 productos comerciales como insecticida-insecticida contra mosquita blanca *Bemisia tabaci* y picudo de la guayaba *Conotrachelus dimidiatus*, vigencia indeterminada y categoría toxicológica de peligro IV **(**BL, 2017; COFEPRIS, 2017).

Las saponinas, jabones de plantas, se han registrado como plaguicidas en México como Aceites de origen vegetal y animal + terpenoide de origen vegetal + alcaloides de origen vegetal + esteroides + saponinas + aminoácidos totales + silicato de calcio + ácido acético, Extracto acuoso de catecoles y saponinas naturales + extracto oleoso de glucosinolatos naturales, Extracto de quillay, Saponinas esteroidales, y Extracto de *Yucca schidigera* catalogados como bactericida, fungicida, insecticida y nematicida con 14, 5, 1, 1 y 1 productos comerciales, Vigencia vencida, vencida, indeterminada, sin información y 24/08/2017, y categoría toxicológica de peligro IV, 4, IV, sin información y 5, respectivamente. Se aplica contra nematodo radical *Ditylenchus dipsaci*, pudrición suave *Erwinia carotovora*, marchitez del tomate *Fusarium oxysporum*, tizón tardío *Phytophthora infestans*, nematodo radical *Pratylenchus* sp., pudrición radical *Rhizoctonia solani* y mancha bacteriana *Xanthomonas vesicatoria* (Biocampo, 2017; COFEPRIS, 2017; Ecoprotecto, 2017; GBM, 2017; Lidag, 2017).

La soya se ha formulado en mezcla como Aceite vegetal de semilla de soya, Ácidos grasos de soya + hidróxido de potasio, y Lecitina de soya + extracto de algas + aceite de orégano + aceite de ajo + chitosan + extracto de tepezcohuite + extracto de gobernadora como insecticida-acaricida, insecticida-acaricida (uso en jardinería), y bactericida con 5, 1 y 6 productos comerciales con vigencia indeterminada, indeterminada y 07/05/2018, y categoría toxicológica de peligro IV, III y 5, se aplica contra mosquita blanca *Bemisia tabaci* (COFEPRIS, 2017; CRE, 2017; MF, 2017).

La tierra de diatomeas se ha registrado como herbicida contra muérdago verdadero y muérdago enano en plantas parasitas, hemiparásitas y epifitas con 3 productos comerciales, con vigencia vencida y categoría toxicológica de peligro IV (COFEPRIS, 2017).

El tomillo se formula como Aceite de romero + aceite de clavo + aceite de tomillo, con 2 productos comerciales fungicidas contra cenicilla *Leveillula taurica*, vigencia 17/01/2018 y categoría toxicológica de peligro 5 (COFEPRIS, 2017; DI, 2017).

CONSIDERACIONES GENERALES

Existen 196 registros de plaguicidas vegetales que se formulan comercialmente en 873 productos. La gran mayoría de los productos son mezclas, lo que hace que se pueda desarrollar rápido la resistencia, disminuyendo la vida del producto. Más que a elaborar extractos se tiende a formularse con principios activos. No se indica los disolventes usados en las extracciones. Aunque registrados no se encuentran fácilmente en internet, y por el contrario hay productos vencidos que se siguen encontrando en el mercado. No es el nim el más numeroso en el mercado, son los productos de piretrinas, con 132; aunque sumado éste con azadiractina, dominan el mercado con 148 productos comerciales. En piretrinas, que las hay naturales y sintéticas, pocas de uso agrícola, la mayoría de uso urbano. En orden de importancia aparecen canela, ajo, chicalote, cítricos, aceites, chile y ácidos con 105, 104, 52, 50, 45, 44, 43 formulados comerciales, respectivamente. Con la finalidad de seguir en el paradigma de mortalidad se ha aumentado la dosis e incrementado el periodo de aplicación. Los de uso en jardinería se usan en la parte agrícola. Aparte de ser mezclas, la gran mayoría, tienden a ser mezclados con otros productos biorracionales y hasta organosintéticos.

LITERATURA CITADA

ACM. 2017. Productos, bayer. Aventis Cropscience México (ACM). https://www.bayer.mx/es/productos/productos de la a a la z/. Revisado el 01-10 de junio de 2017.

AI. 2917. Orgánicos, categoría, altiara. Agrícola Innovación (AI). http://altiara.mx/categoria/organicos/. Revisado el 15-30 de abril de 2017.

ALM. 2017. Inseticidas, productos, arista. Arysta Lifescience México (ALM). http://www.arysta-gbm.com/. Revisado el 01-20 de junio de 2017.

AM. 2017. Article, content, option, index, advan. Advan de México (AM). http://advan.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=111. Revisado el 15-25 de abril de 2017.

ANJ. 2017. Productos, anajalsa. Agricultura Nacional de Jalisco (ANJ). http://www.anajalsa.com.mx/productos.php?s=productos. Revisado el 01-10 de junio de 2017.

Biocampo. 2017. Productos, biocampo. Biocampo http://www.biocampo.com.mx/Biocampo/Productos.html. Revisado el 11-23 de junio de 2017.

BL. 2017. Biocrack, bernilabs. Berni Labs (BL). http://www.bernilabs.com/biocrack.html. Revisado el 15-20 de junio de 2017.

BioM. 2017. Biorganix-mexicana, mexicored, ramos-arizpe. Biorganix Mexicana (BM). http://ramos-arizpe.mexicored.com.mx/biorganix-mexicana-sa-de-cv.html. Revisado el 10-15 de junio de 2017.

BM. 2017. Agricultura, productos, bayer. Bayer de México (BM). https://www.bayer.mx/es/productos/agricultura/. Revisado el 11-23 de junio de 2017.

CJ. 2017. Productos, ceras Johnson, quiminet. Ceras Johnson. http://www.quiminet.com/shr/es/ceras-johnson-3433483/productos.htm. Revisado el 11-23 de junio de 2017.

CRE. 2017. Productos, publico, agrhusa. Carlos Román Esquivel (CRE). http://www.agrhusa.com.mx/publico/productos/index.aspx?m=2. Revisado el 16-20 de marzo de 2017.

DI. 2017. Agricultura. Distribuciones Imex (DI). http://www.imex.mx/nosotros/agricultura.html. Revisado el 15-25 de abril de 2017.

Ecoprotecto. 2017. Ecoprotecto, agroquímicos orgánicos. Ecoprotecto. http://www.agroquimicos-organicosplm.com/ecoprotecto-sa-de-cv-199-7#inicio. Revisado el 01-20 de junio de 2017.

Fortgrow. 2017. Productos. Fortgrow. http://fortgrow.com.mx/productos/. Revisado el 10-15 de marzo de 2017.

FMCAM. 2017. Productos, agroquímica, fmc. FMCAM (FMCAM). http://www.fmcagroquimica.com.mx/productos. Revisado el 02-20 de junio de 2017.

GAL. 2017. Categorías, acuariolomas. Grupo Acuario Lomas (GAL). http://www.acuariolomas.com.mx/categories/GATOS/. Revisado el 01-10 de junio de 2017.

GBM. 2017. Biopesticidas, productos, greencorp.com.mx. Greencorp Biorganiks de México (GBM). http://greencorp.com.mx/productos/biopesticidas/#section_five. Revisado el 01 de febrero-01 de junio de 2017.

GM. 2017. Línea ecológica, categoría, productos. Gowan Mexicana (GM). http://www.gowanmexicana.com/productosgm.php?categoria=7&idioma=3. Revisado el 10-15 de abril de 2017.

IAS. 2017. Timorex-gold, productos. Insumos y Agroquímicos Stockton (IAS). http://www.stockton-ag.com/es/productos/timorex-gold/. Revisado el 01-06 de marzo de 2017.

II. 2017. Ingeniería industrial, lohechoenmexico. Ingeniería Industrial (II). http://www.lohechoenmexico.mx/ingenieria-industrial-s-a-de-c-v/#.WXWTGFGQzIU. Revisado el 02-16 de junio de 2017.

Intrakam. 2017. Prodyuctos, default, intrakam. Intrakam. http://www.intrakam.com.mx/default.asp?id=3. Revisado el 11-23 de junio de 2017.

QS. 2017. Agroquímicos. Química Sagal (QS). http://www.quimicasagal.com/agroquimicos.html. Revisado el 15-25 de marzo de 2017.

Lidag. 2017. Productos, lidag. Lidag. http://www.lidag.com/productos. Revisado el 15-20 de junio de 2017.

MF. 2017. Agroquímicos, orgánicos, mezclas y fertilizantes. Mezclas y Fertilizantes (MF). http://www.agroquimicos-organicosplm.com/mezclas-y-fertilizantes-sa-de-cv-58-1#inicio. Revisado el 07-10 de marzo de 2017.

MM. 2017. Productos químicos agrícolas, business, mitsui. Mitsui de México (MM). http://www.mitsui.com/mx/es/business/1217131_9509.html. Revisado el 20-30 de

mayo de 2017.PHCM. 2017. Biopesticidas, phc, phcmexico. Plant Health Care de México (PHCM). http://www.phcmexico.com.mx/phcbiopesticidas.html. Revisado el 25-30 de marzo de 2017.

RA. 2017. Orgánicos, insecticidas y fungicidas, raliagropecuaria. Rali Agropecuaria (RA). http://www.raliagropecuaria.com/insecticidas-y-fungicidas-org-nicos.html. Revisado el 5-15 de mayo de 2017.

SCJ. 2017. Productos, scjohnson. SC Jhonson (SCJ). http://www.scjohnson.com.mx/productos.aspx. Revisado el 15-20 de junio de 2017.

TCI. 2017. Trébol comercio internacional, empresa, cosmos. Trébol Comercio Internacional (TCI). https://www.cosmos.com.mx/empresa/trebol-comercio-internacional-blj8.html. Revisado el 11-23 de junio de 2017.

UA. 2017. Agricultura orgánica, producto, categoría. Ultraquimia Agrícola (UA). http://ptisa.com.mx/categoria-producto/agricultura-organica/. Revisado el 20-25 de marzo de 2017.

MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS

CONOCIMIENTO Y TESTIMONIO DE LOS AGRICULTORES SOBRE LA DIVERSIDAD DE CULTIVOS Y LOS FACTORES CLIMÁTICOS EN LA REGION ORIENTE DE PUEBLA

Ramón Díaz Ruiz[190]
Juan Contreras Ramos[1]
Miguel Angel Casiano Ventura[1]

RESUMEN

Con la finalidad de conocer los cultivos, que se han sembrado desde hace 20 años hasta la actualidad en la Región Oriente de Puebla, la diversidad de los mismos, la presencia de lluvias, sequía y heladas, así como el posible impacto que han tenido en los cultivos que siembran los agricultores, se aplicaron 40 cuestionarios con el método de muestra dirigida que consideró a informantes claves y a líderes de los diferentes sistemas de producción. La información comprendió los periodos de 1996, 2006 y 2016. Los agricultores sembraban entre seis y siete cultivos de 1996 al 2016, los más frecuentes desde 1996 hasta 2016 han sido maíz y frijol. En ambas décadas el orden de frecuencia se mantiene, sin embargo, el haba tiende a descender hasta 5%. Similar tendencia presentaron la cebada y el trigo desde 12.2% hasta 4.4% y de 4.1% hasta 2.2% respectivamente. Nueve genotipos de maíz fueron registrados destacando las variedades criollas (53.2%), maíz amarillo (12.8%) y azul (10.6%). Estos dos maíces se mantienen constantes en 1996 y 2006 pero disminuyen en el 2016 hasta 5.4% y 8.7% respectivamente. En cambio, los híbridos se siembran durante 1996 (6.4%) y 2006 (4.1%) pero aumentan en el 2016 (18.5%). Los genotipos de frijoles fluctuaron entre siete y ocho de 1996 a 2016, prácticamente se mantuvieron todos los colores durante los últimos 20 años a excepción del frijol parraleño que no fue registrado en 2016. La ocurrencia de heladas se ha recorrido desde febrero (1996 y 2006) hasta mediados de marzo (2016) pero en los tres años se mantiene la presencia a mediados de octubre. La precipitación también se ha movido de mediados de enero (1996), mitad de marzo (2006) y recientemente se detectan lluvias hasta mayo (2016). El periodo de mayor sequía se presenta de mediados de mayo a mediados de septiembre, tal periodo coincide con la sequía intraestival definido entre julio y agosto. Actualmente la mayoría de los productores siembra el maíz en abril por falta de humedad suficiente en el suelo durante marzo.

PALABRAS CLAVE: Diversidad de cultivos, precipitación, temperatura, heladas, agricultores

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica a través de los años enfrenta las variantes del clima y responde con la adaptación gradual de las especies a los diferentes factores del ambiente. Este hecho, favorece la diversidad entre las especies y dentro de las mismas, lo cual debe ser aprovechado para generar materiales adaptados a las regiones y satisfacer las necesidades alimenticias. Con el tiempo, es posible que los productores, quienes son los actores principales en la conservación y manejo de los cultivos en los distintos ambientes del país, busquen alternativas para mantener y cultivar las especies que siempre han poseído e incluir otras con potencial de producción y de ingresos económicos.

[190]Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, dramon@colpos.mx.

El enfoque principal para adaptarse a las cambiantes condiciones del clima, debe hacer énfasis en la conservación de los recursos genéticos, en cuidar la diversidad de las especies, evitar la erosión genética y sobre todo la pérdida de genes. A pesar de la diversidad existente que poseen los agricultores, es necesario mantener la búsqueda de materiales tolerantes a los factores climáticos que prosperen ante la adversidad, esto implica en los cultivos, no solo la expresión genética sino también un manejo integrado apoyado en las nuevas tecnologías amigables con el ambiente.

En regiones particulares, la cantidad de cultivos sembrados durante un periodo de tiempo, puede indicar la pérdida de especies y los efectos de los factores del clima en la abundancia y frecuencia de las mismas, los cambios del clima pueden inducir en la disminución o aumento de la diversidad, combinado con el interés que pueda existir de los productores por los cultivos puede mantenerse o dejar de cultivarse un cultivo. De acuerdo con Berry *et al.* (2006), la agricultura y las especies serán vulnerables al cambio climático, esta variará según la región y la especie en consideración, por lo que se deben considerar medidas preventivas al respecto.

La agricultura en general es una de las actividades del ser humano sensibles a las variaciones del clima, se considera una actividad extremadamente vulnerable en los países en desarrollo, por ende se requiere generar tecnología para enfrentar los posibles daños con tintes catastróficos para la agricultura por el impacto que tendría en la alimentación humana. Entre los tipos de agricultura más vulnerables se encuentra la de temporal que representa alrededor del 80% de la superficie cultivable, en estas regiones es donde siempre se ha batallado con la variabilidad del clima, aunado a ello, el cambio climático podría provocar fuertes desastres en los cultivos que integran la agricultura de una región, como sería el caso de los Valles de Serdán y Tlachichuca, Puebla.

El presente trabajo tuvo como objetivo conocer las especies de cultivos que se han sembrado, la percepción de los agricultores sobre la variabilidad del clima y las decisiones que han tomado al respecto desde hace 20 años en la Región Oriente de Puebla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los cuestionarios se aplicaron en noviembre del 2016 directamente con cada una de los agricultores entrevistados. Un cuestionario fue aplicado a 40 productores de la Región Oriente del Estado de Puebla bajo el método de una muestra dirigida que consideró a informantes claves y a líderes de diferentes sistemas de producción (Rojas-Soriano, 2013). La finalidad fue recabar información sobre los cultivos que ellos siembran en sus terrenos. Junto con ello, saber el periodo de lluvias como factor importante, que abastece de agua a los cultivos durante el ciclo de desarrollo y los meses con presencia de heladas, las cuales llegan a causar mermas irrecuperables en los cultivos. La información fue para tres periodos: Hace 20 años, 10 años y actualmente. La información de los resultados fue analizada mediante Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cultivos anuales sembrados por los productores durante dos décadas a partir de 1996

Los productores de la región de estudio sembraban en 1996 seis cultivos de temporal diferentes (Cuadro 1), los más frecuentes fueron maíz (44.9%) y frijol (20.4%). De igual manera, a partir de 2006 se continuó cultivando seis especies importantes, siendo los más frecuentes nuevamente el maíz (51 %) y frijol (22.4 %). En 2016 se registraron siete especies cultivadas predominando el maíz (57.8 %) y frijol (20 %), mostrando estos dos

cultivos básicos un incremento constante en su siembra a lo largo del período estudiado. En ambas décadas el orden de frecuencia se mantiene, sin embargo, el haba tiende a descender hasta un 5% en frecuencia; similar tendencia presentaron la cebada y el trigo pero con una marcada tendencia descendente desde 12.2% hasta 4.4% y de 4.1% hasta 2.2% respectivamente. El orden jerárquico entre los cultivos sobresalientes se ha mantenido desde la década de los 70, con el maíz en primer lugar seguido del frijol y haba. Los productores de la región Oriente de Puebla han enfrentado a los factores climáticos con estos cultivos, siendo básicos para su alimentación y venta en el mercado regional principalmente. Actualmente están incluyendo otros cultivos con fines de obtener mayores ingresos como son el girasol y las hortalizas, sin embargo, estos cultivos tienen la limitante de extenderse debido a que la mayor parte de la superficie agrícola es de temporal y tales cultivos los siembran en zonas de riego. Empero, forman parte de los cultivos que productor tiene como alternativas para incrementar sus ingresos.

Cuadro 1. Cultivos sembrados por los productores en la región Oriente de Puebla durante dos décadas a partir de 1996.

Cultivo	1996	2006	2016
Maíz	44.9	51	57.8
Frijol	20.4	22.4	20.0
Haba	16.3	12.2	11.1
Cebada	12.2	10.2	4.4
Trigo	4.1	2.0	2.2
Arvejon	2.0	2.0	-
Girasol	-	-	2.2
Hortalizas	-	-	2.2

Variedades de las principales especies cultivadas

Fueron registrados nueve genotipos diferentes por el nombre que los productores los conocen (Cuadro 2). Entre los sobresalientes están las variedades criollas (53.2%) seguidas de maíz amarillo (12.8%) y azul (10.6%). Estos dos maíces se mantienen constantes en 1996 y 2006 pero disminuyen en el 2016 hasta 5.4% y 8.7% respectivamente. Por su parte, el genotipo de maíz cremoso también tiende a disminuir en un 2.5% en 2016. Por el contrario, los maíces híbridos permanecen constantes durante 1996 y 2006 pero aumentan considerablemente en el 2016 (18.5%). Es evidente que los agricultores conservan gran parte de sus maíces criollos, con tendencia a aumentar su cultivo, como se observa en 2016 de hasta 2.4%. Sin embargo, actualmente la difusión de los maíces híbridos por distintas empresas ha logrado aumentar la siembra de dichos materiales en la Región Oriente de Puebla, hecho que no se lograba en esta región hasta el 2006, en el 2016 el aumento ha sido significativo en detrimento de la siembra con criollos (Figura 1). Este hecho, tiende a acotar la diversidad de maíces criollos, que es la base genética para enfrentar los cambios climáticos como son las heladas, sequías y frecuencia de lluvias. La aceptación de los híbridos puede ser atribuible a los rendimientos de grano mayores que el obtenido con los híbridos. Los maíces cremosos tienden a disminuir recientemente que habían permanecido constantes hace 10 y 20 años. Existe la probabilidad de que los maíces de colores estén siendo desplazados por los híbridos y el productor conserve los criollos blancos tradicionales.

Cuadro 2. Genotipos de maíz cultivados en la Región Oriente de Puebla durante dos décadas a partir de 1996.

Genotipos	1996	2006	2016
Criollo	53.2	51	55.6
Amarillo	12.8	12.2	7.4
Azul	10.6	10.2	1.9
Blanco	8.5	10.2	9.2
Híbrido	6.4	4.1	18.5
Cremoso	4.3	4.1	1.8
Zanahoria	2.1	2	1.9
Cacahuacintle	2.1	4.1	3.7
Piña	-	2	-

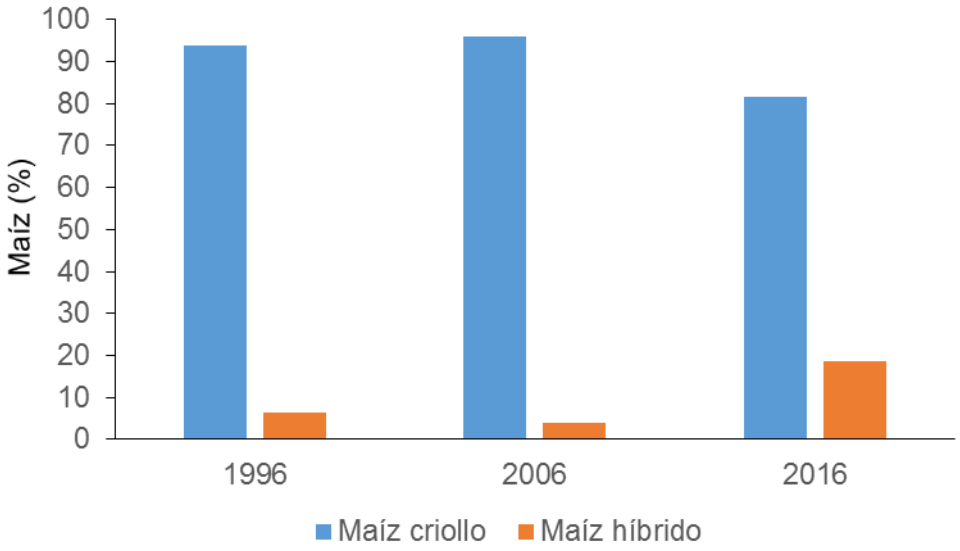


Figura 1. Siembra de maíz criollo y maíz híbrido en la Región Oriente de Puebla durante dos décadas desde 1996 hasta 2016.

En el caso de frijol, en 1996 se registraron siete genotipos de colores distintos (Cuadro 3), en 2006 fueron mencionados ocho y en 2016 nuevamente siete, prácticamente se mantuvieron todos los colores durante los últimos 20 años a excepción del frijol parraleño que no fue registrado en 2016. El ayocote, considerado por los productores como un genotipo de frijol, debería integrarse a las estadísticas por separado debido a que es una especie diferente al frijol común clasificado como *Phaseolus vulgaris* L., al cual pertenecen todos los colores registrados, en cambio el ayocote es denominado *Phaseolus coccineus* L. Aunque en el Estado de puebla se tienen identificados otros colores (Ramírez-Pérez *et al.*, 2012), en la Región Oriente se tiene diversidad importante que debe de mantenerse como parte del germoplasma de frijol en el Estado. Actualmente, los agricultores, no solo han conservado los mismos genotipos de frijoles sino también han incrementado el cultivo de algunos como el caso del frijol Bayo (13.1%), Amarillo (8.7%) y Mantequilla (4.4%). Por el contrario, el cultivo del frijol negro ha disminuido en los últimos 20 años hasta un 26.1%. En el caso de los frijoles Morado, Pinto, Parraleño y Ayocote se han mantenido estables.
Las variedades criollas de los cultivos básicos siguen siendo consideradas para las siembras, por lo tanto, los agricultores las conservan como parte de su patrimonio agrícola y la seguridad alimentaria. Sin embargo, es evidente que en la actualidad los productores

se están diversificando al cultivar diferentes especies de interés económico como son las hortalizas y los maíces híbridos sin desatender los materiales criollos.

Cuadro 3. Genotipos de frijol cultivados en la Región Oriente de Puebla durante dos décadas a partir de 1996 a 2016.

Genotipos	1996	2006	2016
Negro	56.5	45.5	30.4
Bayo	13.0	18.2	26.1
Amarillo	8.7	9.1	17.4
Mantequilla	8.7	9.1	13.1
Parraleño	4.3	4.5	-
Morado	4.3	4.5	4.3
Pinto	4.3	4.5	4.3
Ayocote	-	4.5	4.3

Factores del clima

En el caso de las heladas no se observa un cambio drástico durante los últimos 20 años a partir de 1996, esto con base al testimonio de los productores, se mantiene la probabilidad latente todo el año con probabilidades al 4% en los meses de junio, julio y agosto (Figura 2). Las mayores probabilidades llegan a ser en los meses de enero, febrero, marzo, septiembre, octubre, noviembre y diciembre de acuerdo con la percepción de la mayor parte de los agricultores. Actualmente, en marzo es donde se atestigua por la mayoría de los agricultores la presencia de heladas al igual que en octubre. En estos meses se marca el inicio de la siembra y final del ciclo de cultivo, sin embargo, las variedades tardías pueden enfrentar las heladas de octubre en la etapa de terminación del llenado de grano. Estos ligeros cambios, en este factor climático dan testimonio de la variabilidad del clima en la región. Además de que el testimonio de los entrevistados coincide con lo reportado por Velasco *et al.* (2015) que en la región de Serdán, desde la década de los ochentas hasta el 2010 se ha presentado una tendencia ascendente de las heladas, hecho que representa una amenaza para los cultivos.

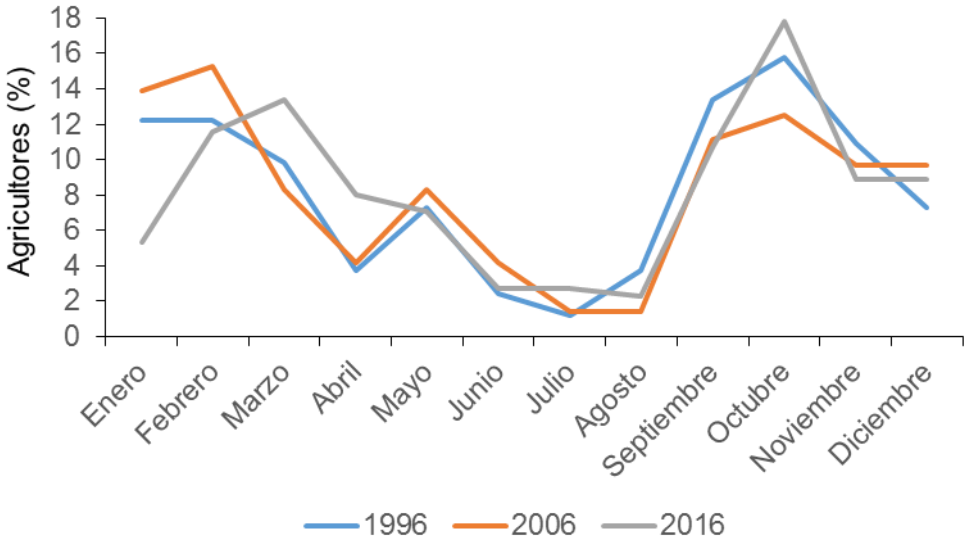


Figura 2. Frecuencia de heladas durante los meses del año en la Región Oriente de Puebla de 1996 a 2016.

De acuerdo a los informantes, en 1996 las lluvias se presentaban desde mediados de enero, en dicho año la mayoría de los agricultores mencionan que desde principios de marzo se presentaban lluvias, para el 2006 hay agricultores que atestiguan las precipitaciones a mediados de marzo (Figura 3). La mayor parte de los agricultores en 2006 mencionan que las lluvias son en abril y en 2016 son percibidas en mayo. En esta percepción de los productores se nota un desplazamiento de las lluvias desde el 2006 siendo más notable en 2016, suceso que concuerda con el desplazamiento de fechas de siembra del maíz de marzo a abril y concuerda con los resultados de Contreras (2006) quien evaluó el periodo de lluvias 1963-2002 de la región de Serdán. Se detecta que en septiembre la mayoría de los agricultores detecta lluvias importantes durante los últimos 30 años, estos dos hechos podrían indicar mayor inestabilidad en el establecimiento del ciclo de lluvias y mejor estabilidad al término del ciclo. Aunado a ello, es justificable la petición de los agricultores de buscar o generar variedades precoces que se adapten a un ciclo corto de lluvias.

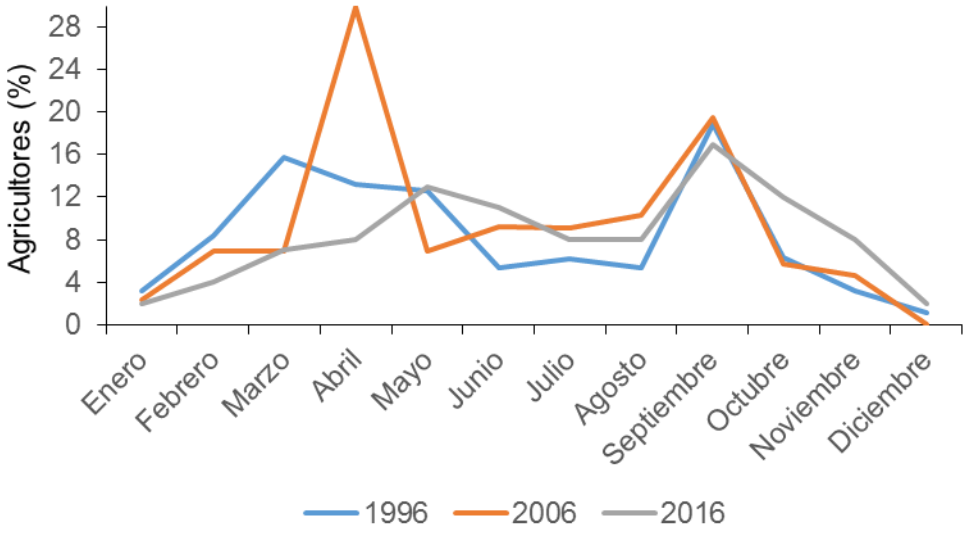


Figura 3. Meses con precipitación en la Región Oriente del Estado de Puebla en dos décadas a partir de 1996 hasta 2016.

La mayor parte de los agricultores mencionan que el periodo de mayor sequía se presenta de mediados de mayo a mediados de septiembre (Figura 4). Este periodo coincide con el periodo de sequía intraestival definido entre julio y agosto, que se presenta no solo en la Región Oriente de Puebla sino en todo el país, durante 1996 dicho periodo de sequía fue clasificado como fuerte en el Sur de Arizona (Eakin y Conley, 2002), este intervalo de sequía afecta las etapas fenológica de floración y de fructificación de los cultivos por lo que en distintas especies cultivadas se buscan materiales tolerantes a la sequía como parte de las estrategias de mejoramiento genético. La sequía se ha detectado en otras regiones, como en el noreste del país donde fue identificado como uno de los problemas fuertes que afecta la agricultura de temporal (López-García y Manzano, 2016).

A pesar de que en abril del 2006 los productores no identifican presencia de sequía, en 1996 y 2016 se define ausencia de lluvias, empero, lo que más afecta a los cultivos es la sequía identificada en los meses de febrero y marzo que ha provocado el movimiento de fechas de siembra de marzo a abril principalmente en maíz, actualmente la mayoría de los agricultores siembra el maíz en abril por falta de humedad suficiente en el suelo durante el mes de marzo. El cambio de fechas de siembra también se ha reportado en otras partes del planeta y en distintos cultivos como en las regiones agrícolas indígenas del sur de Anzoátegui, Venezuela donde las siembras de frijol se han recorrido, antes era posible sembrarlo hasta en enero y actualmente no es factible debido a que las lluvias consideradas de “norte” han disminuido con el tiempo (Olivarez *et al.*, 2012).

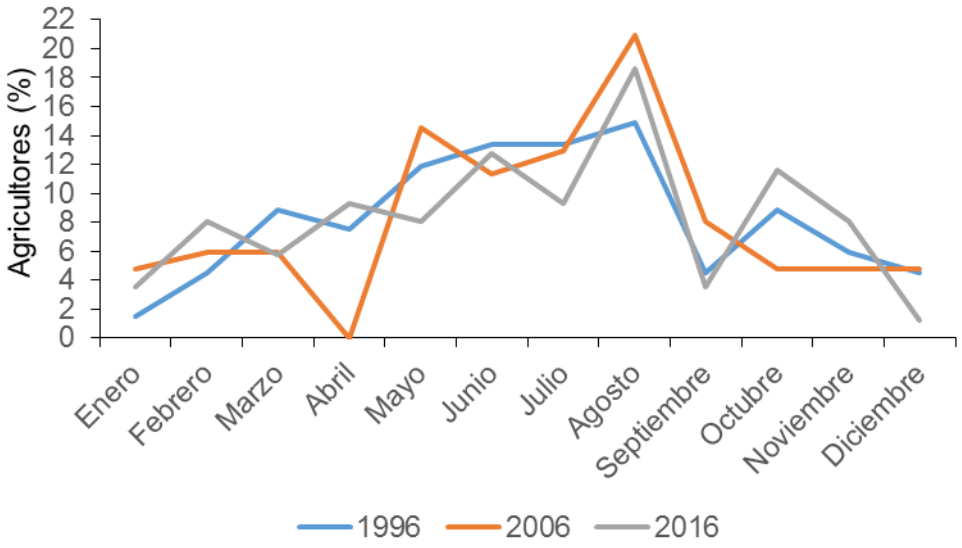


Figura 4. Meses donde se presenta sequía en la Región Oriente del Estado de Puebla en dos décadas de 1996 hasta 2016.

CONCLUSIONES

La diversidad de especies cultivadas se ha mantenido al igual que las variedades que siembran los agricultores durante el periodo de 1996 hasta el 2016. Las variedades que se han dejado de cultivar son menores al 2%. Empero hay tendencias descendentes en maíces de colores y se detecta aumento de siembras con maíces híbridos. Las siembras de cebada y trigo han descendido actualmente, al igual que el haba, siendo más notable en la cebada.
Los factores climáticos heladas, precipitación y sequía han presentado cambios al inicio del ciclo de cultivos desde 1996 hasta 2016 pero se mantiene su ocurrencia en el mismo periodo de cada uno al final del ciclo. Estos cambios han modificado la fecha de siembra específicamente del maíz de marzo a abril.

LITERATURA CITADA

Contreras R. J. 2006. Evaluación de la Sostenibilidad del maíz de grano en la región de Serdán Puebla, México. Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Madrid, España.

Eakin H. and Conley J. 2002. Climate variability and the vulnerability of ranching in southeastern Arizona: a pilot study. Climate Research. 21: 271-281.

Berry P. M., Rounsevell M. D. A., Harrison P. A. and Audsley E. 2006. Assessing the vulnerability of agricultural land use and species to climate change and the role of policy in facilitating adaptation. Environmental Science & Policy. 9: 189-204.

López-García T. G. y Manzano M. G. 2016. Vulnerabilidad climática y situación socioambiental: percepciones en una región semiárida del noreste de México. Madera y Bosques. 22 (2): 105-117.

Olivares B., Sindoni V. M., Valderrama J., Aray J. C. 2012. Valorización del conocimiento local y ancestral mediante la percepción del clima en comunidades agrícolas indígenas del sur de Anzoátegui. Revista Científica UDO Agrícola. 12 (2): 407-417.

Ramírez-Pérez A. R., Díaz-Ruiz R., Jacinto-Hernández C., Paredes-Sánchez J. A., Garza García R. 2012. Diversidad de frijoles de diferentes regiones del estado de Puebla. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 3 (3): 467-480.

Rojas S. R. 2013. Guía para realizar investigaciones sociales. Plaza y Valdés Editores (38 ed) México. 439 p.

Velasco H. M. A., Morales A. T., Estrella Ch. N. G., Díaz R. R., Juárez S. P., Hernández V. M., Bernal M. R. 2015. Tendencias y variabilidad de índices de cambio climático: enfoque agrícola en dos regiones de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 6 (7): 1587-1599.

CARACTERISTICAS QUÍMICAS Y CULINARIAS DEL HABA EN GRANO SECO Y COCIDO

María del Rosario Bernabé Salas[191]
Celia Márquez Luna[1]
Ramón Díaz Ruíz[2]

RESUMEN

La semilla de haba (Vicia faba L.), se ubica como una importante leguminosa por su alto valor nutritivo de proteína en diferentes países del mundo, el potencial nutritivo en muchas de las ocasiones se ve limitado por la presencia de compuestos que pueden producir efectos adversos en humanos y animales y por ello se les ha designado el término factores no nutritivos, sin embargo datos recientes apoyan la idea de que la proporción adecuada puede tener un papel benéfico a la salud.

La población mexicana que consume esta leguminosa en estado maduro, tiene el hábito alimenticio de freírla, tostarla o someterla a cocción, pero un procesamiento térmico puede modificar algunos de sus compuestos, por tales razones se llevó a cabo el análisis de cinco variedades de haba producidas en comunidades y municipios del estado de Puebla.

Los análisis realizados a las variedades mostraron 11.6 -10.3% de humedad, 3.9-2.7% de cenizas, 7.9-7.8% de fibra, 0.004 mg de ácido ascórbico, pH de 6.5-6.3, capacidad de retención de agua igual a110.4-104.76% y un tiempo de cocción entre 35-101 min., contenido de taninos que oscila entre 0.42017-0.28840 en el caldo de haba.

El procesamiento térmico de los granos de haba modificó la composición nutricional y no nutricional de los granos, principalmente en la cantidad de cenizas, fibra y acidez, por otro lado la cantidad de pH aumentó y el contenido de taninos también fue significativo.

PALABRAS CLAVE

Vicia faba L, variedad, caldo de haba.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de haba es abundante en la región de Serdán, además de que es un producto importante en la alimentación humana por su aporte nutrimental al organismo humano.

Puebla es uno de los productores sobresalientes a nivel nacional en la producción de haba en grano, el clima y altitud que tienen este estado es favorable al desarrollo de este cultivo (Zavala, 2010).
La importancia del haba es debido a su aporte de energía y nutrientes, en cuanto a su composición química, es variada de acuerdo a su forma de cultivo, localización y a sus condiciones de desarrollo (Agustín y Klein, 1989; Kadam et al., 1989).

[191] Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, División de Ingeniería en Industrias Alimentarias. rbernabe@tecserdan.edu.mx
[2]Colegio de Posgraduados, Campus Puebla.

El haba es utilizada para consumo humano así como para alimentos de animales, actualmente la tecnología de transformación ha ido evolucionando en Países desarrollados y se están buscando alternativas de transformación (Bond et al., 1985), lo que beneficiará a los consumidores, y de esta manera, se obtendrán subproductos de consumo inmediato.

Se tiene conocimiento de que los diferentes tipos de legumbres poseen gran cantidad de propiedades y beneficios para nuestro organismo, dentro de estas legumbres se tiene especial atención a las habas secas, debido a que es considerada un alimento altamente energético por la cantidad de proteína (20%), vitaminas (niacina B3 2.5 mg), minerales (magnesio 193 mg, hierro 5.8 mg, cobre 1.2 mg, calcio 88 mg y fosforo 146mg por cada 100 gr), además de esto son consideradas una fuente diurética depurativa y antirreumática (Fornes, 1983).

El consumo de haba en la región de Serdán es mediante ensaladas, complemento de otros platillos cuando esta verde y cuando está en grano seco se consume en caldo, tlacoyos, tamales. En el tiempo de cuaresma el consumo es mayor, principalmente en harina.

Actualmente es de suma importancia el consumo de alimentos saludables para el ser humano, tomando en cuenta las aportaciones que estos pueden tener y sin duda, el haba es un alimento sano y afortunadamente se produce en nuestro país, mejor en la región de Ciudad Serdán Puebla, por tal motivo el objetivo primordial de este estudio es determinar las características nutricionales y fisicoquímicas del haba en grano seco y cocidos de tres variedades de haba producidas en la región de Ciudad Serdán Puebla, y con ello conocer el aporte de nutrientes que contiene estas variedades antes y después de ser sometida a tratamientos térmicos o de cocción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Variedades analizadas

Las variedades consideradas para este estudio fueron Parraleña Serdán, Blanca Santa María Coatepec, Amarilla y Parraleña Santa Inés Varela la Luz, y Roja San Francisco Cuautlancingo las cuales fueron cultivadas bajo temporal en las comunidades de Ciudad Serdán, San Francisco Cuautlancingo, Santa Inés Varela La Luz perteneciente de Tlachichuca y Santa María Coatepec Puebla.

Métodos utilizados

Para llevar a cabo las determinaciones de capacidad de absorción de agua, tiempo de cocción del grano y contenido de sólidos en el caldo se utilizó la metodología establecida por Guzmán et al. (1995).

En cuanto a las determinaciones de fibra cruda se tomó en cuenta la establecida por la AOAC (1994), determinación de cenizas, proteína, taninos, pH fueron tomas en cuenta las técnicas establecidas por las Normas Oficiales Mexicanas para determinaciones en cereales. Las determinaciones se realizaron por triplicado de cada una de las variedades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de llevar a cabo las determinaciones de cenizas, humedad, fibra acidez, pH, peso seco, taninos, CAA (Capacidad de Absorción de Agua), TCG (Tiempo de Cocción del Grano) y sólidos totales en el caldo de cocción; se encuentran los siguientes resultados:

Cuadro 1. Determinaciones químicas y culinarias del grano seco de haba en diferentes variedades

Variedad	Cenizas	Humedad	Fibra	Acidez	pH	CAA	Tiempo de cocción
Parraleña Serdán	3.97 a	10.31 b	7.97 a	0.004 b	6.50 a	110.42 a	35.00 d
Amarilla Santa Inés	2.96 b	11.62 a	7.97 a	0.004 b	6.46 a	104.76 a	101.33 b
Parraleña Santa Inés	2.85 b	11.65 a	7.88 a	0.004 b	6.36 a	107.47 a	85.33 b
Blanca Santa María	2.70 c	11.07 ab	7.92 a	0.004 b	6.46a	105.82 a	125.66 a
Roja San Francisco	2.96 b	11.24 a	7.97 a	0.005 a	6.53 a	105.41 a	65.00 c

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Las determinaciones químicas realizadas a cada una de las variedades presentan diferencias significativas entre determinaciones (Cuadro 1). La cantidad de cenizas oscila entre 3.97 y 2.70% siendo la variedad parraleña Serdán la que presenta mayor cantidad de cenizas, seguida de la variedad amarilla Santa Ines y Roja San Francisco con 2.96 y 2.96% respectivamente; presentandose con menor cantidad de cenizas la variedad parraleña Santa Inés con 2.85%, finalmente la variedad con menor cantidad en el rango de cenizas es la variedad blanca Santa María con 2.70%. Se puede decir que el porcentaje de cenizas se encuentra en los rangos reportados por Agustín y Klein (1989) y Whyte (1968); los cuales reportan una cantidad de cenizas igual a 3.30%, esta cantidad depende de la variedad, condiciones climaticas, edáficas.

La humedad reportada por Agustín y Klein (1989) y Whyte (1968), es de 10.60% aproximadamente, sin embargo para el caso de las variedades estudiadas se tienen indices mas altos a los reportados, las variedades parraleña y amarilla Santa Inés expresaron 11.65 y 11.52% de humedad respectivamente. La variedad blanca Santa María tiene el 11.074% de humedad mientras que la variedad roja San Francisco tiene 11.24% y la parraleña Serdán 10.31%, la cantidad de humedad es variable respecto a la reportada, esta en función de las condicones de almacenamiento del grano y la región donde fue cultivada.
Las variedades de haba estudiadas reportan el 7.97 y 7.88g de fibra, 7.00g es la cantidad reportadapor Agustín y Klein (1989) y Whyte (1968) en estudios de otras variedades de haba. La variedad que presenta mayor cantidad de fibra es la parraleña Serdán con 7.97g, seguida de la variedad roja San Francisco con la misma cantidad.

La acidez reportada para estas variedades fue calculada respecto a la cantidad de ácido ascórbico que presenta el grano de haba, lo reportado por Agustín y Klein (1989) y Whyte (1968) es de 4.00 mg de ácido ascórbico en los granos de haba; en este caso la mayor cantidad de ácido ascórbico se obtuvo en la variedad roja San Francisco con 5 mg y las

variedades parraleña Serdán, amarilla y parraleña Santa Ines al igual que la variedad blanca Santa María reportan una cantidad de 4mg de ácido ascórbico.

Guzmán et al. (1995) menciona que la capacidad de absorción de agua, permite evaluar el grado de permeabilidad de agua en el grano durante el remojo y con ello detectar fenómenos de testa dura, relacionado con tiempos de cocción prolongados; el tiempo de cocción de grano es una caracteristica relacionda con preferencia del consumidor en cuanto a textura del grano; de las variedades de haba analizadas respecto a la capacidad de absorción de agua se tiene que parraleña Serdán presentó una CAA igual a 104.76% y un tiempo de cocción de 35 min, la variedad parraleña Santa Inés tuvo una CAA de 107.47% y un tiempo de cocción de 85 min, blanca Santa María con 105.82% de CAA y 125.66 min para su cocción, finalmente la variedad roja San Francisco mostró una CAA de 105.41% y 65 min para la cocción. La variedad que presentó mayor CAA fue la parraleña Serdán con un 110. 42% y un tiempo de cocción igual a 35 min lo que sugiere que se esta variedad presenta características de testa porosa y rápida cocción de grano, sin embargo la variedad blanca Santa María presentó una CAA de 105. 82% y un tiempo de cocción de 125.66 min lo que la hace una variedad menos permeable con testa mas dura para cocción.

Cuadro 2. Determinaciones químicas y culinarias del caldo de haba en diferentes variedades

Variedad	Cenizas	Fibra	Acidez	pH	Taninos	Sólidos
Parraleña Serdán	1.263 b	10.027 a	0.00200 a	7.866 a	0.28840 b	1.97 b
Amarilla Santa Inés	1.344 a	9.9052 a	0.00200 a	6.266 a	0.39880 a	1.98 b
Parraleña Santa Inés	1.356 a	9.9636 a	0.00200 a	6.966 b	0.41443 a	2.97 a
Blanca Santa María	1.164 c	9.9784 a	0.00200 a	6.866 b	0.42017 a	2.13 b
Roja San Francisco	1.306 ab	9.9556 a	0.00166 a	6.866 b	0.38813 ab	2.69 ab

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

La variedad parraleña y amarilla Santa Inés presentaron cantidad de cenizas de 1.34 y 1.35% respectivamente en el caldo (Cuadro 2), por lo que se llega ala conclusión de que al momento de tener algún tipo de tratamiento ya sea termico o de cocción la cantidad de minerales disminuye significativamente, respecto a el grano sin ningún tratamiento. La cantidad de fibra incrementó en relación a la cantidad obtenida en el grano, la cantidad de ácido ascórbico tambien disminuyó, debido a que el ácido ascórbico tiende a degradarse con temperatura, el pH del caldo de haba oscilo entre 6.26 y 7.86, por lo que el caldo de haba se considera un producto ácido-básico, esto se puede atribuir a el tipo de suelo en el que fue cultivada y si el agua potable en la cual fueron puestos los granos de haba para su cocción tiene alta cantidad de minerales.

El contenido de sólidos en el caldo de cocción se obtuvo a partir de la determinación del tiempo de cocción, para poder identificar que tipo de caldo se genera se realizó una comparación respecto a los tipos de caldo reportados por Guzmán et al. (1995) en donde establece espesor de caldo de la siguiente manera, caldo ralo menos de 0.25% de sólidos, caldo intermedio de 0.26 a 0.35% y caldo espeso mas de 0.35% de sólidos, respecto a las variedades evaluadas que en la mayoria presentó caldo espeso, sin embargo el caldo que presenta mayor cantidad de sólidos es el de la variedad parraleña Santa Ines con 2.97%, seguido por la variedad roja San Francisco con 2.69% y la blanca Santa María que contiene 2.13%; finalmente las variedades que presentan menor cantidad de sólidos totales en su caldo son las variedades amarilla Santa Inés (1.98%) y parraleña Serdán con (1.97%).

Los taninos son polifenoles presentes en las plantas, se caracterizan por otorgar al alimento un sabor amargo, además de tener una acción astringente (Fernández et al., 2006), reducen la biodisponibilidad de minerales, pero ademas son capaces de unirse a enzimas y otras proteinas dificultando su digestión, e incluso pueden dar lugar a pérdidas de vitaminas, para el caso del caldo de haba la cantidad de taninos presentes osciló entre 0.288 y 0.420, la variedad que presenta mayor cantidad de taninos en el caldo fue la variedad parraleña Serdán con 0.288, mientras que la variedad con mayor cantidad de taninos en el caldo de haba fue la blanca Santa María con 0.4201.

La variedad de taninos presentes en el caldo probablemente esta influenciada por el color de la testa del grano de haba, Gutiérrez et al. (2008) menciona que la variabilidad encontrada en cada color de testa abre la posibilidad de identificar poblaciones con bajas conatidades de taninos, por ejemplo las parraleñas, rojas y amarillas presentan contenidos bajos de taninos; ello explica la variabilidad y/o cantidad de taninos presentes en el caldo de las variedades de haba analizadas.

CONCLUSIONES

Las habas estudiadas presentaron diferencias en su contenido nutricional y no nutricional, esta diversidad es posible se deba a las características genéticas propias de cada semilla.

La variabilidad de los atributos culinarios de los granos de haba es marcada en capacidad de absorción de agua, tiempo de cocción, contenido de sólidos y contenido de taninos. Así las variedades estudiadas presentan tiempo de cocción cortos de 35 min hasta tiempo prolongado de 125 min, lo cual quiere decir que se tienen granos de muy suaves al cocimiento y demasiado duros, el tipo de caldo que presentan los granos después de la cocción se puede considerar espeso pero también, se tienen caldos intermedios. La cantidad de taninos también es significativa entre variedades.

Las características presentadas en estas variedades de haba estudiadas deben tomarse en cuenta al momento de siembra y producción de granos de haba los cuales son destinados para el autoconsumo y a la venta principalmente en los mercados regionales.

LITERATURA CITADA

Agustín J. and Klein B.P. 1989. Nutrient composition of raw, cooked, canned, and sprouted legumenes *In*: Legumenes: Chemistry, technology, and human nutrition. Matthews R.H. (Ed.). N Y, EEUU. Pp 187-217.

AOAC. 1984. Association of Oficial analytical Chemists. 14th Ed. Horwitz. W (Ed). Washington, D.C. USA. 1141 p.

Bond D.A., Lawes D.A., Hawtin G.C., Saxena M.C. y Stephens J.S. 1985. Faba Bean (Vicia faba L.). In: Summerfield R.J. y Roberts E.H. (eds.), Grain Legume Crops. William Collins Sons Co. Ltd. 8 Grafton Street, London, WIX 3LA, UK. p. 199-265.

Fernández F.M., Ruiz L.M., Font P.G. 2006. Sustancias antinutritivas. En: Nutrición básica humana. Soriano del Castillo J.M. (Editor). Editorial Universitata de Valéncia. ISBN-10:84-370-6546-1. ISBN – 13:978 – 84-370-6546-5. España. 279 – 287 p.

Fornes M. J. 1983. Cultivo de habas y guisantes. Edit. Síntesis, S.A. Barcelona, España. P 143.

Gutiérrez N., Ávila C.M., Moreno M.T., Torres A.M. 2008. Development of SCAR markers linked to zt – 2, one the genes controlling ansence of tannins in faba vean. Australian Journal of Agriculture Research 59: 62 – 68p.

Guzmán M.H., Jacinto H.C., Castellanos Z.J., 1995. Manual de Metodologías para evaluar calidad del grano de frijol. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGARPA), INIFAP, Centro de Investigación Regional del Centro. México. Tema didáctico Núm. 2, 77p.

Kadam S. S., Deshpan de S. S. and Jambhale N. D. 1989a. Seed structure and composition. *In*: Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilitation. Salunkhe D. K., Kadam S. S. (Ed.). CRC Press, Boca Raton, Florida, EEUU. Pp 23-50.

Whyte, R.O. 1968. Las leguminosas en la Agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Yugoslavia. Segunda reimpresión. 1- 17 p.

LA CHIA MEXICANA (*Salvia hispanica* L.): SU HISTORIA E IMPORTANCIA COMO CULTIVO MUNDIAL

Anacleto Sosa Baldivia[1923]
Guadalupe Ruiz Ibarra[193]
Raúl Rene Robles de la Torre[3]
Gerardo Gordillo Sobrino[1]
Maneesh Sharma[4]
Xiaozhong Liu[4]

RESUMEN

La chía (*Salvia hispanica* L.) que desde hace 5,500 años se usa como alimento en México, hoy se considera la fuente más importantes de ácidos grasos poliinsaturados (AGPINs) Omega-3 para el hombre. Esta especie tiene un pasado que muchos desconocen, de ahí que el objetivo de este trabajo fue dar a conocer su historia e importancia como cultivo. Hasta antes de la conquista, la chía junto con el maíz y frijol fue clave en la alimentación Mexicana; sin embargo, los 289 años de dominio español además de reducir la población nativa de México a solo 5% (de 22 millones en 1520 a un millón en 1620), también ocasionó que el cultivo de la chía casi desapareciera. Después de la independencia de México, la chía tuvo que sobreponerse al olvido de casi 180 años y llegó a los 90s gracias a que algunas poblaciones de Jalisco, Guerrero y Puebla conservaron la tradición de su uso. Tal como lo consideraban los Aztecas, el valor nutricional de la chía es tan grande que actualmente por su alto contenido AGPINs Omega-3, proteína, fibra y mucilago se ha convertido en un alimento y cultivo importante en varias regiones del mundo. Su integración a la agricultura moderna está en marcha y considerando que en los próximos años su demanda incrementará, es evidente que después de un letargo de casi 500 años la chía está destinada a ser la Bella Durmiente de los cultivos funcionales de este siglo.

PALABRAS CLAVE: chía, Omega 3, ácidos grasos, nutrición.

INTRODUCCIÓN

La historia de la chía (*Salvia hispanica* L.) es fascinante, ya que después de usarse como alimento por casi 4,500 en México, en sólo 290 años pasó a ser casi desconocida. De acuerdo con Ayerza y Coates (2006), la tradición de su uso se perdió porque los españoles prohibieron su cultivo; sin embargo, no hay pruebas que lo sustenten (Hernández y León, 1994) como con el amaranto (Mapes, 2016). Las causas que mermaron su uso son varias, pero de acuerdo con Sosa *et al*. (2016a) las principales fueron: (1) la disminución de la población nativa de México cuya dieta tenía como base a la chía (Gerhard, 1986); (2) la abolición del tributo a los pueblos dominados por los Aztecas (Jiménez, 2009); (3) la sustitución de su área sembrada por las especies introducidas de España (Hernández y León, 1994); y (4) la modificación de la dieta debido a la disponibilidad de nuevas fuentes de alimento (Román *et al*., 2013) y el mestizaje (Salzano y Bortolini, 2002). Independientemente de cuáles fueron las causas, el daño que el dominio español causó

[192] Nutrilite-Amway, El Petacal, Jalisco, México. Área de Investigación y Desarrollo. anacleto.sosa@amway.com
[193] Instituto Tecnológico Superior de Tamazula de Gordiano. Jalisco, México.
[3] Centro de Biotecnología Aplicada (IPN), Tlaxcala, México.
[4] Amway, Buena Park, California, USA. Research and Nutrition Department.

fue tal que de 30,000 ha de chía cultivadas en 1520, estas se redujeron a unas cuantas en 1810 (Sosa *et al*., 2016a). Los españoles se establecieron en regiones donde había grandes extensiones de tierras con agua disponible y su escaso interés por colonizar zonas montañosas ayudo a que la chía sobreviviera en varias poblaciones del estado de Jalisco, Michoacán, Puebla, Jalisco y Guerrero (Cahill, 2003). Después de la independencia de México, la chía renació como cultivo y los registros de la producción agrícola señalan que en 1932 se cultivaron 38 ha en nuestro país (Rulfo, 1937). Los agricultores de Acatic Jalisco, Olinalá Guerrero y Chiepetlán, puebla, fueron clave para que la chía sobreviviera hasta la década de los 90s, que fue cuando por su alto valor nutricional se convirtió en la fuente más sustentable para cubrir los requerimientos de AGPIN Omega-3 del hombre (Weber *et al*., 1991; Orozco, 1993). De acuerdo con Ayerza y Coates (2006), su integración a la agricultura moderna inicio en 1991 a través del proyecto ¨Western Argentina Regional Project¨ que fue conducido en Argentina, y la implementación de la tecnología derivada en este estudio condujo a que la superficie mundial cultivada con chía pasara de 500 ha en 1994 a 367,000 ha en 2014 (Orozco, 1993; Peperkamp, 2015). Esta superficie continuará incrementado; porque a la fecha la demanda de alimentos y suplementos que contienen AGPINs Omega-3 es alta y no está cubierta (CRN, 2014); además, la chía también se está usando como materia prima para producir suplementos que aportan proteína y fibra a la dieta (Sandoval y Paredes, 2013; Silveira y Salas, 2014). Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue hacer una revisión científica actualizada de la historia de la chía mexicana y su importancia en la alimentación humana.

BREVE DESCRIPCIÓN

La chía es una planta nativa del Centro de México y Norte de Guatemala que pertenece a la familia Lamiaceae (Ayerza y Coates, 2006). Fue descrita por Carlos Linneo en 1753, quien la llamó *Salvia hispánica* y que en Latín significa planta de España que cura o salva (Urbina, 1887). Hoy se sabe que este nombre es erróneo ya que aunque Löfling la reportó como nativa de la flora de Madrileña (Lopez, 2007), esto es falso (Cobo, 1890) y se sospecha que fue llevada por Cristóbal Colon a este país (Urbina, 1887). De acuerdo con Linneo (1753), la chía se encontró creciendo en campos de España e Italia, pero varios investigadores dudan de esto, y en señal de desacuerdo en sus reportes han puesto un signo de interrogación tanto para la especie (*Salvia hispanica*?) (Guibourt, 1866) como para el botánico que la clasificó (*Salvia hispanica* L?) (AMQP, 1832) e incluso (AFRM, 1846) le han dado otro nombre científico (*Salvia chian* y/o *Salvia americana*) (Urbina, 1887). En 1931, Vavilov (1931) demostró que el verdadero origen geográfico de la chía es México y América Central; es posible considerando que su nombre científico es incorrecto, la chía que Vavilov colectó en México la nombró *Salvia chia* Fernald. La palabra chía viene de *Chian* que significa aceitoso, y los Aztecas usaron este término para referirse a todas las especies del genero *Salvia* comestibles cuya característica principal es su alto contenido de aceite (*Salvia hispánica* L., *Salvia polystachya* O., *Salvia tiliifolia* V. y *Salvia columbariae* B.). De acuerdo con Ayerza (2010), los españoles al desconocer la taxonomía Azteca usaron la palabra *Chian* para referirse a todas las especies de *Salvia* y otras como el Chan (*Hyptis suaveolens* L.) y amaranto (*Amaranthus hypocondriacus* L.). Este error se sigue cometiendo y algunos investigadores todavía utilizan el termino chía para referirse al amaranto, chan e incluso al huauzontle (*Chenopodium berlandieri* Moq.) (de la Cruz y Garcia, 2007; Alvarado, 2011; Allende, 2014; Garcia y de la Cruz, 2016).

HISTORIA

Época prehispánica (3500 AC-1521 DC)

La chía se domesticó 3.500 años AC y hasta la llegada de los españoles junto con el maíz, frijol, amaranto y chile fue clave en la dieta de México (Ayerza y Coates, 2011; Gutiérrez *et al*., 2014). Esta afirmación se basa en los registros del Códice Mendocino donde se menciona que Tenochtitlan consumía entre 4,000 y 15,000 t de chía anuales (Mohd *et al*., 2012). Pero la chía no sólo fue importante para los Aztecas, y en el lienzo de Tlaxcala (el libro de guerra de los Tlaxcaltecas, también conocido como Yaotlacuiloli) (Bueno, 2010) existen evidencias de que en 1531 se cultivaba en Sinaloa; así lo refleja la pintura hecha por Tlaxcaltecas que acompañaron a Nuño de Guzmán en la conquista de Chiyametlán (hoy Chametla) y que en Nahua significa lugar donde abunda la chía. Esta especie, también se cultivaba en Morelos México, y de acuerdo con Dubernard (1991), Cuauhnahuac (hoy Cuernavaca) entregaba chía como tributo a los Aztecas. Por su parte, Lopez (2010) señala que en 1500 Olinalá y Temalacatzingo, Guerrero, la chía se usaba como alimento y en la elaboración de artesanías.

Época colonial (1550-1810)

De acuerdo con Ayerza (2014) el uso de la chía en México disminuyó porque al utilizarse en ritos religiosos los españoles la prohibieron; sin embargo la literatura no sustenta esta tesis. Al respecto, Farfán (1610) en su tratado breve de medicina para el manejo de las enfermedades en México la recomendó para tratar desnutrición y enfermedades oftálmicas. Por su parte, Lopez (2010) afirma que entre el año 1500, los españoles permitieron a los pobladores de Olinalá Guerrero usar el aceite de chía para fabricar artesanías; esto en reconocimiento a su disposición para evangelizarse (Gutierre, 1982). Una concesión similar dio Hernán Cortes al pueblo de Chamilpa Morelos, al que por su apoyo en la construcción de su palacio en Cuernavaca, en el año 1537 les regaló tierras en donde les permitió cultivar chía (Dubernard, 1991). También le dio un escudo de armas que fue reconocido por la corona española y que en la parte superior exhibe una vasija con semillas de chía, este topónimo representa la palabra Chiamilpán que significa campo sembrado con chía. Estos tres eventos indican que el uso de la chía no fue prohibido por los españoles y posiblemente los investigadores modernos la han confundido con el amaranto el cual fue vetado (Mapes, 2016). Varias causas provocaron la pérdida del uso de la chía como alimento en México, pero las principales fueron: (1) la disminución de la población nativa cuya dieta tenía como base a la chía. De acuerdo con Gerhard (1986) entre 1520 y 1620 la población nativa de México disminuyó de 22 millones a sólo un millón de habitantes; (2) la abolición del tributo de los pueblos dominados por los aztecas por los españoles para formar encomiendas que servían a sus intereses (Jiménez, 2009); (3) la sustitución del área cultivada con chía por especies animales y vegetales introducidas de España (trigo, cebada, la caña, cártamo, ganado vacuno y ovino) (Hernández y León, 1994); y (4) la modificación de la dieta como resultado de la disponibilidad de nuevos alimentos de origen animal y vegetal (Román *et al*., 2013) y el mestizaje que resultó de la cruza del mexicano con otras razas (Salzano y Bortolini, 2002). En los casi 289 años de dominio español, el cultivo de chía casi se extinguió y con ello todo el conocimiento asociado con su uso y manejo agronómico se perdió o quedó olvidado (Gutiérrez *et al*., 2014). Este hecho se refleja en la literatura publicada para chía entre 1521 y 1810, de acuerdo con León (1895), en este periodo sólo hubo una publicación (Farfán, 1610).

Renacimiento de la chía como cultivo (1810-1990)

La chía sobrevivió gracias a que varias poblaciones de Puebla, Guerrero, Morelos, Michoacán y Jalisco en México continuaron la tradición de su uso (Hernández y Miranda,

2008). Después de la independencia de México, la chía renació como cultivo y los registros de las operaciones realizadas por la NAO de China indican que entre 1719 y 1801 México exportó chía a otros países (Sosa *et al*., 2016b). También hay evidencias de que en Puebla México, la chía se usaba como medicina y en el primer ensayo sobre materia medica que publicó la AMQP (1832) se recomendó como emoliente, vigorizante y para curar afecciones oftálmicas; este uso fue avalado por la AFRM (1846) en su Farmacopea Mexicana que hoy es el Vademécum farmacéutico. De acuerdo con Flowers (1882), en 1875 la chía se cultivaba en varias regiones de México y se vendía a alto precio en Nuevo Orleans EUA porque no era posible su producción en este país. Siete años más tarde, Maisch (1882) escribió la primera revisión en extenso sobre el uso de la chía como alimento y medicina; su conclusión fue que debería ser estudiada en el área de medicina. Por su parte, Urbina (1887) en México, escribió el ensayo titulado la chía y sus aplicaciones, este investigador consideró que la chía no pudo ser colectada en España, y sugirió cambiarle el nombre a *Salvia polystachya*, Ort. ó *Salvia chian* Ll; además predijo que en el futuro llegaría a ser de gran importancia industrial. El primer registro oficial de la producción comercial de chía en México apareció en 1932 (Rulfo, 1937), en ese año se cultivaron 38 ha y el rendimiento fue 344 kg ha^{-1}. Más tarde, en la década de los 40s, se publicó la primera prueba científica del alto contenido de AGPINs Omega-3 exhibidos en la chía (Lloyd *et al*., 1946); sin embargo, debido a que la esencialidad de los AGPINs Omega-3 en humanos se desconocía, la chía no pasó de ser una especie exótica usada para preparar agua fresca y pinturas para decorar artesanías (Small, 2011; Leyenaar, 2016). El paso clave para reconocer su importancia nutricional fue dado en 1975 cuando en Groenlandia se descubrió que los AGPINs Omega-3 son esenciales (Dyerberg *et al*., 1975; Bang *et al*., 1980) y la ingesta menor de 2,000 mg $día^{-1}$ en el largo plazo causa arterioesclerosis coronaria en el hombre. Con base en este hallazgo, las guías de nutrición actuales recomiendan consumir al menos 900 mg $día^{-1}$ de AGPINs Omega-3 para prevenir problemas cardiovasculares (Covert, 2009) y en personas con arteriosis coronaria diagnosticada esta recomendación forma parte del tratamiento (Lichtenstein, *et al*., 2006).

Integración de la chía al mundo moderno (1990-2010)

La chía arribó al siglo XXI sin incorporar los cambios para adaptarse a la era moderna, esto debido a que no evolucionó como lo hicieron los cultivos con los que convivio en el pasado (maíz, frijol, tomate, chile y cacao), y que a diferencia de esta, hoy son constituyentes de la dieta moderna (Ayerza y Coates, 2006). Sin en embargo, esto cambió en los 90s, ya que al demostrarse la esencialidad de los AGPINs Omega-3, inició su estudio científico y el primer trabajo que reportó su potencial como fuente de lípidos, proteínas y fibra fue realizado por Weber *et al*. (1991). Dos años más tarde, en Acatic Jalisco, México, Orozco (1993) condujo un experimento para evaluar el uso de herbicidas en el control de malezas; de acuerdo con este investigador, en este tiempo investigadores de EUA y Argentina visitaron esta localidad para conocer las bases sobre el manejo agronómico de la chía y que después aplicaron en el proyecto conocido como ¨Western Argentina Regional Project¨. Los objetivos de esta investigación fueron estudiar el perfil nutricional, mejoramiento genético y manejo agronómico de la chía cultivada en diferentes regiones agrícolas de Argentina, Perú, Colombia, Bolivia y Ecuador (Ayerza y Coates, 2006). Los resultados se han publicado en los últimos 22 años y han sido clave para promover el uso y producción de este maravilloso cultivo en todo el mundo (Coates y Ayerza, 1996; Ayerza y Coates, 2011; Busilacchi *et al*., 2015; Ayerza, 2016).

IMPORTANCIA DE LA CHIA COMO CULTIVO

El boom de la chía (2010 a la fecha)

En los últimos seis años, la importancia de la chía en la agricultura mundial ha incrementado y después de vivir casi cinco siglos de olvido, hoy está sujeta a un intenso estudio (Jamboonsri *et al*., 2012; Segura *et al*., 2014; Valdivia y Tecante, 2015). Esto se debe a que aun cuando existen varias fuentes alimenticias para cubrir los requerimientos de AGPINs Omega-3 (Pez Menhaden, salmón, algas y aceite de lino) (Castro, 2002; di Sapio *et al*., 2008); ninguna es tan segura, barata y sustentable como la chía y la ingesta de 25 a 50 g día^{-1} cubre la demanda de AGPINs Omega-3 en adultos (Vuksan *et al.*, 2007). Tomando en cuenta que la chía presenta alto contenido de AGPINs Omega-3 (58-64 % de los lípidos totales), proteína (16-24 %), lípidos (31-35 %); y fibra (34-56 %) (Segura *et al*., 2014; Valdivia y Tecante, 2015), en los últimos seis años su demanda ha incrementado y se estima que para 2020 sus ventas serán de 1.2 billones de dólares (USAID, 2014). Actualmente, la importancia de la chía es tal que países como EUA, Chile, Argentina e Italia en donde el clima no permite su cultivo están evaluando diferentes prácticas agronómicas para su adaptación (Kaiser y Ernest, 2016; Amato *et al*., 2015; Tello, 2014; Bocchichio *et al*., 2015a). El principal problema que enfrentan estos países, es que la chía al ser de clima tropical solo crece entre las latitudes 20° 55' N y 25° 05' S (Sorondo, 2014) y florece sólo cuando el fotoperiodo es menor a 12.5 horas luz; por lo tanto, cuando se siembra en latitudes mayores a 39º 11´ S (Choele Choel, Argentina) y 32º 14´ N (Tucson, Arizona, USA) no produce semilla porque su estado reproductivo coincide con el periodo de heladas las cuales matan el cultivo y cuando produce semilla su rendimiento y calidad es bajo (Jamboonsri *et al*., 2012; Perez *et al*., 2013). Para resolver este problema, se han desarrollado cultivares capaces de florecer en localidades donde el fotoperiodo es mayor a 12.5 horas y actualmente ya fueron patentadas cuatro variedades insensibles al fotoperiodo. La primera es el cultivar Hearthland que fue derivado por mutación con radiación gama en la universidad de Lexington, Kentucky USA (Hildebrand *et al*., 2013); este cultivar está disponible en semilla blanca y negra y la compañía Hearthland tiene el derecho obtentor (Hearthland, 2016). Los otros genotipos registrados son Sahi Alba 911, Sahi Alba 912 y Sahi Alba 914, estos se desarrollaron mediante selección masal e individual en Argentina y también tienen protección intelectual (Sorondo, 2014). México y Tailandia también están conduciendo trabajos de mejoramiento genético (Ketthaisong *et al*., 2016; Sosa *et al*., 2016c), y en El Petacal Jalisco México, la compañía Nutrilite-Amway ya identificó la línea de chía blanca MS1SA12-MS2SA13-IS3PL294IS4A14 que por su alto potencial productivo y alto peso de la semilla en el corto plazo registrará el primer cultivar de chía blanca de alto rendimiento en todo el mundo (Sosa *et al*., 2016c). Esta afirmación se sustenta en que para las variedades de chía desarrolladas en Argentina y EUA no hay registros que comprueben que su potencial productivo fue mejorado. En todos los casos, para derivar las nuevas variedades de chía los mejoradores utilizaron como fuente genética el cultivar Pinta cuyo origen geográfico es Acatic Jalisco. Este cultivar es una mezcla de semillas negras y blancas en una proporción 9:1 y actualmente cubre 80% de la superficie mundial cultivada con chía (Jamboonsri *et al*., 2012; Rovati *et al*., 2012; Sosa *et al*., 2016a). El uso de variedades precoces con insensibilidad al fotoperiodo permitió la producción de chía en Argentina (Coates y Ayerza, 1998) y en solo cuatro años su área cultivada paso de 100 ha (2010) a 120,000 ha (2014) (Aguaysol *et al*., 2014; González *et al*., 2014) y su rendimiento fluctúa entre 1,200 y 150 kg ha^{-1} con una media de 350 kg ha^{-1} (Perez *et al*., 2013). En EUA los resultados han sido menos impactantes que en Argentina y aun cuando es posible producir chía, su cultivo se restringe a los estados de Kentucky y Florida y su rendimiento medio es 290 kg ha^{-1} (Shneider, 2014). En Italia y Chile se han identificado la mejores fecha de siembra para producir chía, sin embargo, los resultados son

desalentadores porque el rendimiento es bajo y frecuentemente no hay producción porque las heladas matan el cultivo (Tello, 2014; Amato *et al*., 2015; Bochicchio *et al.,* 2015b). Solo en regiones tropicales (ubicadas entre la latitud 23º 30´ N y 23º 30´S) como Jalisco México, Ghana África y Mymensingh Bangladesh es posible obtener altos rendimientos de chía (1033-2605 kg ha^{-1}), especialmente bajo condiciones de riego (Yeboah *et al*., 2014; Karim *et al*., 2015; Sosa y Ruiz, 2016; Sosa *et al*., 2017). A diferencia de lo que ocurre en zona templada, en el trópico, el potencial productivo de la chía no es función de la temperatura, sino de la disponibilidad de agua ya que al considerarse que la chía solo florece cuando el fotoperiodo es menor de 12:30 horas luz, su producción se realiza exclusivamente de lluvias (Orozco *et al.,* 2014; Ríos, 2014; Ramírez y Lozano, 2015). La chía tiene un alto potencial como cultivo en México que no hemos explotado, ya que a diferencia de muchas otras regiones, aquí es posible producir chía durante nueve meses (Junio-Mayo). Al respecto, Sosa y Ruiz (2016) recientemente reportaron que la chía no es un cultivo exclusivo de temporal, y en Jalisco México es posible realizar dos ciclos por año (Verano-Otoño e Invierno-Primavera); pero lo más importante, en ambos es posible obtener altos rendimientos. Con base en los resultados del trabajo realizado durante tres años, Sosa *et al.* (2017) mencionan que para mejorar la productividad de esta especie en México, se debe implementar un proyecto de investigación de largo plazo que permita generar tecnología en el cultivo de chía tal como lo hizo Argentina hace 25 años.

QUE ES LO QUE SIGUE?

El aumento de la demanda mundial de chía de los últimos seis años y su uso como materia prima en la industria de alimentos y suplementos confirman la predicción hecha por Urbina (1887) hace 129 años, en el sentido de que la chía sería de importancia industrial. Actualmente la chía se usa para el consumo directo y también como materia prima que aporta AGPINs Omega-3, proteína y fibra en bebidas, suplementos, nutraceuticos, alimentos procesados y cosméticos (Illian *et al*., 2011; Diwakar *et al*., 2014; Benexia, 2016). Como resultado de esto, varias compañías la están integrando a sus productos, un ejemplo de esto es la compañía Nutrilite, que bajo lema *"lo mejor de la naturaleza, con lo mejor de la ciencia*" está conduciendo investigación básica y aplicada para explotar el potencial de esta oleaginosa (Diwakar *et al*., 2014; Sosa et *al*., 2016b; Sosa *et al*., 2016c; Sosa *et al*., 2017). La importancia de la chía como cultivo funcional continuará incrementando y la próxima generación de suplementos y nutracéuticos donde el ingrediente funcional es AGPINs Omega-3, proteína y fibra tendrán como materia prima, la semilla de chía, un cultivo ancestral mexicano que después de casi cinco siglos de olvido, la ciencia lo rescato para su uso en la nutrición de las futuras generaciones de todo el planeta. Pero, la chía no es el primer cultivo que la ciencia rescata, y entre 1945 y 1960 también salvó a la colza (Busch *et al*., 1994), en Canadá esta especie se usaba para producir lubricantes de buques, pero al finalizar la segunda guerra mundial su destino era desaparecer. Ante este hecho, los investigadores de este país se dieron a la tarea de convertir el aceite de colza no comestible (por su alto contenido de ácido erúcico, ácido eicosanoico y glucosilatos) a un producto para consumo humano. El resultado fue extraordinario y el aceite de colza se transformó en el aceite y margarina de canola. Actualmente la canola es el segundo cultivo más importante de Canadá y en un negocio de 14 billones de dólares anuales (Canola Council, 2015). En reconocimiento a esto, en 1978 este país cambió su nombre de colza a canola cuyo significado es aceite de Canadá (NRC, 1992). La historia de la chía es similar a la de la canola, por lo que si esta especie se considera la Cenicienta de los cultivos Canadienses (Busch *et al*., 1994), la chía después de dormir por 500 años podría estar destinada a ser la Bella Durmiente de cultivos funcionales de este siglo.

CONCLUSIONES

Hasta antes de la conquista española, la chía fue el tercer cultivo más importante de México, sin embargo, la disminución de su uso por casi 289 años condujo a que casi desapareciera, esto principalmente porque la población nativa de México se redujo drásticamente. Hoy este maravilloso cultivo ha sido rescatado por la ciencia, está de regreso y a disposición para su uso en la nutrición balanceada por las futuras generaciones de todo el planeta. Tomando en cuenta que en los próximos años su importancia como alimento seguirá aumentando, es evidente que la chía está destinada a ser la bella durmiente de todos los cultivos nutraceuticos de este siglo.

LITERATURA CITADA

AFRM (Asociación Farmacéutica de la Republica de México) .1846. Farmacopea Mexicana. Capital de la Republica de México. 412 p.

Aguaysol C.N., Robles T.L., González V., Lobo Z.R. and Ploper D.L. 2014. Detección de *Sclerotinia sclerotium* en cultivos de chía (*Salvia hispanica*) en Tucumán, durante la campaña 2014. Avance Agroindustrial. 35 (4): 20-24.

Allende C.L. 2014. Estudio de la radiosensibilidad de pseudocereales mediante marcadores moleculares y microscopia electrónica. Tesis de profesional. UNAM. Toluca, Edo. De México, México. 171 p.

Alvarado R.I.D. 2011. Caracterización de la semilla de chan (*Salvia hispanica* L.) y diseño de un producto funcional que la contiene como ingrediente. Rev. de la Univ. del Valle de Guatemala. 23: 43-49.

Amato M., Caruso M.C., Guzzo F., Galgano F., Comisso MF., Bochicchio R., Labella R. and Favati F. 2015. Nutritional quality of seeds and leaf metabolites of Chia (*Salvia hispanica* L.) from Southern Italy. European Food Research and Technology 241: 615-625.

AMQP (Academia Medico Quirúrgica de Puebla). 1832. Ensayo para la materia medica mexicana. Puebla, Puebla. 101 p.

Ayerza R. 2016. Crop year effects on seed yields, growing cycle length, and chemical composition of chia (*Salvia hispanica* L) growing in Ecuador and Bolivia. Emirates Journal of Food and Agriculture. 28(3): 196-200. doi: 10.9755/ejfa.2015-05-323.

Ayerza R. 2014. Chia flowering season prediction using day length data of 11 selected locations. Rev. Ind. Agríc. de Tucumán. Tomo 91 (1): 33-35; 2014.

Ayerza R. 2010. Effects of seed color and growing locations of fatty acid content and composition of two chia (*Salvia hispanica* L.) genotypes. Journal of the American Oil Chemists Society. 87: 1161-1165.

Ayerza R. and Coates W. 2011. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). Indust Crops Prod. 34: 1366-1371.

Ayerza R. y Coates W. 2006. Chía, redescubriendo un olvidado alimento de los Aztecas. Ed. Del nuevo extremo S.A. Buenos Aires, Argentina. 232 p.

Bang H., Dyerberg J. and Sinclair H.1980. The composition of the Eskimo food in north western Greenland. The American Journal of Clinical Nutrition 33: 2647 – 2661.

Benexia. 2016. Benexia omega 3: semillas de chía, aceite de chía, fibra de chía y gramola de chía kids. www.farmaciapasteur.com.uy/upload/Benexia-%20Inf.%20Nutricional.pdf.

Bochicchio R., Rossi R., Labella R., Bitella G., Perniola M. and Amato M. 2015a. Effect of sowing density and nitrogen top-dress fertilization on growth and yield of chia (*Salvia hispanica* L.) in a Mediterranean environment: first results. Ital J of Agron. 10: 163-166.

Bochicchio R., Philips T.D., Lovelli S., Labella R., Galgano F., Di Marisco A., Perniola M. and Amato M. 2015b. Innovative crop productions for healthy food: the case of chia (*Salvia hispanica* L.). In: The sustainability of agro-food and natural resource systems in the Mediterranean basin. A. Vastola (ed.). Springer-Verlag. Berlin, Germany, pp: 29-45.

Bueno B.I. 2010. El lienzo de Tlaxcala y su lenguaje interno. Anales del Museo de América. 18: 56-77.

Busch L., Gunter V., Mentele T., Tachikawa M. and Tanaka K. 1994, Socializing Nature: Technoscience and the Transformation of Rapeseed into Canola. Crop Sci. 34: 607-514.

Busilacchi E., Qüesta T. y Zuliani S. 2015. La chía como una nueva alternativa para la región pampeana. Agromensajes. 41: 37-46.

Cahill J.P. 2003. Ethnobotany of chia, *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). Econ Bot. 57: 604-618.

Canola Council. 2015. Canola. Growing Great 2015 In Brief. 2 p. www.canolacouncil.org

Castro G.M.I. 2002. Ácidos grasos Omega 3: beneficios y Fuentes. Interciencia. 27: 128-136.

Coates W. and Ayerza R. 1998. Commercial production of chia in Northwestern Argentina. JAOC. 75: 1417-1420.

Coates W. and Ayerza R.1996. Production potential of chia northwestern Argentina. Industrial Crop and Products 5: 229-233.

Cobo B. 1890. Historia del Nuevo mundo. Tomo 1. Publicado por primera vez con notas e ilustraciones de Marcos Jiménez de la Espada. Sociedad de Bibliófilos Andaluces. Sevilla, España. 530 p.

Covert L. 2009. Wellness Food Europe. Omega-3. EPA/DHA: The most pressing nutritional deficiency?. April/May. 20-24.

CRN (Council for Responsible Nutrition). 2014. Who takes Omega-3s?. www.crnusa.org/CRNconsumerssurvey/2014.

de la Cruz T.E. y García A.M. 2007. Mejoramiento de pseudocereales en el ININ. Contacto Nuclear 48. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. Centro Nuclear. 35-40.

di sapio O., Bueno M., Busilacchi H. y Severin C. 2008. Chía: importante antioxidante vegetal. Agromensajes de la Facultad. 56: 11-13.

Diwakar G., Rana J., Saito L., Vredeveld D., Zemaitis D. and Scholten J. 2014. Inhibitory effect of a novel combination of *Salvia hispanica* (chia) seed and *Punica granatum* (pomegranate) fruit extracts on melanin production. Fitoterapia. 97: 164-71.

Dubernard C.J. 1991. Códices de Cuernavaca y unos títulos de sus pueblos. Porrúa. DF, México. 396 p.

Dyerberg J., Bang O.H. and Hjorne H. 1975. Fatty acid composition of the plasma lipids in Greenland skimos. Amer J Clinic Nutr. 28: 958-996.

Farfán A. 1610. Tratado breve de medicina y de todas las enfermedades. Emprenta Geronymo Balli. México, México. 261 p.

Flowers H. 1882. Chia seed. Amer J Pharm. 54: 227-229.

García A.J.M. y de la Cruz T.E. Las chías de México. ININ. Contacto Nuclear. 2016. 14-18. http://www.inin.gob.mx/publicaciones/documentospdf/CN%2059%20Las%20chias.pdf.

Gerhard P. 1986. Geografía histórica de la nueva España (1519-1821). UNAM. D.F., México. 134 p.

González G. 2014. Principales limitaciones y restricciones a la comercialización de productos de interés para el área del sistema de riego en Santa María Catamarca. Informe final, Proyecto UTF/ARG/017/ARF. Buenos Aires, Argentina. 73 p.

Guibourt G. 1866. Histoire naturelle des drogues simples ou cours d'histoire naturelle professé a l'Ecole de Pharmacie de Paris. 4e édition. Tome second. 562 p. http://www.biusante.parisdescartes.fr/histoire/medica/resultats/?cote=pharma_011498x02&do=pdf

Gutierre T. 1982. Olinalá. Posada.

Gutiérrez T.R., Ramírez V.L.M., Vega L.S., Fontecha J., Rodríguez M.L. y Escobar MA. 2014. Contenido de ácidos grasos en semillas de chía cultivada en cuatro estados de México. Revista Cubana de Plantas Medicinales. 19: 199-207.

Hearthland Chia. 2016. Chia Grown, harvested and processed in the USA for total identity preservation. http://www.heartlandchia.com/.

Hernández G.A.J. y Miranda C.S. 2008. Caracterización morfológica de chía (*Salvia hispanica* L.). Revista Fitotecnia Mexicana 31: 105-113.

Hernández B.J.E. and León J.V. 1994. Neglected crops: 1492 from a different perspective. Plant production and Protection series no 26. FAO. Rome, Italy. 341 p.

Hildebrand D., Jamboonsri W. and Phillips D.T. 2013. Early flowering chia and uses thereof. Unites States Patent Application Publication US2013/0007909 A1.

Illian G.T., Jason C.C. and Bishop P.A. 2011. Omega 3 chia seed loading as a means of carbohydrate loading. Journal of Strength and Conditioning Research 26: 61-65.

Jamboonsri W. Phillips D.T., Geneve L.R., Cahill P.J. and Hildebrand F.D. 2012. Extending the range of and ancient crop (*Salvia hispanica* L.) –a new omega3 source. Gen. Resour. Crop Evol. 59: 171-178.

Jiménez A.L.F. 2009. Aspiraciones señoriales: encomenderos y caciques indígenas al norte del Valle de México, siglo XVI. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo, México. 77 p.

Kaiser C. and Ernst M. 2016. Chia. Center for Diversification crop profile. University of Kentucky. KY, USA. 3 p.

Karim M., Fuzzaman A. and Hossain A. 2015. Effect of planting time on the growth and yield of chia (*Salvia hispanica* L.). Asian J. Med. Biol. Res. 2015, 1 (3), 502-507; doi: 10.3329/ajmbr.v1i3.26469.

Ketthaisong D., Woravittayakit K., and Lertrat K. 2016. Growth and Yield Potential of Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) in Thailand. www.natres.psu.ac.th/nhc15/abstract_download/OV01221.pdf.

León N. 1895. Catalogo bibliográfico, biográfico y critica de autores y escritos referentes a vegetales de México y sus aplicaciones desde la conquista hasta el presente. Biblioteca Botánico Mexicana. Oficina Tip. de la Secretaria de Fomento. Republica de México. 372 p.

Leyenaar J.J.T. 2016. Mexican lacquers from Guerrero. Digital Publications of the National Museum of Etnhology. 23 p. www.rmv.nl.

Lichtenstein A.H., Appel L.J., Brands M., et al. 2006. Diet and Lifestyle Recommendations. A Scientific Statement from the American Heart Association Nutrition Committee. Circulation: 114: 82-96.

Linnaeus C. 1753. Species Plantarum Sections I-III. 127 p. www.gutenberg.org.

Lloyd R.W., Donde M. y Palma F. 1946. Aceite de chía (*Salvia hispanica*). Boletín de Instituto de Química de la UNAM. 2: 51-56.

Lopez A.R. 2010. Crafting Mexico, Intellectuals, Artisans, and the state after the revolution. Duke University Press. London, England. 347 p.

Lopez J.N. 2007. Las plantas vasculares de la comunidad de Madrid. Catalogo florístico, claves dicotómicas y estudio detallado de la familia Compositae Giseke. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, España. 409 p.

Mapes S.C. 2016. *Amaranthus spp*. Planta originaria de México. AAPAUNAM Academia de Ciencia y Cultura. 217-222.

Maisch, M.J. 1882. On chia and allied species of *Salvia*. Amer J Pharm. 54. May: 229- 234.

Mohd A.N., Yeap S.K., Ho W.Y., Beh B.K., Tan S.W. and Tan SG. 2012. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. Journal Biomed and Biotechnol. 10.1155/2012 /171956.

Orozco dR.G., Duran P.N., González E.D.R., Zaracúa V.P., Ramírez O.P. y Mena MS. 2014. Proyecciones de cambio climático y potencial productivo para *Salvia hispanica* L. en las zonas agrícolas de México. Rev Mex Sci Agric. 10: 1831-1842.

Orozco dR.G. 1993. Evaluación de malezas para el control de malezas en chía (*Salvia hispanica* L.) en condiciones de temporal en Acatic, Jalisco. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México. 81 p.

Peperkamp M. 2015. CBI Tailored Intelligence: chia from Bolivia ´a modern super seed in a classic pork cycle?. CBI Ministry of Foreign Affairs. The Hague, Netherlands. 16 p.

Pérez D., Paredes V., Rodríguez G., Lobo R., Ale J., Beretoni A. y Vinciguera A. 2013. Gastos, rindes y precios de indiferencia del cultivo de chía en Tucumán en la campaña 2012/2013. Boletín #85. REPORTE AGROINDUSTRIAL/Estadísticas y márgenes de cultivos tucumanos/EEAOC. Tucumán, Argentina. 5p.

Ríos J. 2014. El boom de la chía. La Gaceta de la Universidad de Guadalajara. 13: 3.

Ramirez J.J. and Lozano C.G.M. 2015. Potential for growing *Salvia hispanica* L. areas under rainfed conditions of México. Agricultural Sciences 6: 1048-1057.

Román S., Ojeda G.C. y Panduro A. 2013. Genética y evolución de la alimentación de la población en México. Revista de Endocrinología y Nutrición. 21 (1): 42-51.

Rovati A., Escobar E. y Prado C. 2012. Particularidades de la semilla de chía (*Salvia hispanica* L.). Avance Agroindustrial. 33: 39-43.

Rulfo J.M. 1937. La chía. Agricultura. 1:28-37.

Salzano F.M. and Bortolini M.C. 2002. The evolution and genetics of Latin American populations. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Sandoval O.R.M. and Paredes L.O. 2013. Isolation and Characterization of Proteins from Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.). Journal of Agricultural Food and Chemistry. 2013: 63: 193-201.

Segura C.R.M., Ciau S.N., Rosa dR.G., Chel G.L. and Betancur A.D. 2014. Physicochemical caracterización of chia (*Salvia hispanica* L.) seed oil from Yucatán, México. Agricultural Sciences. 5: 220-226.

Silveira C.M. and Salas M.dlM.M. 2014. Chemical characterization of chia (*Salvia hispanica* L.) for use in food products. J of Food and Nutrition research. 2014. 2; 263-269.

Shneider G. 2014. Kentucky firm first to grow chia seed in U.S. USA Today. 9:28 pm EDT. October, 22, 2014. http://www.usatoday.com/story/news/nation/2014/10/22/kentucky-firm-first-to-grow-chia-seeds-in-us/17750971/.

Small E. 2011. Blossoming treasures of diversity. 34. Chia- Not just a pet. Biodiversity 12: 49-56.

Sorondo A. 2014. Chia (*Salvia hispanica* L.) variety Sahi Alba 914. Unites States Patent Aplication Publication. US 2014/0325694-A1.

Sosa-Baldivia A., Ruiz-Ibarra G., Rana, J., Gordillo-Sobrino G., West, H., Sharma, M., Liu, X. y Robles-de la Torre R.R. 2017. *Diabrotica* una plaga de importancia económica para la producción de chía (*Salvia hispanica* L.) en Jalisco México. El Jornalero. 77: 100-110.

Sosa B.A. y Ruiz I.G. 2016. Será *Diabrotica speciosa* germar, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae) una plaga de importancia económica para la producción de chía (*Salvia hispanica* L.) en México?. Entomología Mexicana. 3: 269-274.

Sosa A., Ruiz G., Rana J. Gordillo G., West H., Sharma M., Liu X. and Robles dlT.R.R. 2016a. Chia crop (*Salvia hispanica* L.): its history and importance as a source of polyunsaturated fatty acids omega-3 around the world: a review. J Crop Res Fertilizer. 1: 104: 1-9.

Sosa B.A., Ruiz I.G. y Sosa R.C. 2016b. *Diabrotica speciosa*, una Plaga de Importancia Económica en la Producción de Chía (*Salvia hispanica* L.) en Tolimán, Jalisco, México. Researchgate. DOI: 10.13140/RG.2.1.5130.6002.

Sosa B.A., Ruiz I.G., Miranda C.S., Gordillo S.G., West H., Xiaozhong L. and Mendoza G.A. 2016c. Plant traits related to seed yield and their heritability on white chia (*Salvia hispanica* L.). Acta Fitogenética. 3: 32.

Tello E.N.D. 2014. Efecto de la fecha de siembra sobre el crecimiento y rendimiento de chía blanca (*Salvia hispanica* L.) establecida en la localidad de las cruces provincia de San Antonio. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 28 p.

Urbina M. 1887. La chía y sus aplicaciones. La Naturaleza. Sociedad Mexicana de Historia Natural. Tomo 1: 27-36.

USAID. 2014. The market for chia. Market brief #09. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00KP1J.pdf

Valdivia L.A.M. and Tecante A. 2015. Chia (*Salvia hispanica*): A Review of Native Mexican Seed and its Nutritional and Functional Properties. In: Jeyakumar Henry, editor, Advances in Food and Nutrition Research, Vol. 75, Burlington: Academic Press. pp. 53-75.

Vavilov I.N. 1931. México y Centroamérica como centro básico de origen de las plantas cultivadas del nuevo mundo Revista de Geografía Agrícola. (1994 reprint). 20: 15-34.

Vuksan V., Whitman D., Sievenpiper J., Jenkins A., Rogovik A., Bazinet R., Vidgen E. and Hanna A. 2007. Supplementation of conventional therapy with the novel grain Salba (*Salvia hispanica* L.) improves major and emerging cardiovascular risk factors in type 2 diabetes. Diabetes Care 30:2804–2810.

NRC (National Research Council). 1992. From rapeseed to canola: the billion dollar success story. National Research Council Publications. Ottawa, Canada. 79 p.

Weber W.C., Gentry S.H., Kolhepp A.E. and McCrohan R.P. 1991. The nutritional and chemical evaluation of chia seeds. Journal of Ecology of Food Nutrition. 26: 119-125.

Yeboah S., Owusu D.E., Lamptey J.N.L., Mochiah M.B., Lamptey S., Oteng D.P., Adama I., Appiah K.Z. and Agyeman K. 2014. Influence of planting methods and density of performance of chia (*Salvia hispanica* L.) and its suitability as an oilseed plant. Agricultural Science. 2:14-26.

AGRO-INVERSIÓN TECNOLÓGICA MUNICIPAL, EXPERIENCIA PRODUCTIVA EN LA TRANSFERENCIA DE VARIEDADES DE FRIJOL SUSTENTABLES [1]

Francisco Javier Ugalde-Acosta[2]
Rogelio Lépiz Idelfonso[3]
Abelardo Viana Ruano[4]
Simón Leyva-Vela[2]

RESUMEN

En 22 municipios de los estados de Veracruz, Puebla y Oaxaca, ubicados desde los 0 a 1900 msnm, se aplicó el modelo de Agro-Inversión Tecnológica Municipal diseñada por el Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP, para transferir a los productores participantes variedades de frijol de alta productividad y sustentables por su resistencia y/o tolerancia a factores bióticos y abióticos, con el objetivo de fomentar la siembra de innovaciones, elevar la productividad, contribuir al abasto de grano familiar e incentivar la economía de los productores participantes. Con la participación de organismos de desarrollo rural y ayuntamientos de 1998 a 2017, se invirtieron 1.4 millones de pesos, para establecer 55 módulos de validación de cuatro variedades mejoradas y un testigo regional y se produjeron 35 toneladas de semilla artesanal, para sembrar 878 ha por 2221 pequeños productores, que destinaron una superficie promedio 0.4 ha. Los resultados fueron 158% más de rendimiento comparado con los rendimientos tradicionales sin el uso de fertilizantes y fungicidas. Cada productor en promedio cosechó en base a su superficie 530 kg, lo que significó satisfacer el abasto familiar anual y el excedente se comercializó, que influyo en la economía familiar y local. La relación beneficio/costo para el productor fue de 1:2.3. En base al volumen de producción generado por la superficie sembrada de frijol y al valor promedio de la producción del periodo, la relación beneficio/costo de la inversión municipal global fue de 1:16.2.

Palabras clave: Estrategia, adopción, desarrollo rural

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de grano más importante para el consumo humano a nivel mundial (Broughton *et al.*, 2003) y constituye una de las mayores fuentes de proteína para los habitantes de Latinoamérica, en especial para las personas de bajos recursos (Graham y Rinalli, 1997). Se cultiva en todo el mundo, en especial en los países en desarrollo de África y América Latina, donde la mayoría de la producción se encuentra en manos de pequeños productores, con sistemas de baja

[1]Metodología financiada por PROFRIJOL 1998-2002, Fundación Produce Veracruz A.C. 2003-2006 y Ayuntamientos de los estados de Veracruz, Oaxaca y Puebla 2000-2017.
[2]Campo Experimental Cotaxtla. INIFAP. Km 34 carr. Veracruz-Córdoba. Apdo. Postal 429, 91700, Veracruz, Ver., México. Correo electrónico: agrotecnia7@yahoo.com.mx
[3] Director de la CUCBA de la Universidad de Guadalajara, Jalisco, México y coordinador de PROFRIJOL de 1998-2002. Correo electrónico: rlepiz@cucba.udg.mx
[4]Investigador del IICA en Guatemala, Guatemala y coordinador del PROFRIJOL de 2002-2006. Correo electrónico: abelardo.viana@iica.int

utilización de insumos, por lo que es un cultivo de gran impacto económico y social (Beebe *et al.*, 2013).

En los estados de Veracruz, Oaxaca y Puebla, se siembra frijol con fines de autoconsumo y comerciales con rendimientos que van desde los 300 kg ha^{-1} a 683 kg SAGARPA (2016). La baja productividad y desabasto familiar de grano, se debe, a que la mayoría de los productores siembran principalmente materiales criollos locales de origen desconocido e introducidos de otras regiones (Ugalde *et al*., 2012a) o de grano comercial tipo Michigan (Herrera, 2005) que adquieren en las tiendas consumo, los cuales son susceptibles a las principales enfermedades fungosas y virales, que se presentan en esta región (Ugalde *et al*., 2004; Ugalde *et al.,* 2010; Ugalde *et al*., 2012a). El Programa Nacional de Mejoramiento Genético de Frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ha generado variedades de frijol de grano negro de alto potencial de rendimiento, amplia adaptación y tolerantes a los principales factores bióticos (enfermedades) que limitan la producción de frijol en el sureste, para condiciones tropicales y de transición climática (López *et al*., 2006; López *et al*., 2007; Rosales *et al.,* 2004). Desde 1998 el programa de investigación de Frijol y el departamento de transferencia de tecnología del Campo Experimental Cotaxtla e INIFAP, ha realizado evaluaciones y validaciones de genotipos de frijol, en sitios agroecológicos ubicados a una altitud entre 0 y 1900 m, donde las variedades presentaron adaptación, tolerancia a enfermedades y rendimientos de grano superiores al promedio de la región (Ugalde *et al*., 2012b). Particularmente en las regiones de Las Altas Montañas del centro del estado de Veracruz y Sierra Oriental de Puebla se carece de tecnología específicamente variedades mejoradas que permitan producir frijol con seguridad y productividad, que garantice el abasto familiar de las comunidades pobres y promueva la economía local por la venta de excedentes (Ugalde *et al.,* 2010). Ante esta situación, el INIFAP y diversas instituciones internacionales como PROFRIJOL y nacionales como la Fundación Produce de Veracruz, A.C., 20 ayuntamientos de Veracruz, uno de Oaxaca y otro de Puebla, aplicaron en principio el modelo de la Producción Artesanal de Semilla de Frijol-Municipal, PASF-M (Ugalde *et al.,* 2004), la cual evolucionó a la denominación de Agro-Inversión Tecnológica Municipal (Ugalde *et al.*, 2015), debido a la tendencia de las administraciones municipales interesadas en transferir tecnología sustentable a través de esta metodología.

MATERIALES Y MÉTODOS

La operación de la metodología consiste en la participación de los ayuntamientos, quienes financian proyectos de innovación del INIFAP, para la operación y transferencia de las tecnologías que incrementen la productividad, rentabilidad, el abasto familiar y promuevan el desarrollo de capacidades de productores y técnicos PSP. Comprende tres etapas, la validación, transferencia de tecnología e impacto de la metodología. La primera se efectuó de 1998 a 2013 con el establecimiento de 55 módulos de validación. Las variedades utilizadas fueron: Negro INIFAP (Villar y López, 1993), N. Veracruz (López y Vidal 1981), N. Tropical (López *et al*., 2002), N. Comapa (López *et al*., 2010) y el testigo regional N. Michigan. Las variedades se sembraron en surcos separados a 40 cm, depositando 3 semillas por golpe cada 30 cm, para obtener una densidad de 250,000 plantas ha^{-1}. Cada variedad ocupó una superficie aproximada de 300 m^2. No se fertilizó, ni se aplicó fungicidas a ninguna de las variedades; el control de malezas fue manual y las plagas del follaje, se controlaron con la aplicación de insecticidas piretroides hasta inicios de la floración. La segunda etapa fue la transferencia de variedades mejoradas de 1998 a 2016, la cual consistió en la entrega de semilla de frijol producida por el método PASF a los productores que se inscribieron en el programa de fomento a la siembra de cada ayuntamiento. Los beneficiarios con la semilla PASF recibieron acompañamiento técnico por el personal de la

oficina de fomento agropecuario municipal previamente capacitado por el INIFAP, así como eventos demostrativos de método y resultados que fortalecieran la transferencia. La tercera etapa consiste en medir el impacto del proyecto a nivel global de los 22 municipios, se realizaron estimaciones de rendimiento en el 20% de las parcelas de productores de cada municipio, información que se analizó con un enfoque de costo/beneficio para la fuente financiera, así como los alcances de productividad por la unidad, abasto familiar y excedentes de cosecha de los pequeños productores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapa de Validación

De 1998 a 2013 se establecieron 55 módulos, distribuidos 52 en Veracruz, dos en Puebla y uno en Oaxaca, de los cuales 39 conducidos de humedad residual y 13 de temporal. Las cuatro variedades mejoradas de frijol del INIFAP, fueron superiores de 12 a 80% sobre la variedad testigo N. Michigan (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento promedio de las variedades de frijol en kg ha^{-1} en parcelas de validación en los estados de Veracruz, Oaxaca y Puebla. 1998-2013.

VARIEDAD	VERACRUZ 52 módulos	OAXACA 1 módulo	PUEBLA 2 módulos	PROMEDIO kg ha^{-1}	Diferencia kg/ha vs N. Michigan	Diferencia % vs N. Michigan
N. COMAPA	1884	1575	1235	1565	698	80
N. TROPICAL	1443	1404	1122	1323	456	53
N. INIFAP	1340	1320	820	1160	293	34
N. VERACRUZ	1365	1206	332	968	101	12
N. MICHIGAN	811	930	860	867		

Etapa de transferencia de tecnología

Este proceso consistió de 1998 a 2017, para lo cual se produjeron 35 toneladas de semilla PASF, para la siembra de 878 hectáreas por 2221 productores, que en promedio sembraron 0.4 ha en 262 comunidades de los 22 municipios referidos, con un rendimiento 158.6% más al tradicional. Cada productor en promedio cosechó en base a su superficie 530 kg, lo que significó satisfacer el abasto familiar anual al 100% de los productores participantes (96 kg) en base al consumo per cápita de 16 kg de seis integrantes por familia, el excedente en promedio que se comercializó a nivel local y cercano a la comunidad fue de 434 kg. La relación beneficio/costo para el productor participante fue de 1:2.3.

Cuadro 2. Indicadores productivos de los productores usuarios de semilllas mejoradas de frijol en los estados de Veracruz, Oaxaca y Puebla. 1998-2013.

Periodo	Productores	Superficie sembrada por productor m^2	% diferencia de rendimiento semilla tradicional vs semilla mejorada	Relación Costo/ beneficio /ha	Producción promedio kg /productor/ superficie sembrada	Excedente producción para comercializar kg por productor
1998-2002	90	5833	88.1	1.8	613	517
1999-2003	135	4630	124.1	2.0	521	425
2002-2010	321	6207	126.8	1.96	694	598
2004-2006	180	7250	61.3	2.12	879	783
2006-07	124	6552	211.5	2.3	855	759
2007	20	4500	100.0	2.1	540	444
2007-2010	145	2931	94.8	2.2	364	268
2009	70	1250	29.9	1.46	104	8
2010	40	1563	159.3	2.90	259	163
2011-2012	372	1277	200.0	3.15	115	19
2011-12	35	7143	100.0	2.1	857	761
2012	30	7500	100.0	2.18	1050	954
2012-13	30	10000	100.0	1.87	1200	1104
2012	12	10417	325.7	3.58	1330	1234
2012	250	2000	100.0	1.87	240	144
2012 y 13	100	2500	155.6	1.79	288	192
2014	54	5556	62.5	2.02	722	626
2014	40	2500	154.6	2.18	350	254
2014-2017	26	1462	216.7	3.3	139	43
2015 -16	35	2000	166.7	2.8	160	64
2016-17	42	1190	181.7	3.0	101	5
2016	70	2500	69.2	2.2	275	179
TOTAL	**2221**	**4398**	**158.6**	**2.3**	**530**	434

Etapa de impacto a nivel municipal de la inversión municipal

Con la información obtenida de las estimaciones de rendimiento al final de cada ciclo al 20% de los participantes, se obtuvieron registros productivos en campo, abasto familiar, uso, volumen y valor de la producción. Con la superficie sembrada durante el período, el volumen de producción fue de 565 toneladas, con un valor de 7.9 millones de pesos, lo que significó una relación beneficio/costo 1:7.4 en promedio por municipio.

Periodo	Ayuntamiento	Estado	Sup/ha/ sembradas/ municipio	Ton producidas / municipio en base a sup. sembrada/ productor	valor de la producción $ /Superficie Sembrada/ productor	$ valor de la producción/ municipio/en base a superficie sembrada/productores	Inversión municipal $	Rel. C/B x inversión Municipal
1998-2002	Veracruz	Veracruz	52.5	32.2	8575	450188	52500	8.6
1999-2003	Jamapa	Veracruz	62.5	32.6	7292	455729	62500	7.3
2002-2010	Medellín de Bravo	Veracruz	199.25	138.3	9715	1935804	199250	9.7
2004-2006	Ignacio de la Llave	Veracruz	130.5	114.8	12312	1606709	130500	12.3
2006-07	San Andrés Tuxtla	Veracruz	81.25	69.5	11971	972666	81250	12.0
2007	Santiago Tuxtla	Veracruz	9	4.9	7560	68040	9000	7.6
2007-2010	José Azueta	Veracruz	42.5	15.5	5101	216775	42500	5.1
2009	Hueyapan de Ocampo	Veracruz	8.75	0.9	1458	12755	8750	1.5
2010	Isla	Veracruz	6.25	1.6	3625	22654	6250	3.6
2011-2012	Chichiquila	Puebla	47.5	5.5	1609	76421	47500	1.6
2011-12	Medellín de Bravo	Veracruz	25	21.4	12000	300000	25000	12.0
2012	Ignacio de la Llave	Veracruz	22.5	23.6	14700	330750	22500	14.7
2012-13	Medellín de Bravo	Veracruz	30	36.0	16800	504000	30000	16.8
2012	Orizaba	Veracruz	12.5	16.6	18623	232786	12500	18.6
2012	Tuxtepec	Oaxaca	50	12.0	3360	168000	50000	3.4
2012 y 13	Veracruz	Veracruz	25	7.2	4025	100625	25000	4.0
2014	Jamapa	Veracruz	30	21.7	10111	303333	30000	10.1
2014	Tlacotalpan	Veracruz	10	3.5	4900	49000	10000	4.9
2014-2017	Córdoba	Veracruz	3.8	0.5	1944	7387	3800	1.9
2015 - 16	Fortín de las Flores	Veracruz	7	1.1	2240	15680	7000	2.2
2016-17	El Naranjal	Veracruz	5	0.5	1408	7042	5000	1.4
2016	Tierra Blanca	Veracruz	17.5	4.8	3850	67375	17500	3.9
TOTAL			**878.3**	**565.0**	**7417**	**7903720**	**878300**	**7.4**

CONCLUSIONES

Las variedades de frijol del INIFAP transferidas por el modelo de Agro-Inversión Tecnológica Municipal, ofrecen una alternativa sustentable productiva y económica para garantizar el abasto familiar de los pequeños productores. El modelo tiene cobertura nacional, al existir la misma estructura municipal y a que el INIFAP dispone de tecnología de producción de granos en el país. El modelo concuerda con las recomendaciones de la

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) hechas a México, para reducir la pobreza y desnutrición de las familias en el medio rural.

LITERATURA CITADA

Beebe, S.E., I.M. Rao, M.W. Blair, and J.A. Acosta. 2013. Phenotyping common beans for adaptation to drought. Front. Physiol. 4:35. doi: 10.3389/fphys.2013.00035

Broughton, W.J., G. Hernández, M. Blair, S. Beebe, P. Gepts, and J. Vanderleyden. 2003. Beans (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. Plant Soil 252:55-128.

Graham, P.H., and P. Rinalli. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Field Crops Res. 53:131-146.

Herrera, H.G. 2005. Comparación de las características de calidad de frijol negro nacional e importado. Tesis de Lic. Instituto Tecnológico de Celaya. Celaya, Guanajuato 60 p.

López, S.E. y E.A. Vidal. 1981. Negro Veracruz, Nueva variedad de frijol para las zonas central y sur del estado de Veracruz. SARH. INIA CIAGOC. Campo Experimental Cotaxtla. Folleto Técnico Núm. 3. Veracruz, Ver. México. 8 p.

López S.E., G.J.A. Acosta, V.G. Fraire., L.N.E. Becerra, S.B. Villar, G.J. Cumplan y A. F.J. Ugalde. 2002. Negro Tropical, nueva variedad de frijol para el trópico húmedo de México. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Cotaxtla. Folleto Técnico Núm. 32. Veracruz, México. 11 p.

López, S.E., S.B. Villar, L.E.N. Becerra, A.F.J. Ugalde y G.J. Cumpián. 2006. Adaptabilidad de genotipos de frijol resistentes a enfermedades y a suelos ácidos. Revista Fitotecnia Mexicana 29(1):33-39.

López, S.E., V.O.H. Tosquy, S.B. Villar, R.J.R. Rodríguez, A.F.J. Ugalde, R.A. Morales y G.J.A. Acosta. 2010. Negro Comapa, nueva variedad de frijol para el estado de Veracruz. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 1(5):715-721.

Rosales, S.R., G.J.A. Acosta, M.J.S. Muruaga, C.J.M. Hernández, E.G. Esquivel y H.P. Pérez. 2004. Variedades mejoradas de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico Núm. 6. SAGARPA. INIFAP. CIRCE. Campo Experimental Valle de México. Chapingo, Edo. de Méx., México.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2016. Anuarios estadísticos de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). SAGARPA. México, D. F. http://www.siap.sagarpa.gob.mx [consultado el 17 de abril de 2017].

Ugalde, A. F. J., S.E. López, V.O.H. Tosquy, y G.J.A. Acosta. 2004. Producción artesanal de semilla de frijol-municipal (PASF-Municipal), método ágil de transferencia de tecnología de variedades para elevar la productividad del cultivo en Veracruz. Folleto Técnico Núm. 37. SAGARPA. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Cotaxtla. Veracruz, México. 21 p.

Ugalde, A. F. J., V.O.H. Tosquy, S.E. López, R.A. Morales, G. E. Luna, P.E.J. Xocua, S.J.L. Rivera y A.M. Colohua. 2010. Respuesta productiva de variedades de frijol en la región de

Las Altas Montañas del centro de Veracruz. *In*: Memoria de la V Reunión Nacional de Innovación Agrícola Campeche 2010. Campeche, Camp., México. Noviembre 2010. p. 49.

Ugalde, A. F. J., F.P.C. Hernández, R.S. Rosas, M. A. Ramírez, A. L. Bernabé, M.J.B Flores, G.J. Ramírez, S.R. Rodríguez, H.R. Flores, B.J.M. Uribe y G.J.A Acosta. 2012a. Respuesta productiva de variedades de frijol del INIFAP, en la Sierra Oriental de Puebla, México In: Memoria de la LVII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. PCCMCA. Panamá, Panamá. Abril 2012. p. 76.

Ugalde, A.F.J., V.O.H. Tosquy, S.E. López, G.A.J. Acosta, E.E.J Rodríguez, M.J. Romero, A.G. García, S.E. Chávez y O.F. Carrera. 2012b. Validación de variedades de frijol negro de clima tropical y templado en Acultzingo, Veracruz, México. In: Memoria de la LVII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. PCCMCA. Panamá, Panamá. Abril 2012. p. 77.

Ugalde, A.F.J., B. T.J. Ríos, B. J. R. Sales, C. A.A. Pérez, V. J. Rojas, S. D. Ovando, M. A. Domínguez, M. M. López y V. S. Leyva. 2015. Agroinversión y transferencia de tecnología de cultivos básicos para contribuir al desarrollo rural de Córdoba, Veracruz, México. In: Memoria de la LX Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. PCCMCA. Panamá, Panamá. Mayo 2015. p. 148.

Villar, S. B. y S.E. López. 1993. Negro INIFAP: nueva variedad de frijol para Chiapas y regiones tropicales similares. Revista Fitotecnia Mexicana 16(2): 208-209.

Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A.C.

La Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A.C. (SOMAS A.C.) es una organización que tiene como misión generar, divulgar y aplicar el conocimiento en materia de la Agricultura Sostenible. SOMAS agrupa a investigadores, docentes, estudiantes y empresarios, autoridades gubernamentales y organizaciones civiles que se preocupan por el desarrollo sostenible diferentes ámbitos del quehacer humano; proponen soluciones y establecen vínculos interinstitucionales para lograr un progreso armónico y sostenible.

Entre sus objetivos se encuentran: Fomentar el desarrollo de investigaciones relacionadas con la problemática ambiental y su impacto con la producción agropecuaria y forestal, dar a conocer los resultados de tales investigaciones y la existencia de proyectos en marcha cuyos objetivos se orienten a hacer de la agricultura una actividad sostenible, y divulgar a través de los diferentes medios de comunicación el conocimiento e innovaciones generados.

www.somas.org.mx

Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible