



INIA  
Instituto Nacional  
de Investigaciones  
Agrícolas

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

# Maíz bajo riego en la planicie de Maracaibo

Proyecto Agrario Socialista Planicie de Maracaibo

Publicación Divulgativa

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas es un instituto autónomo, creado de acuerdo a la Gaceta Oficial N° 36.920 del 28 de marzo de 2000, adscrito al Ministerio de Agricultura y Tierras por decreto N° 5.379 de Gaceta Oficial N° 38.706 del 15 de Junio de 2007.

De acuerdo con el Reglamento de Publicaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, aprobado por la Junta directiva en su sesión N° 126, según resolución N° 1456 de fecha 18 de febrero de 2010, esta es una Publicación Divulgativa.

Publicaciones Divulgativas: contienen información sobre datos comprobados y actualizados de investigación, los cuales tienen aplicación práctica por parte de los productores agrícolas. Son escritos por investigadores, técnicos y especialistas en comunicación y dirigidos a los productores agrícolas. Están redactados de manera sucinta y sencilla, utilizando en lo posible los términos de uso común por los productores a quienes van dirigidos. Este tipo de publicaciones comprende, preferentemente, la información útil y completa para cada una de las fases de un cultivo (preparación del terreno, variedades, épocas de siembra, riego, fertilización...) o bien sobre el manejo y cuidado de animales (destete, crianza, alimentación, vacunación, desparasitación y otros). También procedimientos acerca de la toma de muestras de suelo, plantas, aguas, entre otros, por parte de los productores. Adoptan la forma de revistas, hojas, despletables, cartas circulares y folletos.

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 2012. Maíz bajo riego en la planicie de Maracaibo. Maracay, VE, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 203 p.

Esta publicación se ha generado en el Marco  
del Proyecto Agrario Socialista Planicie de Maracaibo  
con el apoyo del Instituto Nacional de Desarrollo Rural  
y el Convenio Binacional República Bolivariana de Venezuela  
y la República Federativa del Brasil.



El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas tiene como finalidad impulsar el desarrollo tecnológico sustentable de los sistemas agrícolas para consolidar el modelo agrario socialista a través de la innovación en tecnologías, la construcción de conocimientos y la producción de insumos agropecuarios. Sus directrices se orientan a la construcción y consolidación de la soberanía alimentaria y al desarrollo agrícola sustentable, promoviendo la participación, formación e intercambio con el poder popular, con servidores públicos innovadores y eficientes en el uso de los recursos y en coordinación con el sistema público nacional. Se plantea la consolidación una institución innovadora con valores basados en principios éticos que reconoce y promueve el conocimiento ancestral, tradicional, formal e informal. Promueve valores de solidaridad, participación, responsabilidad, honestidad y equidad, en procura de alcanzar la suprema felicidad del pueblo venezolano.



La Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria - EMBRAPA, vinculada al Ministerio de la Agricultura y del Abastecimiento de la República Federativa del Brasil, fue creada el 26 de abril de 1973. Su misión es viabilizar soluciones de investigación, desarrollo e innovación para la sustentabilidad de la agricultura, en beneficio de la sociedad Brasileña. Actúa con un sistema compuesto de 42 centros de investigación y tres de servicios, que están presentes en todos los estados del Brasil. Desde sus inicios, la Empresa ha generado miles de tecnologías, inclusive para el sector agroindustrial. Las cosechas agrícolas aumentaron considerablemente, mejoró la eficiencia productiva del sector agropecuario, disminuyeron los costos de producción y Brasil redujo su dependencia externa de diversas tecnologías, insumos y materiales genéticos. En el año 2007 la República Bolivariana de Venezuela y la República Federativa del Brasil firmaron un acuerdo de cooperación técnica en el cual se enmarcan varios proyectos que EMBRAPA desarrolla en Venezuela conjuntamente con el INIA con el objetivo estratégico de promover la soberanía alimentaria en nuestro país.



El Instituto Nacional de Desarrollo Rural (INDER) es el organismo líder promotor y gestor del desarrollo rural integral de apoyo a la producción agrícola nacional. Es un ente autónomo, que activa procesos democráticos participativos, comprometido con el protagonismo y la corresponsabilidad de productores y comunidades rurales. Construye, rehabilita, y mantiene infraestructuras productivas de sistemas de riego, saneamiento de tierras, vialidad y servicios básicos. Capacita y proporciona asistencia técnica para potenciar la formación de la sociedad rural, contribuyendo así a consolidar la seguridad alimentaria, la calidad de vida del venezolano y el desarrollo socio-económico del país.

### **ODEBRECHT**

Es un conglomerado brasileño de negocios en los campos de la ingeniería y la construcción, que participa también en la manufactura de productos químicos y petroquímicos. Instituida como compañía en 1944, es hoy en día la mayor exportadora brasileña de servicios. Responsable de más de 1.800 obras, entre represas, usinas térmicas, hidroeléctricas y siderúrgicas, centrales nucleares y empresas petroquímicas. Su portafolio incluye la edificación de complejos turísticos e inmobiliarios, metros, carreteras, ferrocarriles, puentes, puertos, aeropuertos y otras construcciones. El grupo está presente en Suramérica, América Central y el Caribe, Norteamérica, África, Europa y el Medio Oriente.

Entre sus múltiples proyectos en Venezuela -que incluyen entre otros 2 puentes sobre el río Orinoco y la construcción de las líneas 3, 4 y 5 del Metro de Caracas-, Odebrecht ejecuta actualmente la obra física del Proyecto Agrario Socialista Planicie de Maracaibo, -iniciativa del Gobierno Bolivariano de Venezuela y administrada por el Instituto Nacional de Desarrollo Rural (INDER)- y que tiene como objetivos fomentar la soberanía alimentaria, ubicar al hombre en el campo con calidad de vida y ocupar organizadamente la zona fronteriza con Colombia.



# Maíz bajo riego en la planicie de Maracaibo

Proyecto Agrario Socialista Planicie de Maracaibo

Publicación Divulgativa

Maíz bajo riego en la planicie de Maracaibo

© Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas - INIA, 2011

Edif. Sede Administrativa, avenida Universidad,

vía El Limón, Maracay, Aragua. Venezuela.

Teléfonos: (58) 243 2404779. Apartado postal 2103

<http://www.inia.gob.ve>

Coordinación editorial: María Elizabeth Martín

Edición: Andreina Muñoz y Liraima Ríos

Coordinación Técnica: María Elizabet Martín

Diseño, diagramación y montaje: Sonia Piña

Versión digital

Depósito Legal: Ifi2232012630379

ISBN 978-980-318-280-9

Esta obra digital es propiedad del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, publicado para el beneficio y la formación plena de la sociedad. Por ello se permite el uso y la reproducción total o parcial del mismo, siempre que no se haga con fines de lucro, se cite al autor y la institución conforme a las normas vigentes.

## Créditos

---

<b>Autores</b>	<b>INIA</b>	Belkis Moreno Belkys Rodríguez Bestalia Flores Gerardo Pignone Juan Carlos Rey Luis Piñango María Suleima González Mario Santella Marisol López Mercedes Pérez-Macías Sol Medina Víctor Segovia Yanely Alfaro
	<b>ODEBRECHT</b>	Anyelina González José Blázquez
<b>Colaboradores</b>		Julio Ávila Edison Bolson Maritza Yamarte Ignacio González Günter Hass Alecía Bolívar Carlos Hidalgo
<b>Coordinación logística</b>		Dominga Zamora Oscar Cabrera
<b>Compilación</b>		Andreína Muñoz María Elizabeth Martín
<b>Edición</b>		Andreína Muñoz Liraima Ríos
<b>Diseño, diagramación y montaje</b>		Sonia Piña
<b>Coordinación técnica</b>		María Elizabeth Martín
<b>Autoridades</b>	Elias De Freitas Evandro Henke Fortes Margaret Gutiérrez Merylin Marin	EMBRAPA ODEBRECHT INIA INIA-ZULIA

---

# Contenido

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I.</b>	
<b>Caracterización agroecológica de la planicie de Maracaibo</b>	<b>17</b>
Clima	17
Geomorfología y suelos	22
Uso de la tierra	26
Adaptabilidad del maíz a la zona	27
<b>CAPÍTULO II.</b>	
<b>Características y requerimientos del cultivo</b>	<b>29</b>
Generalidades del cultivo	29
Requerimientos climáticos del maíz	32
Requerimientos agroecológicos del maíz	34
<b>CAPÍTULO III.</b>	
<b>Tecnología de producción del cultivo</b>	<b>37</b>
Consideraciones para la siembra	37
Épocas de siembra	37
Profundidad y densidad de siembra	38
Tamaño y calidad de la semilla	41
Maquinaria y equipo de siembra	44
Manejo conservacionista del maíz	47
Labranza reducida	47
Siembra directa	48
Residuos de cosecha	49
Rotación de cultivos	51
Uso de biofertilizantes	53
<b>CAPÍTULO IV.</b>	
<b>Manejo integrado de plagas</b>	<b>57</b>
Manejo integrado de insectos plagas	58
Plagas del suelo (Cortadores)	59
Plagas del tallo (Taladradores)	60
Plagas del follaje	62

Plagas de la mazorca (Heliotis)	66
Manejo integrado de enfermedades en maíz	80
Pudrición de semillas y muerte de plántulas	80
Pudrición de tallos	82
Enfermedades foliares	86
Enfermedades de la mazorca	92
Enfermedades virales	96
Manejo integrado de malezas	98
Malezas observadas en la planicie de Maracaibo (El Diluvio)	101
<b>CAPÍTULO V.</b>	
<b>Material Genético</b>	<b>111</b>
Tipos de maíz demandados por la industria	111
Características de los nuevos materiales genéticos	112
Variedades de polinización abierta (VPA)	114
Híbridos de maíz	115
Rendimiento promedio experimental de cultivares de maíz en comparación con el rendimiento promedio nacional del cultivo	118
<b>CAPÍTULO VI.</b>	
<b>Manejo integral de la fertilidad del suelo</b>	<b>123</b>
Sustentabilidad del agroecosistema en la planicie de Maracaibo	123
Disponibilidad de nutrientes en el suelo	124
Microorganismos con potencial para la biofertilización	126
Técnicas de diagnóstico de fertilidad	128
Indicadores de la calidad del suelo	132
<b>CAPÍTULO VII.</b>	
<b>Tecnología de riego</b>	<b>135</b>
Retención de humedad en los suelos	136
Necesidades de agua del cultivo	138
Necesidades de riego	139
Programación de riego en tiempo real	141
Calidad del agua de riego	142
Elección del método de riego	144
Evaluación del riego	149

Calibración de la quimigación en un sistema de riego de pivote central	152
<b>CAPÍTULO VIII.</b>	
<b>Cosecha y transporte</b>	<b>155</b>
Criterios a considerar antes de la cosecha	155
Estimación de cosecha	158
Métodos de estimación de cosechas en maíz	159
Almacenamiento y transportede la producción	163
<b>CAPÍTULO IX.</b>	
<b>Registros e índices técnicos</b>	<b>165</b>
Registros	165
Indicadores técnicos	169
Importancia de los registros e indicadores técnicos en la actividad socioproductiva para las políticas y estrategias del estado venezolano	170
<b>CAPÍTULO X.</b>	
<b>Manejo seguro de agroquímicos maquinarias y equipos</b>	<b>173</b>
Manejo seguro de agroquímicos	173
Toxicidad del producto	174
Información de la etiqueta	175
Formulación del agroquímico	175
Selección del agroquímico a usar	175
Equipos de protección personal (EPP)	176
Preparación de las mezclas de agroquímicos	177
Durante la aplicación del producto	178
Al finalizar la aplicación	179
Transporte de agroquímicos	180
Almacenamiento de los agroquímicos	181
Síntomas de intoxicación y primeros auxilios	181
Contaminación ambiental por agroquímicos	182
Manejo seguro de maquinarias y equipos	182
Medidas de seguridad	183
<b>GLOSARIO</b>	<b>187</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>193</b>
<b>Anexos</b>	<b>199</b>



# INTRODUCCIÓN

En el marco del Proyecto Agrario Socialista Planicie de Maracaibo, con el apoyo del Instituto Nacional de Desarrollo Rural y el convenio binacional República Bolivariana de Venezuela – República Federativa de Brasil, se presenta esta publicación que pretende reforzar la formación de técnicos y productores de maíz del municipio Jesús Enrique Lossada del estado Zulia y de las regiones maiceras venezolanas en general. En ella convergen conocimientos, sugerencias y recomendaciones de las diversas disciplinas orientadoras para un buen manejo del cultivo bajo riego.

El documento apunta fundamentalmente, a la cuarta directriz establecida por el Gobierno Bolivariano en el Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación “Simón Bolívar” 2007 – 2013, denominada Modelo Productivo Socialista, que conlleva a identificar nuevas formas de generación, apropiación y distribución de los excedentes económicos, lo que será el reflejo de un avance sustancial en el cambio de valores en el colectivo, en la forma de relacionarse los individuos con los demás, con la comunidad, con la naturaleza, con los medios de producción incluyendo la soberanía y seguridad alimentaria, aspectos prioritarios del modelo agrario socialista.

El proyecto contribuye con la soberanía alimentaria al generar alimentos de alto valor nutritivo con tecnología de punta en diversos sistemas de producción como cereales para consumo, semillas, ganadería doble propósito, musáceas, hortalizas y tubérculos. Con un enfoque endógeno cooperativo de producción, que abarca la selección y formación de productores, la construcción de viviendas, urbanismo vialidad y servicios, a los fines de mejorar el buen vivir de las comunidades fronterizas del estado Zulia. Se cumple así con la quinta directriz del Plan Nacional Simón Bolívar, vinculada a la nueva geopolítica nacional que establece que la modificación de la estructura socioterritorial, persigue la articulación interna del modelo



productivo, mediante un desarrollo territorial desconcentrado que afianza a la población en su territorio definido por ejes integradores, regiones programa, un sistema de ciudades interconectadas y un ambiente sustentable.

Inicialmente la superficie a ser atendida es de 35 000 has, equivalente al 7% del total de la planicie del lago de Maracaibo, contempla la construcción de 5 núcleos urbanos con un total de 11 000 viviendas, 20 000 empleos directos, 40 000 indirectos en un sistema integrado de agrocadenas que puede generar un estimado de 470 000 toneladas de alimento al año, siendo un modelo de referencia para otros sistemas de ocupación territorial en otras regiones del país y en Latinoamérica.

Los sistemas de riego son un componente de gran relevancia en la nueva geopolítica nacional, la infraestructura ubicada en el municipio Jesús Enrique Lossada del estado Zulia cuenta con un potencial de 20 000 hectáreas regables, en las que se cultivan varios rubros entre los que destaca el maíz bajo riego con pivotes centrales, que cubren áreas de siembra desde 8 hasta 92 hectáreas cada uno, este sistema de producción es parte de los componentes que le dará sustento a los núcleos urbanos y el sistema integrado de agrocadenas.

El maíz es uno de los alimentos principales en la dieta del venezolano, es consumido en diferentes modalidades de acuerdo a la región donde se produce y las tradiciones culinarias locales, para obtener un producto de calidad apto para el consumo humano es necesario que los agricultores conozcan su manejo agronómico, aspectos técnicos de riego, germoplasma disponible, la cadena agroproductiva y otros componentes como índices y registros técnicos.

En el Capítulo I del texto se describe la caracterización agroecológica de la planicie de Maracaibo, el clima, la geomorfología de los suelos, los diversos usos de la tierra y la adaptabilidad del maíz a la zona, en la que existe un déficit de humedad durante todo el año, por lo cual se hace necesaria la utilización de riego para el desarrollo del cultivo.



El Capítulo II expone las características y requerimientos del cultivo, sus generalidades, morfología, fenología en fase vegetativa y fase reproductiva. Esta especie se reproduce por polinización cruzada y la flor femenina (mazorca o espiga) y la masculina (panícula) se ubican en distintos lugares de la planta. Incluye también las necesidades de luz, agua y temperatura.

El Capítulo III explica la tecnología para la producción de maíz, que está estrechamente relacionada a las características de la zona, la época de siembra, profundidad y densidad de siembra, el tamaño de la semilla que debe ser uniforme para facilitar la siembra y favorecer una buena germinación y establecimiento de plántulas. Indica por otra parte, la importancia de verificar el uso racional de maquinarias y equipos con el fin de generar una ruptura con el modelo de agricultura tradicional de la denominada revolución verde, planteándose un manejo conservacionista que incluye labranza mínima, rotación de cultivos y el uso de biofertilizantes para conservar la salud del suelo, animal, vegetal y humana.

El Capítulo IV se enfoca al manejo integrado de las plagas, sistema que se basa en el estudio de su dinámica poblacional y utiliza técnicas y métodos adecuados de forma compatible con el ambiente, para mantener a las poblaciones nocivas de insectos, malezas, patógenos, nemátodos y otros por debajo del umbral de daño económico.

El Capítulo V es referido al material genético, destacando que el 90% o más de la producción nacional, proviene de materiales híbridos y que el uso de variedades mejoradas es bastante reducida y por ende, la disponibilidad de semilla certificada.

El Capítulo VI plantea el manejo integral de la fertilidad del suelo en la zona de estudio, en la que las provisiones nutricionales del suelo resultan insuficientes para satisfacer los requerimientos del cultivo, además hay riesgo de pérdidas de nutrimentos por erosión, formación de costra superficial, pié de arado y acidez del suelo. Se proponen un conjunto de tec-



nologías emergentes dirigidas a revertir estos procesos contribuyendo con la sustentabilidad agroecológica.

El Capítulo VII introduce las diferentes técnicas de riego, los requerimientos de agua del cultivo, calidad del agua y la evaluación del riego. El suelo y el cultivo forman un sistema con entradas y salidas de agua, de forma esquemática se puede expresar que la cantidad de agua que entra al sistema menos la cantidad que sale, es igual a la variación del contenido de humedad del suelo.

El Capítulo VIII corresponde a los temas de cosecha y transporte. En cuanto a la primera se hace necesaria su estimación por diferentes métodos, ya que determina el rendimiento del cultivo antes de la cosecha, información de gran utilidad a los **efectos de planificación financiera y física, seguro agrícola, políticas agroalimentarias y de alimentación**. En lo referente al transporte, es importante evitar a los intermediarios pues son los que distorsionan el precio de compra al productor afectándolos económicamente, se tiene que disponer de un **sistema de transporte más económico y eficaz en razón de que este costo determina en gran medida el margen de ganancia**.

El Capítulo IX aborda lo concerniente a registros e índices técnicos, fundamentales en esta actividad socioproductiva. Son indispensables para analizar su funcionamiento, permiten evidenciar aspectos operativos, tecnológicos, presupuestarios y financieros. Adicionalmente son **indicadores preventivos que señalan lo que hay que corregir en caso de que la eficiencia y eficacia sean bajas**.

Finalmente el Capítulo X, contiene información del manejo seguro de agroquímicos, maquinarias y equipos que permite reforzar la seguridad, ya que la mayoría causan daño a la salud humana, animal y ambiental si no se usan con cuidado y de acuerdo a las indicaciones.

Este trabajo refleja en su contenido los conocimientos y experiencias de los autores en conjunción con el saber popular construido a través de muchos años de investigación y participación, quedando aquí plasmados como una contribución útil a la sustentabilidad del sistema agroalimentario venezolano y a la Gran Misión Agrovenezuela.

## Caracterización agroecológica de la planicie de Maracaibo

Juan Carlos Rey y Mercedes Pérez-Macías

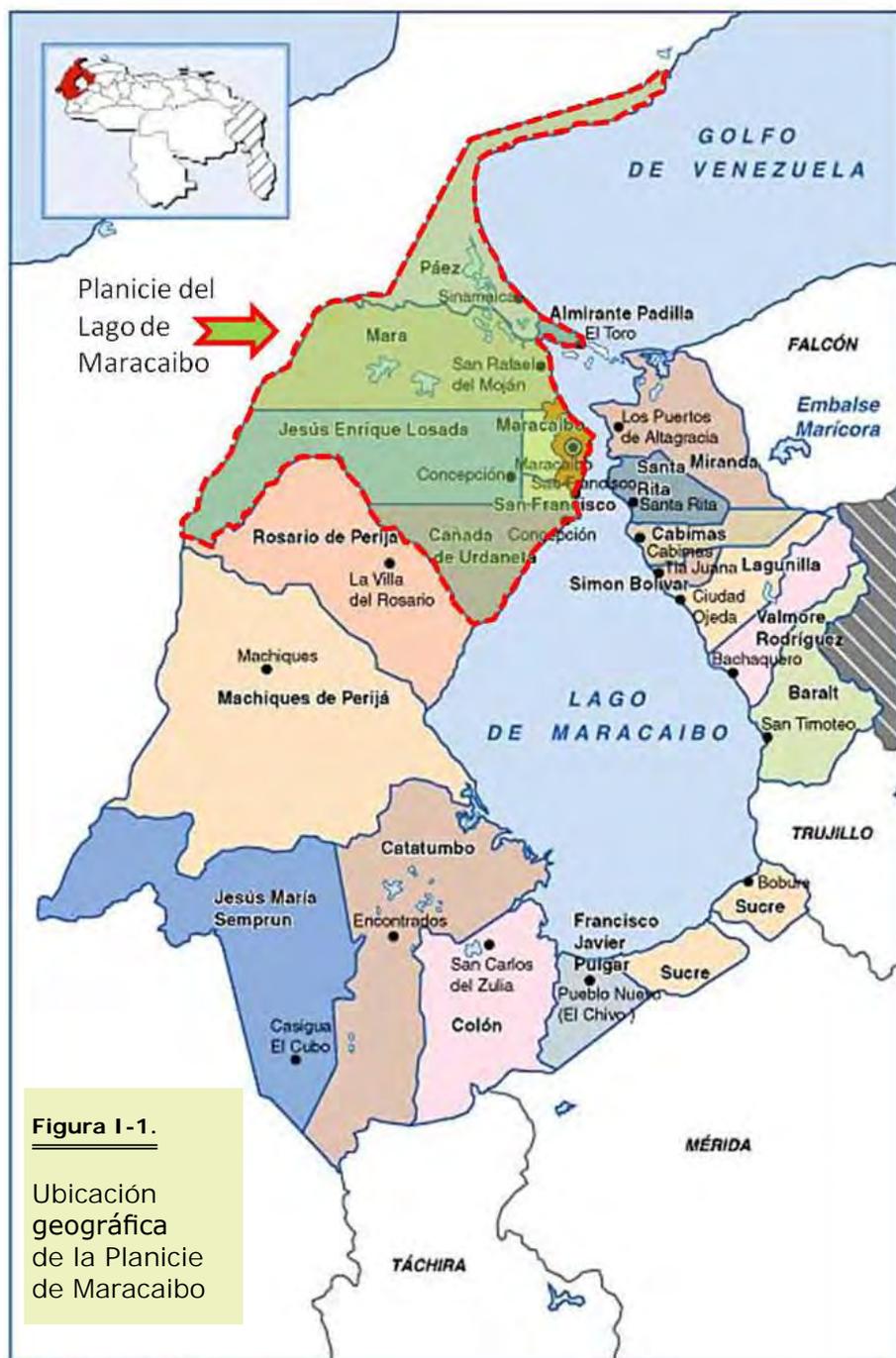
La cuenca del Lago de Maracaibo tiene una superficie total de 6.167.000 has, de las cuales 1.300.000 corresponden al espejo del lago. La planicie de Maracaibo está localizada entre los ríos Palmar y Limón, Sierra de Perijá y Lago de Maracaibo, abarcando un área de 556.620 has. Según la nueva división político-territorial, la planicie está conformada por los municipios Páez, Maracaibo, La Cañada de Urdaneta, Mara, Jesús Enrique Losada y Rosario de Perijá, ver figura I-1 (COPLANARH, 1973; MARNR, 1985).

Los suelos predominantes en la zona (COPLANARH, 1973; MARNR, 1985) son **alfisoles** de fertilidad media a baja y presencia de un horizonte subsuperficial enriquecido con arcilla (argílico), que limita la permeabilidad y dificulta el manejo. Bajo un sistema mejorado (aplicación de fertilizantes y enmiendas, riego y drenaje) la capacidad de uso de las tierras comúnmente se ubica entre II y III, lo cual hace la zona apta para el desarrollo de cultivos anuales como el maíz (Figura I-2).

### Clima

De acuerdo con la Clasificación de Zonas de Vida (Ewel y Mariz, 1968), el área estudiada se ubica dentro del **Bosque Seco Tropical**. Según Koppen (1948), la zona climática se clasifica como **Aw**, es decir, con temperaturas medias en el mes más frío por encima de los 18°C y 4 meses con menos de 60 mm de precipitación.





**Figura I-1.**

Ubicación geográfica de la Planicie de Maracaibo



**Figura I-2.**

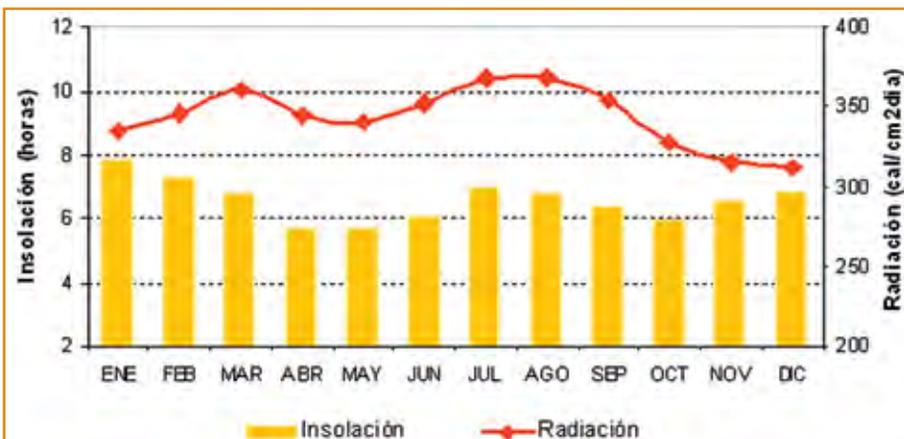
Paisaje de la planicie de Maracaibo.

(Foto: ODEBRETCH)

Para el sistema Holdridge esta zona pertenece al **bosque-seco tropical subhúmedo** (bs-T subhúmedo), con una temperatura promedio anual de  $27^{\circ}\text{C}$  y una relación evapotranspiración/precipitación anual (ETo/p) igual a 1,04; lo cual implica un déficit de humedad durante la mayor parte del año.

La zona presenta un promedio anual de radiación global de  $344 \text{ cal/cm}^2 \text{ día}$ , con valores máximos de  $368 \text{ cal/cm}^2 \text{ día}$  en agosto y mínimos de  $312 \text{ cal/cm}^2 \text{ día}$  en diciembre; con una variación de horas de luz entre 7,9 h en enero y 5,7 h entre abril-mayo (Figura I-3).

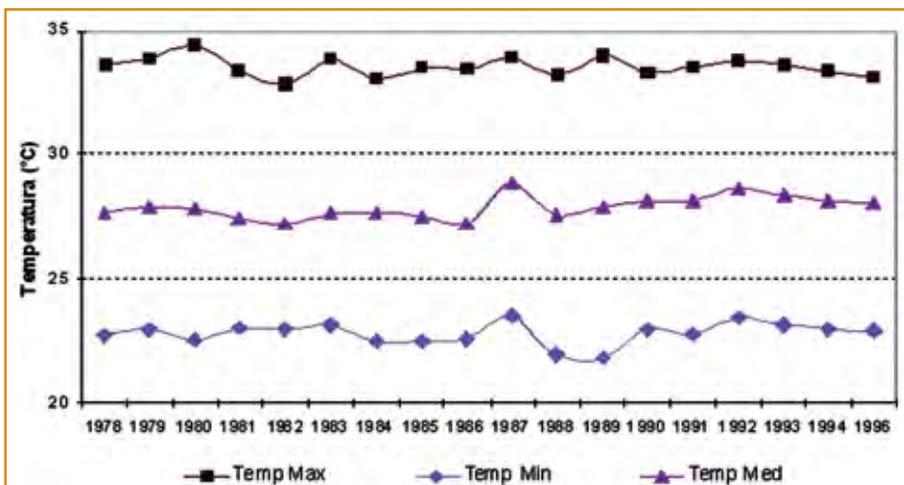
De acuerdo a los datos climáticos de la serie histórica obtenida (1977-1996), el régimen térmico de la zona se caracteriza por presentar una temperatura media anual de  $28^{\circ}\text{C}$ , que oscila entre una máxima de  $34,4^{\circ}\text{C}$  y una mínima de  $21,8^{\circ}\text{C}$  (Figura I-4).



**Figura I-3.**

Radiación global e insolación promedio, periodo 1977-1996 de las estaciones climáticas: El Diluvio (10°37'N 72°23'O), Machiques-Granja (10°31'N72°33'O) y Villa del Rosario (101°19'N 72°17'O).

Fuente: MAC, INAMEH.



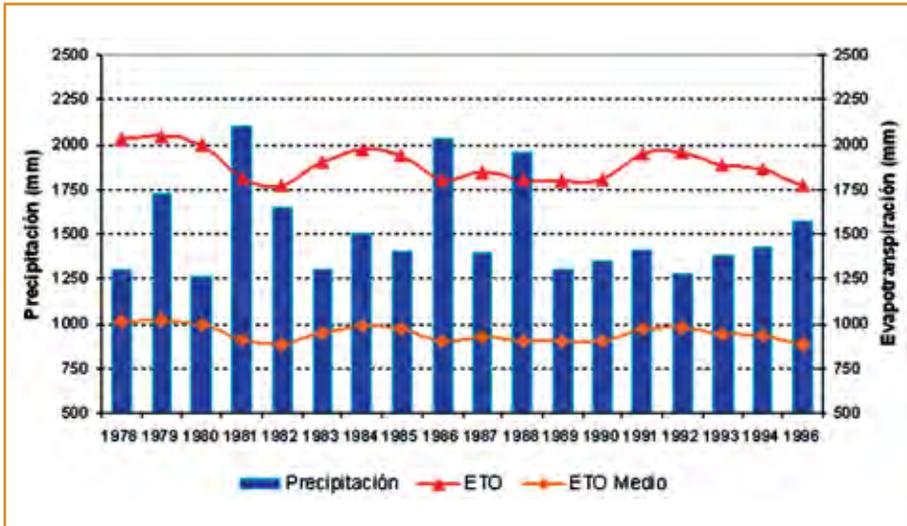
**Figura I-4.**

Temperaturas máxima, mínima y media anual promedio, periodo 1977-1996, de las estaciones climáticas: El Diluvio (10°37'N 72°23'O), Machiques-granja (10°31'N72°33'O) y Villa del Rosario (101°19'N 72°17'O).

Fuente: MAC, INAMEH.



El promedio anual de precipitación (p) es de 1.518 mm, considerando un máximo de 2.099 mm en el año 1981 y un mínimo de 1.262,8 mm en el año 1980 (serie 1977-1996). La demanda evaporativa (ETo) presenta un promedio anual de 1.886 mm, que osciló entre un máximo en el año 1979 de 2.042 mm y un mínimo en el año 1982 de 1.772 mm (Figura I-5).

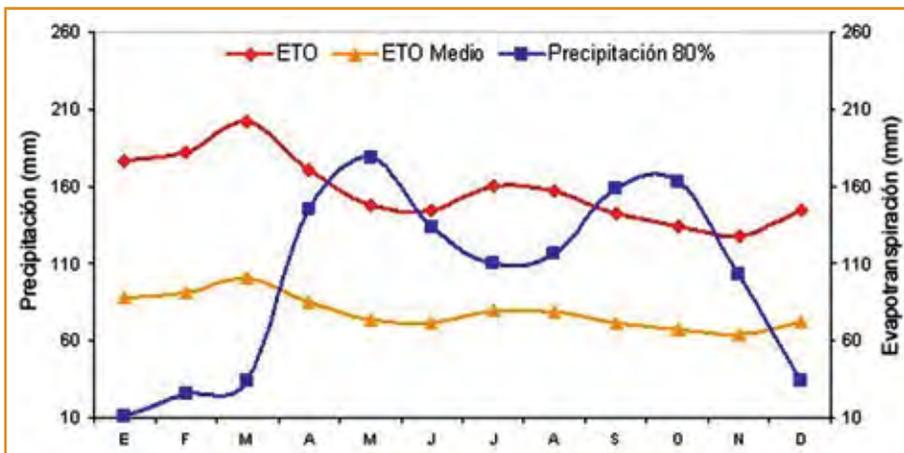


**Figura I-5.**

Precipitación y evapotranspiración promedio, periodo 1977-1996, de las estaciones climáticas: El Diluvio ( $10^{\circ}37'N$   $72^{\circ}23'O$ ) y Machiques-Granja ( $10^{\circ}31'N$   $72^{\circ}33'O$ ).

Fuente: MAC, INAMEH.

De acuerdo con los registros de las estaciones climáticas El Diluvio ( $10^{\circ}37'N$   $72^{\circ}23'O$ ) y Machiques-Granja ( $10^{\circ}31'N$   $72^{\circ}33'O$ ), la precipitación presentan una distribución bimodal, con un promedio máximo mensual de 179 mm en mayo y otro máximo en octubre con 163 mm; mientras que se observa un promedio mínimo mensual de 11 mm en enero. En marzo y junio se observa la mayor demanda evaporativa con 201,7 y 159,7 mm respectivamente (Figura I-6).



**Figura I-6.**

Condición de humedad, precipitación y evapotranspiración mensual (periodo 1977-1996) de las estaciones climáticas: El Diluvio (10°37'N 72°23'O) y Machiques-Granja (10°31'N 72°33'O).

Fuente: MAC, INAMEH.

Para determinar las condiciones de humedad se comparó la precipitación efectiva ( $Pe = 0,8 \times$  precipitación total) y la demanda de agua ( $ET_0 = 0,8 \times$  evp Tina tipo A), donde se observa que en casi todo el año la demanda de agua supera a la precipitación efectiva, por lo que se debe realizar monitoreo continuo de la situación de humedad del suelo, de manera de ser eficiente con el uso de agua de riego en el caso que lo amerite.

## Geomorfología y suelos

Los suelos de la zona (PDVSA – INTEVEP, 2009) son derivados principalmente de la formación El Milagro, que data de la transición Plioceno (Terciario) y Pleistoceno (Cuaternario) y comprende areniscas friables y arenas de grano grueso con capas de arenas ferruginosas y arcillas duras. Localmente, se encuentran suelos derivados de la formación La Villa del Mioceno Superior o Plioceno (Terciario) que consiste principalmente en areniscas, a veces cementadas por hematita o sílice (corazas).



Los suelos están asociados a la posición del paisaje que ocupan. En este sentido, en la zona se presentan tres tipos de paisajes (Odebrecht, 2010):

## **Altiplanicie de mesa**

Constituye el paisaje predominante, abarcando un poco más de 500 mil has (más del 90% de la superficie), con pendientes comúnmente planas (0-3%) y localmente con pendientes ligeramente onduladas (3-8%).

Los suelos de altiplanicie son alfisoles con texturas medias (francas) en superficie, que se hace más pesada (franca a franco arcillosa) en profundidad correspondiente a un horizonte argílico o enriquecido con arcilla, el cual aparece entre 25 y 100 cm de profundidad. Son de moderados a bien drenados, con drenaje externo rápido e interno lento; presentando una retención de humedad promedio de 7 a 13% de agua útil.

La fertilidad es de media a baja, con contenidos de materia orgánica comúnmente bajos, fluctuando entre 1 y 2 % en superficie. La reacción del suelo es fuerte a medianamente ácida en superficie, con presencia de aluminio intercambiable localmente; el pH tiende a aumentar en el horizonte argílico (5,5-8,0). Los contenidos de fósforo tienden a ser bajos (< 10 mg/kg), los de calcio y potasio son medios a bajos (< 4 y < 0,6 respectivamente) y los de magnesio son altos (>0,8 cmol/kg<sup>1</sup>). Localmente, se encuentran suelos con altos niveles de sodio (> 1 cmol/kg).

La capacidad de uso actual de los suelos es de II a IV con limitaciones de clima, erosión (en las zonas con pendiente) y suelo (fertilidad); la capacidad de uso potencial (riego y drenaje) se mantiene entre las clases II y IV, pero sólo con limitaciones de suelo por la baja fertilidad y localmente la presencia del horizonte argílico cerca de la superficie (<40%), donde la permeabilidad de los suelos disminuye afectando el movimiento del agua y condicionando prácticas de preparación de tierras que eviten que este horizonte pueda quedar en la superficie (figuras I-7 y I-8).

1 Centésimas de moléculas del elemento por kilogramo de suelo.



**Figura I-7.**

Maíz ubicado en el paisaje de altiplanicie de mesa en El Diluvio.

Foto: Juan Carlos Rey



**Figura I-8.**

Alfisol ubicado en el paisaje de altiplanicie de mesa.

Foto: ODEBRECTH



## Valle

El paisaje de valle ocupa alrededor de 27 mil has (3 a 5% de la superficie total), mostrando zonas planas, con pendientes menores a 2% y zonas ligeramente onduladas de pendientes entre 2 a 5%. En las zonas planas los suelos son alfisoles, con texturas francosas gruesas en superficie y la aparición de un horizonte argílico entre 50 y 100 cm de profundidad, con texturas francosas finas y evidencia de mesas de agua fluctuantes por presencia de plinthita (manchas rojizas), por oxi-reducción de los compuestos de hierro.

El drenaje de los suelos va de moderado a imperfecto, con drenaje externo bueno a moderado y drenaje interno lento a muy lento; presentando una buena retención de humedad con 10 a 12% de agua útil. La fertilidad es baja, con contenidos de materia orgánica comúnmente bajos, fluctuando entre 1,1 y 2 % en superficie.

La reacción del suelo se ubica de fuerte a medianamente ácida en superficie, con presencia de aluminio intercambiable localmente; el pH tiende a aumentar ligeramente en el horizonte argílico (5,5-7,1). Los contenidos de fósforo tienden a ser bajos (< 10 mg/kg), los de calcio y potasio son medios a bajos (< 4 y < 0,6, respectivamente) y los de magnesio son altos (>0,8 cmol/kg). En superficie los niveles de sodio son bajos, incrementándose substancialmente en el horizonte argílico (> 0,8 cmol/kg).

En las zonas ligeramente onduladas los suelos son entisoles e inceptisoles de texturas livianas (arenosas/francosas), con baja retención de humedad y bien drenados. La fertilidad es muy baja, con bajos contenidos de materia orgánica (<0,6%), reacción del suelo fuertemente ácida, presencia de aluminio intercambiable y niveles muy bajos de calcio, magnesio, sodio y potasio; sin embargo, los niveles de fósforo son medios (10-20 mg/kg).

La capacidad de uso de los suelos de valle es Clase VI por grandes limitaciones de suelo (muy baja fertilidad), drenaje (drenaje interno muy lento, agua freática) y riesgo a erosión (zonas ligeramente onduladas).



## Colinas

Las áreas de colina son las menos frecuentes en la zona, ocupando alrededor de 11 mil has (<2% de la superficie de la Planicie), presentando pendientes de 3 a 8%. Los suelos son alfisoles de texturas francosa gruesa en superficie, con incremento de arcilla en profundidad por la aparición de un horizonte argílico con presencia de esqueleto grueso (grava) y moteados o manchas de color rojos o amarillentos (plinthita) por la oxi-reducción del hierro.

La fertilidad es baja a moderada, con contenidos de materia orgánica comúnmente bajos (<1.5%) en superficie, la reacción del suelo es neutra. Los contenidos de fósforo son muy bajos (< 1 mg/kg), los de calcio y potasio son medios a bajos (< 4 y < 0.6, respectivamente) y los de magnesio son altos (>0,8 cmol/kg). En la superficie los niveles de sodio son altos (> 1 cmol/kg). La capacidad de uso de los suelos es Clase VII, por baja fertilidad de los suelos, topografía irregular y problemas severos de erosión.

## Uso de la tierra

En el mapa de vegetación de La República Bolivariana de Venezuela el área de estudio se encuentra clasificada como bosques deciduos semi-secos (MARNR, 1979). La mayoría de las especies son deciduas. En la estación seca, la apariencia es de vegetación clara, pudiendo llegar a alturas hasta de 30 m. En la estación lluviosa presenta un aspecto exuberante (Figura 1,9).

La formación vegetal original ha sido eliminada casi en su totalidad para el establecimiento de pasturas. La vegetación actual corresponde a árboles aislados entre los cuales destacan las siguientes especies: Caña guato (*Tabebuia ochracea* ssp), Caro caro (*Enterolobium cyclocarpum*), Cotoperiz (*Talisia olivaeformis*), Ébano o Granadillo (*Caesalpinea granadillo*), Jabilla (*Hura crepitans*), Jobo (*Spondias mombin*), Penda (*Tabebuia chrysea*), Lara o Samán (*Pithecolobium saman*).



El uso actual predominante es la producción pecuaria con base al pastoreo del pasto Guinea (*Panicum maximum*), en sistema de producción de ganadería bovina doble propósito con tendencia a leche (Larreal y Otros, 2007).



**Figura I-9.**

Aspecto general de la planicie de Maracaibo en época lluviosa.

Foto: María E. Martín, 2011

## **Adaptabilidad del maíz a la zona**

Desde el punto de vista climático, existe déficit de humedad durante todo el año (precipitación < evapotranspiración), por lo cual es necesario la utilización de riego para el desarrollo del cultivo. Sin embargo, es importante considerar los picos de precipitación para establecer las fechas de siembra más adecuadas, con el fin de minimizar los riesgos durante la cosecha y obtener mejores rendimientos y calidad del producto.



En relación a los suelos, las zonas de valle y colinas, presentan severas limitaciones para el desarrollo del maíz; mientras que el paisaje de Altiplanicie es el que muestra una mayor aptitud para este cultivo. Los suelos poseen texturas medias con buena retención de humedad; sin embargo,

**se debe considerar la profundidad del horizonte argílico para la programación del riego y el manejo mecánico del suelo.**

Así mismo, es necesario establecer un programa adecuado de manejo de suelos que involucre, el uso de coberturas para incorporación de materia orgánica y protección del suelo a la erosión, aplicación de fertilizantes orgánicos y minerales para suplir las deficiencias nutricionales y aplicación de enmiendas o uso de materiales genéticos resistentes en las zonas con presencia de aluminio intercambiable. Especial atención merece la relación calcio/ magnesio, que se encuentra muy baja alrededor de 2:1, lo cual puede causar un desbalance nutricional para el cultivo.

## Características y requerimientos del cultivo

Mercedes Pérez-Macías, Sol Medina y Mario Santella

### Generalidades del cultivo

El maíz, junto con el trigo y el arroz, es uno de los cereales más importantes del mundo, suministra elementos nutritivos a los seres humanos y a los animales y es una materia prima básica de la industria de transformación, con la que se producen almidón, aceite, bebidas alcohólicas, edulcorantes alimenticios y, desde hace poco, combustible (Asturias, 2004).

El maíz fue domesticado hace aproximadamente 8.000 años en Mesoamérica (México y Guatemala), siendo el teocintle reconocido universalmente como el pariente más cercano del maíz. En Venezuela, el maíz se origina de introducciones antiguas que tienen conexión con las razas mexicanas y centro americanas Nal-Tel, Zapalote Chico, Tepecintle y Salvadoreño (Segovia y Alfaro, 2009).

Para el momento del contacto venezolano - euro americano, el maíz era la principal fuente de subsistencia y constituía el alimento básico de la población, desempeñando un papel predominante en las creencias y ceremonias religiosas como elemento decorativo de cerámicas, siendo además motivo de leyendas y tradiciones que resaltan la importancia económica, agrícola y social de su cultivo. El maíz era considerado casi como un Dios, rindiéndole culto y siendo objeto del folklore y ritos religiosos que aún perduran en el gentilicio venezolano (Segovia y Alfaro, 2009).





Botánicamente, el maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia Poaceae (gramíneas) y es una planta anual, dotada de un amplio sistema radicular fibroso, cuya misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. Se trata de una especie que se reproduce por polinización cruzada y la flor femenina (mazorca o espiga) y la masculina (panícula) se hallan en distintos lugares de la planta (Figura II-1). El grano de maíz es a menudo de color blanco o amarillo, aunque también hay variedades de color negro, rojo y jaspeado (Ascencio, J. 2000; Cabrera, S. 2002).



**Figura II-1.**

Morfología de la planta de maíz.



Fases		Fase vegetativa					Fase reproductiva			
Días a inicio fase después de la siembra	0	4-5	10-15	25-30	30-55	55-65	65-90	90-110		
Etapa	Siembra	Germinación Emergencia	Establecimiento	Diferenciación de órganos	Alargamiento entre nudos	Floración, polinización y fecundación	Llenado grano	Madurez fisiológica		
Descripción	La semilla posee 5 hojas preformadas y una raíz principal llamada radícula.	Germinación: la radícula atraviesa el grano. Emergencia: el coleóptilo emerge del suelo.	En el estado de 2-3 hojas, la planta comienza a fotosintetizar y ya no depende de las reservas del grano.	Cuando la planta tiene de 6-8 hojas desarrolladas, la yema apical se transforma en inflorescencia masculina (panícula), las yemas axilares se transforman en inflorescencia femenina (espiga engrosada).	Los entrenudos del tallo se alargan rápidamente, se desarrolla la panícula y la espiga.	Masculina: la panícula se hace visible y las anteras comienzan a liberar polen. Femenina: aparición de estigmas, ocurre la polinización y fecundación de óvulos.	Los granos acumulan almidón, proteínas y lípidos pasando por un estado lechoso, pastoso y duro de acuerdo a su contenido de agua y materia seca.	Los granos finalizaron su llenado. Un punto negro aparece en su base en el sitio de unión con la tusa. La humedad del grano es generalmente inferior al 40%.		

**Figura II-2**

Imágenes tomadas de la Universidad de Illinois.

Fuente: Mercedes Pérez, 2011.



## Requerimientos climáticos del maíz

Este cultivo se adapta a regiones tropicales, subtropicales y templadas (Doorenbos y Kassam, 1979), siendo una planta con metabolismo C4.

**Fotoperiodo:** es una planta de día corto (<10 hr), aunque muchos cultivares se comportan indiferentes a la duración del día (Doorenbos y Kassam, 1979).

**Altitud** entre 0-1600 msnm (Benacchio, 1982).

**Precipitación:** de la siembra a la madurez requiere de 500 a 800 mm, dependiendo de la variedad y del clima. Si la evaporación se encuentra entre 5-6 mm/día, y el agua del suelo se ha agotado hasta un 55% del agua disponible, puede tener un efecto pequeño sobre el rendimiento. Durante el período de maduración puede llegarse a un agotamiento del 80% o más (Doorenbos y Kassam, 1979). Prefiere regiones donde la precipitación anual está entre 700 a 1100 mm. Hay una estrecha correlación entre la lluvia que cae en los 10-25 días luego de la floración y el rendimiento final, aunque un exceso de lluvias puede volverse perjudicial. Se ha encontrado que si hay un estrés por falta de agua, la baja en el rendimiento final puede ser de 6 a 13% por día en el período alrededor de la floración y de 3 a 4% por día en los otros períodos. Desde los 30 días después de la floración, o cuando la hoja de la mazorca se seca, el cultivo no debería recibir más agua. Su requerimiento promedio de agua por ciclo es de 650 mm. Es necesario que cuente con 6-8 mm/día desde la iniciación de la mazorca hasta el llenado del grano.

Los períodos críticos por requerimiento de agua son en general el espigamiento, la formación de la mazorca y el llenado de grano. La deficiencia de humedad provoca reducción en el rendimiento de grano en función de la etapa de desarrollo; en el periodo vegetativo tardío se reduce de 2 a 4% por día de estrés, en la floración de 2 a 13% por día de estrés y en el llenado de grano de 3 a 7% por día de estrés. El período más crítico por requerimiento hídrico es el que abarca 30 días an-



tes de la polinización, ahí se requieren de 100 a 125 mm de lluvia. Con menos de esta humedad y con altas temperaturas se presenta asincronía floral y pérdidas parcial o total de la viabilidad del polen.

**Cuadro II-1.** Requerimiento de agua en el ciclo de cultivo del maíz: periodos críticos

MAIZ (110 días)					
Días	0-55		55-65	65-90	90-110
Ciclo del cultivo	Período vegetativo		Floración	Formación y llenado de grano	Maduración
Necesidades hídricas	Baja	Media	Alta		Media
Periodos críticos al déficit de humedad					

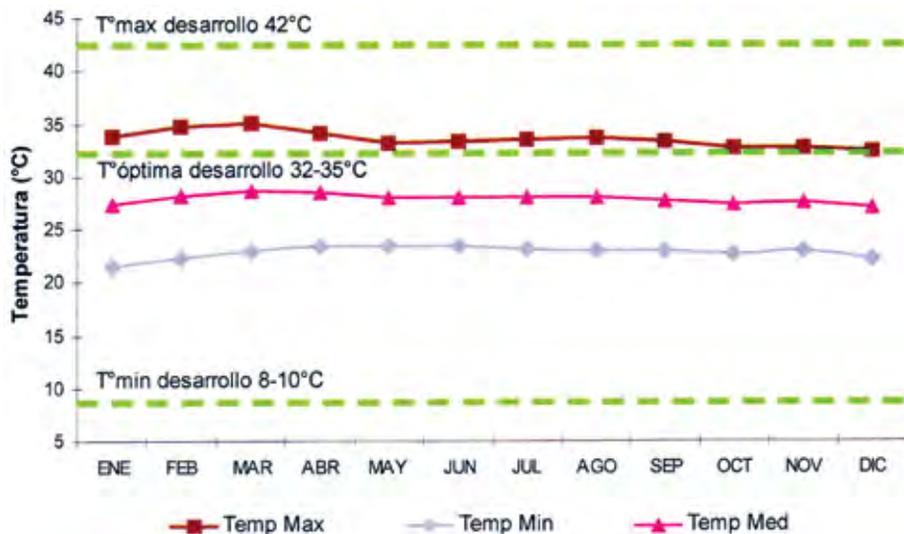
Fuente: adaptado de la guía teórica climatología agrícola UCV FAGRO, 1994.

**Humedad ambiental:** Lo mejor es una atmósfera moderadamente húmeda (Benacchio, 1982).

**Temperatura:** La temperatura óptima para la germinación está entre 18 y 21°C; por debajo de 13°C se reduce significativamente y por debajo de 10°C no hay germinación. La mayoría de los procesos de crecimiento y desarrollo en maíz se dan entre temperatura base o umbral mínima de 8-10°C y temperatura óptima de desarrollo entre 32-35°C. La temperatura media diaria óptima es de 24-30°C, con un rango de 15 a 35°C. La máxima temperatura a la cual puede estar expuesta es de 42°C, con probabilidad de afectar el rendimiento si es por tiempo prolongado. El maíz es una especie de clima cálido y semicálido. La combinación de temperaturas por encima de 38-40°C, más el estrés hídrico durante la formación de mazorca y el espigamiento impiden la formación de grano. Mientras que las temperaturas inferiores a 15°C retrasan significativamente la floración y la madurez (Benacchio, 1982).



**Insolación:** Requiere mucha insolación, por ello no son aptas las regiones con nubosidad alta (Benacchio, 1982). Necesita abundante insolación para máximos rendimientos.



**Figura II-3.**

Temperaturas umbrales de desarrollo del maíz y promedios mensuales del periodo 1977-1996 de las temperaturas máximas, mínimas y medias en las estaciones más cercanas al PASPM, estado Zulia.

Fuente: estaciones climáticas El Diluvio (10°37'N 72°23'O), Machiques-Granja (10°31'N 72°33'O) y Villa del Rosario (10°19'N 72°17'O).MAC, INAMEH.

## Requerimientos agroecológicos del maíz

**Textura:** prefiere suelos franco-limosos, franco-arcillosos y franco-arcillo-limosos, prospera en suelos de textura ligera a media (Benacchio, 1982).

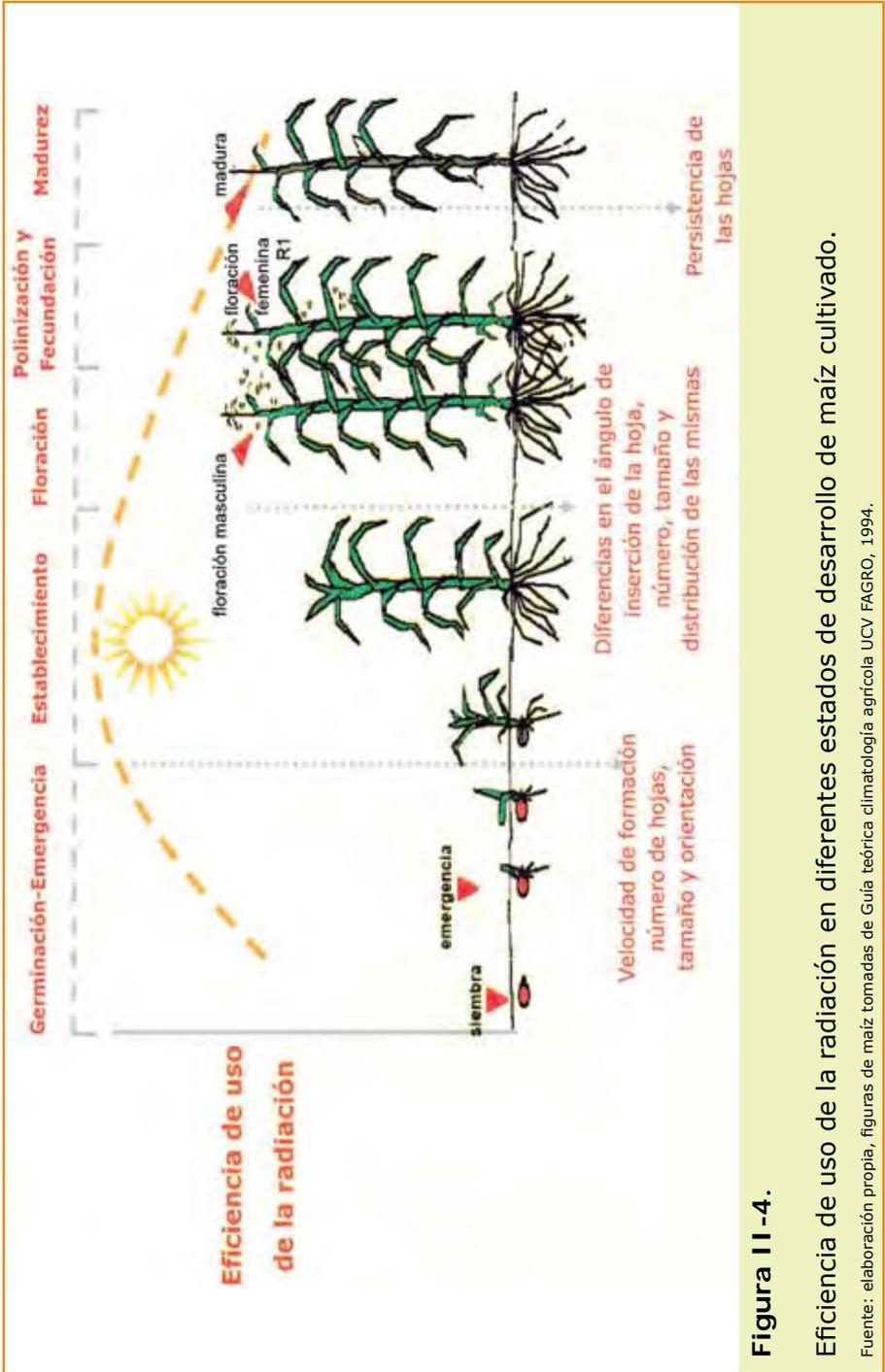


Figura II-4.

Eficiencia de uso de la radiación en diferentes estados de desarrollo de maíz cultivado.

Fuente: elaboración propia, figuras de maíz tomadas de Guía teórica climatología agrícola UCV FAGRO, 1994.



**Profundidad:** aunque en suelos profundos las raíces pueden llegar a una profundidad de 2 m, el sistema, muy ramificado, se sitúa en la capa superior de 0,8 a 1 m, produciéndose cerca del 80% de absorción del agua del suelo dentro de esta capa. Normalmente el 100% del agua se absorbe de la primera capa de suelo, de una profundidad de 1 a 1,7 m (Doorenbos y Kassam, 1979).

**Salinidad:** tolera salinidad, siempre que ésta no sea mayor que 7 mmhos/cm. Este cultivo se considera moderadamente sensible a la salinidad (Benacchio, 1982).

**PH:** el pH óptimo está entre 5,5 a 7,0 aunque es muy sensible a la acidez, especialmente con la presencia de iones de aluminio (Benacchio, 1982).

**Drenaje:** requiere buen drenaje, ya que no tolera encharcamientos (Doorenbos y Kassam, 1979). Suelos inundados por más de 36 horas, suelen dañar a las plantas y su rendimiento final.



Sol Medina, Yanely Alfaro, Belkys Rodríguez y Marisol López

# Consideraciones para la siembra

## Épocas de siembra

Tradicionalmente, el maíz en Venezuela se cultiva bajo condiciones de lluvia; las fechas de siembras varían desde el mes de abril hasta el mes julio en las principales regiones productoras. En los últimos años, estas fechas se han visto modificadas por los efectos más acentuados del cambio climático.

En la planicie de Maracaibo, el promedio de la precipitación mensual nunca supera el promedio de la evapotranspiración potencial durante el año, por lo que existe un déficit de humedad en el suelo que no permite la producción de maíz exclusivamente bajo condiciones de lluvia. En el Proyecto Agrario Socialista Planicie de Maracaibo (PASPM), se contempla la producción de maíz bajo riego, disponiendo para ello de sistemas de riego, conformados por pivotes centrales que abarcan áreas de siembra desde 8 hasta 92 hectáreas.

Considerando la distribución de la precipitación en la zona, en la cual se presentan dos picos de lluvia, uno en el mes de mayo y otro en octubre y teniendo en cuenta que el ciclo promedio del cultivo maíz es de 120-130 días. Desde hace tres años se ha venido sembrando maíz en el PASPM en dos fechas de siembra





bajo condiciones de riego: una en el mes de marzo con fecha de cosecha de grano en el mes de julio y otra en el mes de agosto, con fecha de cosecha en el mes de diciembre (Cuadro III-1).

**Cuadro III-1.** Épocas de siembras en el PASPM bajo condiciones de riego.

Primera siembra			Segunda siembra		
Fecha límite para preparación de tierras y siembra	Período con riego suplementario	Cosecha	Fecha límite para preparación de tierras y siembra	Período con riego suplementario	Cosecha
Primera quincena del mes de marzo	Segunda quincena de marzo hasta primera quincena de abril	Inicio en la primera quincena de julio	Primera semana de agosto	Primera quincena de agosto	Inicio en la primera quincena de diciembre

Fuente: ODEBRETCH

Las dos fechas de siembra arriba indicadas, permiten que la maduración y secado del cultivo ocurran en periodos de baja precipitación, existiendo además, mayor ventaja en el precio del mercado en lo que respecta al consumo fresco (jojoto), por la baja competencia. No obstante, es conveniente realizar evaluaciones de materiales genéticos en la región en diferentes fechas de siembra para ajustarlas a la mejor época, de acuerdo a su comportamiento fenológico.

## Profundidad y densidad de siembra

La profundidad de siembra depende principalmente del tipo de suelo, humedad, temperatura del mismo y tamaño de la semilla. La profundidad a la cual se deposite la semilla debe permitir, al contacto con la humedad y temperatura adecuada, que la semilla germine y la plántula emerja del suelo.



Las variaciones en la profundidad de siembra influirán en la uniformidad del tiempo para la emergencia y parte de esa variabilidad se debe a la sembradora. Bajo buenas condiciones de siembra, se recomienda colocar la semilla entre 3 y 5 cm de profundidad y se espera que la germinación ocurra de 4 a 5 días. También es recomendable tratar la semilla con algún producto o protectante, para evitar que la plántula pueda ser dañada por patógenos o insectos plagas que se encuentren en el suelo.

La densidad de siembra se refiere a la cantidad de semilla que se siembra en una hectárea de terreno. El cultivo de maíz presenta poca modificación en el rendimiento por planta frente a las variaciones de densidad. El mismo disminuye en densidades supra óptimas, por lo que es recomendable prestar especial atención a la densidad poblacional del cultivo, adecuando la misma a las condiciones edafoclimáticas de la región.

En los últimos años, se ha notado un incremento significativo de las densidades de siembra, pasando de distancias entre hileras de 0,90 m a distancias de 0,80 y 0,70 m. No obstante, se considera que estos aspectos deben ser bien estudiados en cada uno de los cultivares liberados al mercado para establecer las densidades óptimas de siembra bajo las diferentes condiciones edafoclimáticas de las principales regiones productoras de Venezuela.

La disminución de la distancia entre hileras permite en el cultivo el sombreamiento más rápido del suelo y mejor utilización del espacio (Figura III-1), lo cual contribuye con el control de las malezas y el incremento del rendimiento en un 5-10%. Sin embargo, esta práctica es recomendable para productores con un área significativa de siembra y que estén dispuestos a seguir las recomendaciones técnicas para el manejo del cultivo, por lo que deben disponer de la maquinaria y equipos para este fin.



**Figura III-1.**

Efecto de la distancia de siembra en el sombreado rápido del suelo y mejor utilización del espacio.

Fuente: Y. Alfaro

En diferentes evaluaciones realizadas en el país, con espaciamientos de 0,80 y 0,70 m, se encontró que para los híbridos evaluados, se pueden aumentar las densidades de siembra con una distribución espacial de las plantas bajo un arreglo de 0,70 m entre hileras y de cinco plantas por metro lineal, es decir densidades óptimas de 71.400 plantas por hectáreas. Además del cultivar, la humedad y tipo de suelo son los factores más importantes a considerar en la selección de la densidad de siembra más adecuada.

De manera general y utilizando los nuevos cultivares de porte más bajo, se hacen las siguientes recomendaciones:

1. En suelos de baja fertilidad realizar la siembra en hileras separadas a 0,80 m, colocando la semilla cada 20 cm en la hilera (cinco plantas por metro lineal), para obtener una población de 62.500 plantas por hectárea.



2. Para suelos fértiles utilizar una densidad de 71.400 plantas por hectárea, la cual se logra con hileras de 70 cm de separación y cinco plantas por metro lineal. Para cultivares de porte normal a alto, utilizar una densidad de 62.500 plantas por hectárea.

Para obtener la densidad de planta adecuada, se recomienda sembrar aproximadamente 10-15% más de semillas para compensar los problemas de germinación y las pérdidas por ataque de insectos plagas y aves.

## Tamaño y calidad de la semilla

La profundidad de siembra requerida en el maíz puede variar ligeramente, según el tamaño de la semilla utilizada. Las agrotiendas disponen de diferentes categorías de semillas de maíz que pueden ser utilizadas para la siembra. El tamaño uniforme de la semilla facilita la siembra y favorece la buena germinación y establecimiento de plántulas.

En la clasificación de la semilla (Figura III-2) se consideran cuatro tipos diferentes de categorías de tamaño de grano, que se realiza haciendo pasar el grano por diferentes tamices, estos son: plano grande, plano mediano, plano pequeño y redondo; los dos primeros son considerados como los tipos comerciales.

Cada semilla proveniente de un cultivar de maíz, independientemente de su tamaño, tiene la capacidad de reproducir la misma información genética, no afectándose por consiguiente su potencial de rendimiento al momento de sembrar cualquiera de ellas. La principal diferencia que se puede presentar al disponer de diversos tamaños de semilla, es el vigor que ésta puede presentar al momento de la siembra. La semilla plana y grande, posee mayores reservas para la germinación que una semilla pequeña y redonda.

El uso de semilla certificada es uno de los requisitos para lograr establecer siembras uniformes de cultivares mejorados, además de facilitar la programación de siembra y manejo del



cultivo. El conocer las bondades de los materiales en cuanto a tolerancia o resistencia a determinadas plagas de importancia económica, así como su adaptación a las localidades de siembra, contribuye a disminuir los riesgos de pérdidas y asegurar niveles aceptables de productividad.



**Figura III-2.**

Clasificación de la semilla por categorías según el tamaño. De izquierda a derecha: plano grande, plano mediano, plano pequeño y redondo.

Fuente: Y. Alfaro

Es importante que el agricultor conozca los requisitos de calidad de semilla exigidos por el Servicio Nacional de Semillas (SENASEM) para la comercialización de semillas de maíz, a objeto de poder garantizar la germinación y establecimiento de la población de plantas requerida en su campo de producción. Ellos son:

- Contenido de humedad: 10-12%
- Pureza (mínima): 99,95%.
- Mezcla de tipo (máxima): 10%.
- Germinación (mínima): 88%.



Si la muestra del cultivar analizado iguala o supera los requisitos exigidos por el SENASEM, se le otorga una de las siguientes categorías: 1) tarjeta de color **azul** para la **categoría certificada** (Figura III-3), si el material genético es de pedigrí abierto, es decir, se conocen los progenitores (caso de los cultivares oficiales del INIA) y 2) tarjeta de color **verde** para la **categoría fiscalizada**, si el material genético es de pedigrí cerrado (caso de los cultivares de las empresas privadas que mantienen oculta la identidad de los progenitores).

Es muy importante que el agricultor conserve la etiqueta de los sacos de semilla sembrada, como certificado de garantía de la calidad que tenía la semilla y del lote de procedencia de la misma, por cuanto el SENASEM conserva una muestra de archivo de cada lote de producción y cualquier problema que se le acredite a la calidad de la semilla podrá ser revisado con la muestra correspondiente.



Figura III-3.

Tipo de certificado de garantía utilizado para la semilla certificada.

Fuente: SENASEM



## Maquinaria y equipo de siembra

En la Planicie de Maracaibo se cuenta con dos tipos de sembradoras de precisión: mecánica a plato y neumática a disco. Si la semilla está clasificada de acuerdo con las normas, el agricultor puede sembrar la población óptima de plantas por área, ajustando el plato al tamaño de la semilla en las sembradoras mecánicas a plato. En el caso de las sembradoras neumáticas, el mecanismo opera mediante una succión o vacío de aire que permite a la semilla adherirse o sujetarse a los pequeños orificios de un disco hasta ser transportada hacia la boca de descarga, no requiriendo del uso de semilla clasificada para una siembra uniforme, entre otros aspectos (Figura III-4).



**Figura III-4.**

Detalles del mecanismo dosificador-alimentador de sembradoras mecánicas a plato (izquierda) de posición horizontal y neumática (derecha) a disco en posición vertical utilizadas en la Planicie de Maracaibo.

Fuente: Y. Alfaro

La mayoría de las sembradoras de precisión tienen similitud en los siguientes componentes:

- Platos especiales o dispositivos de aire, los cuales distribuyen la semilla con precisión y a una profundidad uniforme. La unidad sembradora o "cuerpo sembrador" utiliza doble disco, con ruedas laterales para controlar la profundidad y



dos ruedas contactadoras-tapadoras para asegurar el contacto semilla-suelo (Figura III-5).



**Figura III-5.**

Detalle del cuerpo sembrador en sembradoras mecánicas (izquierda) y neumáticas (derecha) utilizadas en PASPM.

Fuente: Y. Alfaro

- Tanques o tolvas de fertilización con aplicadores para colocarlo 5 cm abajo y a un lado de la semilla. Estos equipos de fertilización se diferencian en el tipo de abre surcos, presentando diferente capacidad para el uso de fuentes y dosis (Figura III-6).
- La dosificación se realiza mediante placas planas y en menor medida, placas inclinadas; los equipos de sistemas neumáticos poseen extremos conductores.
- Los anchos de labor son variables, las más comunes tienen un ancho de labor de 10 a 14 hileras a 0,70 metros. En el PASPM se cuenta con sembradoras de un ancho de labor de 8 hileras a 0,90 metros (Figura III-7).



**Figura III-6.**

Tolvas de fertilización en sembradoras mecánicas (izquierda) y neumáticas (derecha) utilizadas en el PASM.

Fuente: Y. Alfaro



**Figura III.7.**

Vista general y detalles de un tipo de sembradora neumática utilizada en el PASM

Fuente: Y. Alfaro



Antes de proceder a realizar la siembra en el campo, es importante verificar la operatividad de todos los mecanismos de la sembradora, siguiendo las instrucciones de los manuales respectivos para acondicionar el implemento sembrador y graduar el mecanismo dosificador. La calibración de la sembradora, el buen mantenimiento y el uso de una velocidad adecuada son indispensables para obtener una buena siembra. Ejemplos de graduación y calibración de sembradoras son presentados por Planchart (2008).

## Manejo conservacionista del maíz

Los suelos de la altiplanicie de Maracaibo se caracterizan por presentar limitaciones en cuanto a fertilidad y acidez, con alto riesgo a problemas de degradación. Los cultivos anuales mecanizables, específicamente el maíz, deben orientarse hacia la ruptura con el modelo de agricultura convencional, el cual contempla una intensa mecanización, aplicación de grandes cantidades de fertilizantes industriales y agroquímicos, así como el uso poco eficiente del agua. Este sistema de manejo compromete la capacidad del suelo para el sostenimiento de los cultivos y la regulación del régimen de humedad.

La labranza conservacionista, el mantenimiento de los residuos de cosechas en la superficie del suelo y la rotación de cultivos, son tecnologías que contribuyen con el desarrollo de un sistema de producción más sostenible, generando beneficios para el agroecosistema como: incremento en los niveles de materia orgánica, actividad biológica, con efectos favorables sobre la estructura del suelo, especialmente en la cantidad de poros para transmitir y retener agua; y el desarrollo de las raíces.

## Labranza reducida

La labranza mínima consiste en la reducción de pases de implementos para la preparación del suelo. Generalmente, se recomienda no más de tres labores incluyendo el pase de la rotativa para cortar al ras del suelo la vegetación existente. Entre los



implementos utilizados se encuentran el cincel vibratorio, recomendado cuando existe compactación en los primeros 25 cm de profundidad del suelo y el cincel fijo, cuando la compactación ocurre por debajo de ese nivel de profundidad (Figura III-8). Este implemento rotura el suelo en sentido perpendicular, manteniendo los residuos de cosecha en la superficie hasta formar una capa protectora.



**Figura III-8.**

Preparación del suelo con labranza

Fuente: Rodríguez, 2000

## Siembra directa

La siembra directa consiste en la siembra del cultivo sobre coberturas y rastrojo, acompañado con la utilización de herbicidas sistémicos. Las máquinas de siembra directa (Figura III-9) cuentan con un disco de corte para romper el suelo; en los suelos francos, como el caso de la altiplanicie de Maracaibo, el disco debe ser corrugado, igualmente, poseen una sección de siembra y aplicación de fertilizantes, conformada por discos dobles con reguladores de profundidad, y las ruedas prensadoras,



las cuales son responsables de colocar la semilla en contacto con el suelo.

Otras ventajas de la labranza conservacionista, es la reducción en un 70% del uso de combustible, 80% del tiempo requerido para la preparación del suelo con métodos convencionales y los costos de producción.



**Figura III-9.**

Sembradora directa.

Fuente: Rodríguez, 2001

## Residuos de cosecha

Los residuos de cosecha se generan a partir del rastrojo dejado sobre la superficie del suelo, lo cual produce gran influencia sobre el comportamiento de este recurso y de los cultivos (Figura III-10).



Entre los beneficios se puede señalar: disminución de los riesgos de erosión, regulación de la temperatura y humedad del suelo, incremento de la materia orgánica y del ciclaje de los nutrientes, así como, el incremento de la actividad biológica.

Las estrategias utilizadas para incrementar la cantidad de residuos de cosecha sobre la superficie del suelo contemplan el incremento de la fertilidad del suelo y la buena nutrición de los cultivos, utilización de materiales genéticos con una relación rastrojo-grano más equilibrada, rotaciones de cultivo y aplicación de abonos verdes.



**Figura III-10.**

Capa protectora de residuos de cosecha sobre la superficie del suelo.

Fuente: Rodríguez (2003)



## Rotación de cultivos

La rotación de cultivos consiste en la alternancia planificada de diferentes rubros para promover la diversificación del sistema de producción. En estas condiciones el suelo se optimiza con el aprovechamiento de la fertilización y humedad residual del cultivo anterior. En una rotación interanual de maíz-soya, utilizando dos pases de rastra cruzado (LC), y un pase de cincel cada dos años en rotación con siembra directa (CSD), el balance de nitrógeno (N) resultó positivo para CSD, generándose un remanente de N para el próximo ciclo del maíz (Cuadro III-2).

**Cuadro III-2.** Balance de nitrógeno en el cultivo de la soya en rotación con maíz.

	Labranza convencional	Cincel con siembra directa
	Nitrógeno $\text{kg ha}^{-1}$	
<b>Entradas</b>		
Fertilizante	20,00	20,00
Fijación Biológica	105,93	145,86
	125,93	165,86
<b>Salidas</b>		
Grano	140,13	152,45
Total	-140,13	152,45
Balance	-14,2	13,45

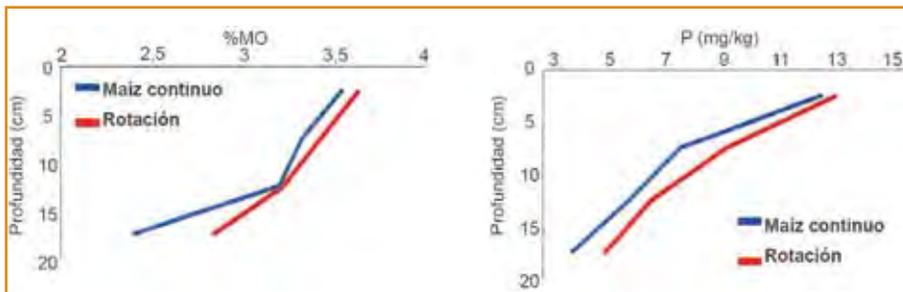
Fuente: España et al.,(2000)

También se incrementan los niveles de materia orgánica y fósforo del suelo mejorando las propiedades químicas (Figura III-11).

La ruptura del ciclo de las plagas, igualmente, se cuenta entre los beneficios de esta práctica. La densidad poblacional de malezas, es afectada tanto por los sistemas de labranza, como por la rotación, apreciándose una reducción del N° de plantas/m<sup>2</sup> en ambas situaciones (Figuras III-12). La fluctuación



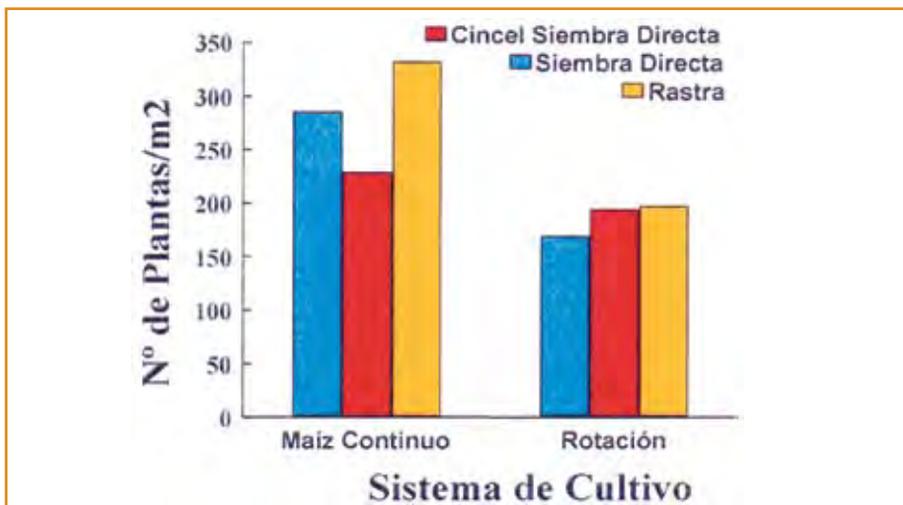
poblacional de *Spodoptera frugiperda*, sigue el mismo comportamiento, reduciéndose el N° de plantas infectadas por efectos de la labranza y la rotación (Figura III-13).



**Figura III-11.**

Mejoramiento de los niveles de materia orgánica y fósforo en el suelo en una rotación interanual maíz-soya

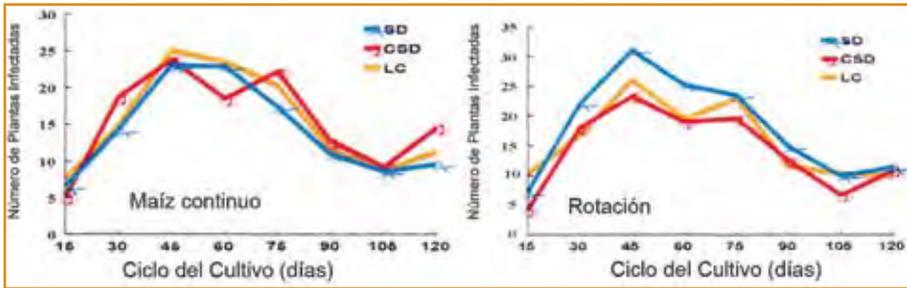
Fuente: Rey, 2000.



**Figura III- 12.**

Densidad poblacional de malezas en una rotación interanual maíz-soya bajo diferentes sistemas de labranza.

Fuente: Moreno, 2002.



**Figura III-13.**

Plantas infectadas con *Spodoptera frugiperda* en maíz continuo y rotación con soja bajo diferentes sistemas de labranza

Fuente: Piñango, 2001.

## Uso de biofertilizantes

La agricultura se sustenta sobre tres pilares: la salud o calidad del suelo, la salud animal y la salud vegetal. Dichos pilares se pueden fortalecer a través del manejo integral del cultivo, incluyendo prácticas agroecológicas con bajos insumos y combinando fuentes inorgánicas, orgánicas y biológicas en el plan de fertilización. Este tipo de manejo activa los mecanismos de interacción de los microorganismos para propiciar un proceso o inhibir una reacción en función de las necesidades de las plantas y las comunidades de microorganismos que viven asociadas a las raíces. El manejo integral de la fertilidad del suelo complementa y combina los fertilizantes, tanto los inorgánicos o de origen industrial como los orgánicos y los biofertilizantes.

Los biofertilizantes son productos a base de microorganismos que viven en el suelo o en la planta y cumplen funciones directas o indirectas en la nutrición, bien sea supliendo, captando o haciendo disponible elementos esenciales para los cultivos, así como, suministrándole sustancias de crecimiento y de defensa ante condiciones de estrés biótico o abiótico.

Hay dos vías para activar e incrementar los microorganismos que son utilizados en la preparación de biofertilizantes:



- 1) Aislar, evaluar y seleccionar microorganismos nativos efectivos** en procesos biológicos que ayudan a proveer nutrientes, estimular el crecimiento vegetal y dar resistencia a la planta contra el ataque de patógenos. El desarrollo vegetal, los rendimientos de los cultivos y la calidad del ambiente, pueden aumentarse a través de microorganismos seleccionados después de pruebas en laboratorio y campo, estos organismos actúan de forma coordinada en la interfase suelo-raíz, también llamada rizósfera. Estos procesos se activan con compuestos biológicos a base de microorganismos o biofertilizantes.
- 2) Mejorar las prácticas agrícolas** conservacionistas o agroecológicas (rotación, combinación de abonos orgánicos e inorgánicos, labranza mínima, reducción de las dosis de fertilizantes inorgánicos). Estas prácticas aumentan la población de microorganismos benéficos que cumplen procesos biológicos muy importantes para las plantas.

## Los biofertilizantes en cultivos de cereales como el maíz

Los biofertilizantes a base de bacterias de tipo asimbióticos, asociativos o de vida libre, viven integrados a la raíz. Entre estos se encuentran los fijadores de nitrógeno y los solubilizadores de fósforo. Cuando se aplican biofertilizantes deben utilizarse criterios de bajos insumos (es decir reducción de fertilizantes químicos), ya que las altas dosis de fuentes de nitrógeno y fósforo de origen industrial, inhiben los procesos biológicos que se activan al aplicar estos bioinsumos. En el caso de la fertilización para maíz hay que tener en cuenta los resultados del análisis de fertilidad del suelo y los requerimientos nutricionales de los cultivares de maíz.

## Recomendaciones para el uso de los biofertilizantes

En suelos de baja disponibilidad de nutrientes y materia orgánica como los de la planicie intermedia de Maracaibo, se recomienda hacer reducciones de las dosis de nitrógeno entre 20



y 40 de la dosis de fósforo entre 40 y 50 % y complementar con 2 litros por hectárea de biofertilizantes a base de bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre y 2 litros de biofertilizantes a base de bacterias solubilizadoras de fósforo.

En suelos de mediana a alta fertilidad, la reducción de las dosis de nitrógeno será mayor, es decir, entre 40 y 60 % y la de fósforo entre 50 y 70 %. Lo que significa que el uso de biofertilizantes, además de sustituir parcialmente las fuentes de origen industrial utilizadas convencionalmente en la fertilización, también puede aumentar la capacidad productiva del suelo a bajo costo económico y ambiental. En este sentido los biofertilizantes constituyen una alternativa sustentable para desarrollar una agricultura más sana y menos costosa, por lo que son uno de los insumos fundamentales para contribuir a la sustentabilidad agrícola.

## **Forma de aplicación de los biofertilizantes en el maíz**

Los biofertilizantes líquidos deben aplicarse en el maíz cuando éste tenga de 10 a 15 días después de la siembra, en aspersión directa a la planta y antes del riego, para lo cual se utiliza una asperjadora de espalda o una mecánica si la superficie es extensa. También puede aplicarse por el sistema de riego por aspersión o por goteo. En la Figura III-14, se presentan productos solubilizadores de fósforo y captadores de nitrógeno en presentación comercial, los cuales pueden ser adquiridos por el productor en los Laboratorios del INSAI en todo el país.

Cuando el biofertilizante es en polvo, se recomienda aplicarlo directamente a la semilla antes de la siembra. Para esto, se colocan las semillas a ser sembradas en una hectárea sobre un piso de cemento limpio o sobre una lona. Previamente se vacía el contenido de una bolsa del biofertilizante en polvo, en un tobo plástico que contenga 1 litro de agua y 100 g de azúcar disueltos. Se mezcla bien, hasta que se forme una masa uniforme y se aplica a las semillas, revolviendo varias veces hasta que toda la semilla sea cubierta con la mezcla. Se deja secar durante media hora y se procede a la siembra.



**Figura III-14.**

Solubilizadores de fósforo y fijadores de Nitrógeno en presentación comercial.

Fuente: S. Medina

Belkis Moreno, Gerardo Pignone, Ma. Suleima González y Luis Piñango

**E**l manejo integrado de plagas (M.I.P) es un sistema que se basa en el estudio de la dinámica poblacional de plagas y utiliza todas las técnicas y métodos adecuados de forma compatible con el ambiente, para mantener las poblaciones nocivas de insectos, malezas, patógenos, nemátodos y otros, por debajo del nivel que pueda ocasionar daño económico a los cultivos. Dentro del manejo integrado de plagas se utilizan prácticas: culturales, biológicas, químicas y agroecológicas.

El control cultural: incluye todas las prácticas que aumenten la capacidad de los cultivos para competir con las plagas, entre ellas se pueden nombrar: utilización de variedades resistentes, rotación de cultivos, uso de coberturas, manejo del agua de riego, prácticas de labranza adecuada y otras.

El control biológico: comprende la utilización de organismos vivos (hongos, insectos, nemátodos y otros animales), para el manejo de las plagas que dañan los cultivos. Es importante mencionar que antes de aplicar este tipo de control, es necesario realizar muchos trabajos de investigación por personal científico especializado y tomar las decisiones conjuntamente con los ministerios de agricultura de cada país, para estar seguros de que la introducción o el aumento de la población de un agente de control biológico en un determinado agro ecosistema, no represente riesgos para el ser humano, animales, cultivos, ni ambiente.





El control químico: consiste en utilizar algunos compuestos sintéticos para el control de las plagas. Aunque el enfoque principal del presente manual, es sobre los métodos de protección no químicos, existen otras situaciones, donde es necesario utilizar juiciosamente ciertos productos en forma alterna con otros métodos de control. A este nuevo enfoque de control químico podría llamársele “Manejo racional de plaguicidas”.

El control agroecológico: es una nueva forma de manejar las plagas nocivas de la agricultura desde un punto de vista ecológico. En este tipo de manejo se mezclan prácticas utilizadas dentro del control biológico conjuntamente con métodos culturales como: utilización de repelentes naturales, plaguicidas obtenidos de extractos vegetales, cultivos trampas, etc.

## Manejo integrado de insectos plagas

Los insectos son un grupo de seres vivos muy importantes en nuestro planeta, tanto por el número de individuos y de especies. Muchísimas de las relaciones de los humanos con los insectos son benéficas, sin embargo cuando interfieren con las actividades productivas del hombre ocasionando pérdidas económicas nos referimos a ellas como plagas. Es una catalogación bastante despectiva, si no comprendemos que los ecosistemas son bastante complejos y han sido sustituidos por grandes extensiones de monocultivo.

La presencia de las plagas puede ser considerada como un indicador que estamos manejando mal el sistema. La agricultura moderna está sustentada en el uso de insecticidas químicos como la principal herramienta para bajar las poblaciones de los insectos plagas. Esta situación ha generado problemas de resistencia de plagas, contaminación ambiental, problemas de salud pública y altos costos de producción. Por esta razón desde hace mucho tiempo se habla de manejo integrado de plagas (MIP) que no es más que el arte de enseñar a los productores a convivir con los insectos bajando las poblaciones a un nivel donde no causen daños económicos, empleando diversos mé-



todos de control, tomando en cuenta las implicaciones económicas, sociales, culturales y ecológicas.

Son muchos los insectos que, en nuestro país, se han reportado como plagas en el cultivo del maíz, a continuación se mencionan las más importantes:

## Plagas del suelo (Cortadores)

**Gusanos cortadores:** *Agrotis spp.*, *Spodoptera spp.*, *Feltia spp.* (Lepidoptera: Noctuidae)

Estos gusanos cortan las plantas de maíz a nivel del suelo causando su muerte (Figura IV-1). Las larvas se alimentan durante la noche y durante el día permanecen en la tierra cerca de las plantas de maíz. Las larvas más desarrolladas, que pueden llegar a 4-5 cm de largo, forman su pupa en el suelo y posteriormente emergen como adultos.



**Figura IV-1.**

Gusano cortador.

Fuente: University of Georgia



## Plagas del tallo (Taladradores)

**Taladradores del tallo: *Zediatraea lineolata* y *Diatraea* spp.** (Lepidoptera: Pyralidae)

Las larvas de estos insectos perforan los tallos del maíz formando galerías, dependiendo de la intensidad del daño pueden causar acame de las mismas (Figura IV-2).

Adicionalmente pueden atacar las mazorcas (flor femenina) y las panículas (flor masculina), ver figura IV-3. El control más eficiente contra esta plaga es el control biológico con la mosca amazónica *Lydella minense* y la avispa *Cotesia flavipes*.

Los huevos son escamosos colocados en hileras de 10 a 12 cerca de la nervadura central de las hojas, de color blanco cuando están recién puestos y se vuelven negros al momento de eclosionar (Figura IV-4).



**Figura IV-2.**

Daño en el tallo.

Fuente: Luis Eduardo Piñango A



**Figura IV-3.**

**Daño en mazorca.**

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.



**Figura IV-4.**

**Huevos del taladrador del tallo.**

Fuente: Ivan Cruz, EMBRAPA, Milho e Sorgo.



## Plagas del follaje

### Gusano cogollero del maíz:

#### *Spodoptera frugiperda*

(Lepidoptera: Noctuidae)

Es la plaga de mayor importancia comercial en la zona de estudio de este manual. En la figura IV.5 se presenta la imagen de los huevos como se observan sobre las hojas del maíz.

Este gusano puede causar varios tipos de daños en la planta, al momento de la germinación se comporta como cortador las dos primeras semanas del cultivo, cuando las poblaciones son muy altas, actúa como barredor dejando sólo la nervadura central de la hoja.

Las larvas pequeñas de gusano cogollero, raspan la hoja observándose áreas semitransparentes (Figura IV-6).

Ataca también las inflorescencias (Figura IV-7).



**Figura IV-5.**

Huevos de cogollero

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.



**Figura IV-6.**

Raspado producido por larvas pequeñas de cogollero

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.



**Figura IV-7.**

Gusano cogollero atacando la panícula

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.

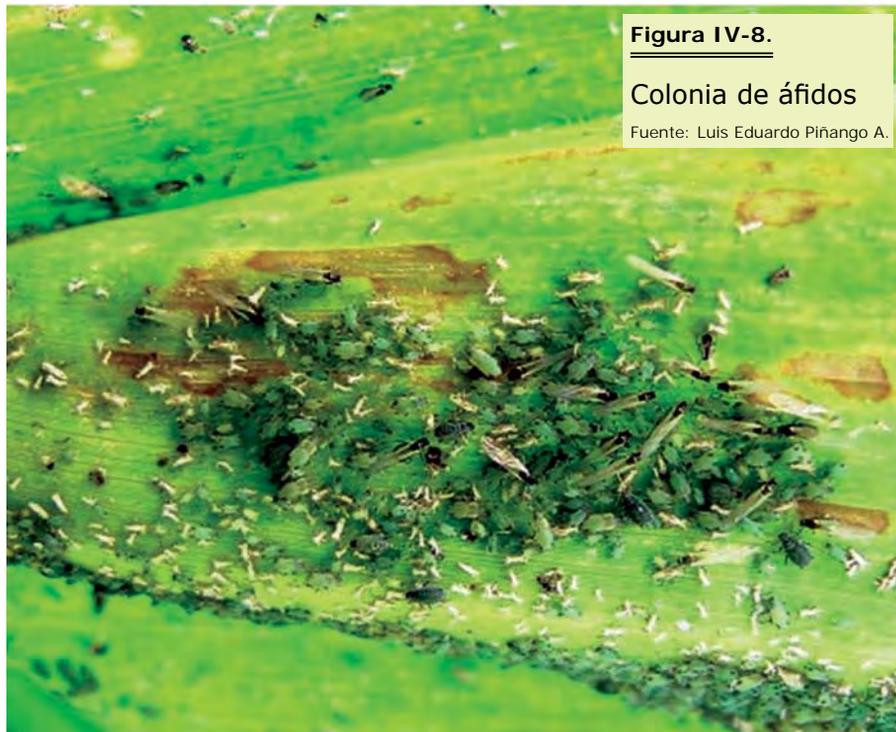


Siendo la plaga más importante, en el maíz sembrado en la Planicie de Maracaibo, más adelante se presenta un aparte para su muestreo, determinación del nivel de infestación y manejo.

### **Áfido verde del maíz:**

***Rhopalosiphum maidis*** (Homoptera: Aphididae)

Las ninfas y los adultos de este insecto perforan las hojas, los tallos y la panoja del maíz y chupan la savia de la planta (Figura IV.8); los ataques severos causan el amarillamiento y el marchitamiento de los tejidos afectados. Los áfidos liberan una sustancia azucarada que favorece el desarrollo de un moho negro llamado "fumagina" y las plantas quedan pegajosas. Pueden transmitir enfermedades virales. Presentan varios controladores biológicos naturales tales como la *Chrysopa* spp., larvas de moscas sirfidae, chinche depredador (*Orius insidiosus*) y tijeretas (*Doru* sp.).



**Figura IV-8.**

**Colonia de áfidos**

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.



### **Chicharrita del maíz:**

*Peregrinus maidis* (Homoptera: Cicadellidae)

Este insecto chupador, es una chicharrita de color gris o pardo amarillento, de alas transparentes con áreas pigmentadas de forma variada de color castaño. La ninfa se aloja en las vainas de las hojas y en el cogollo y se nutre chupando la savia del cultivo. Su importancia económica viene dada por la capacidad de transmitir las enfermedades virales del enanismo rallado del maíz (Figura IV-9).



**Figura IV-9.**

Chicharrita del maíz.

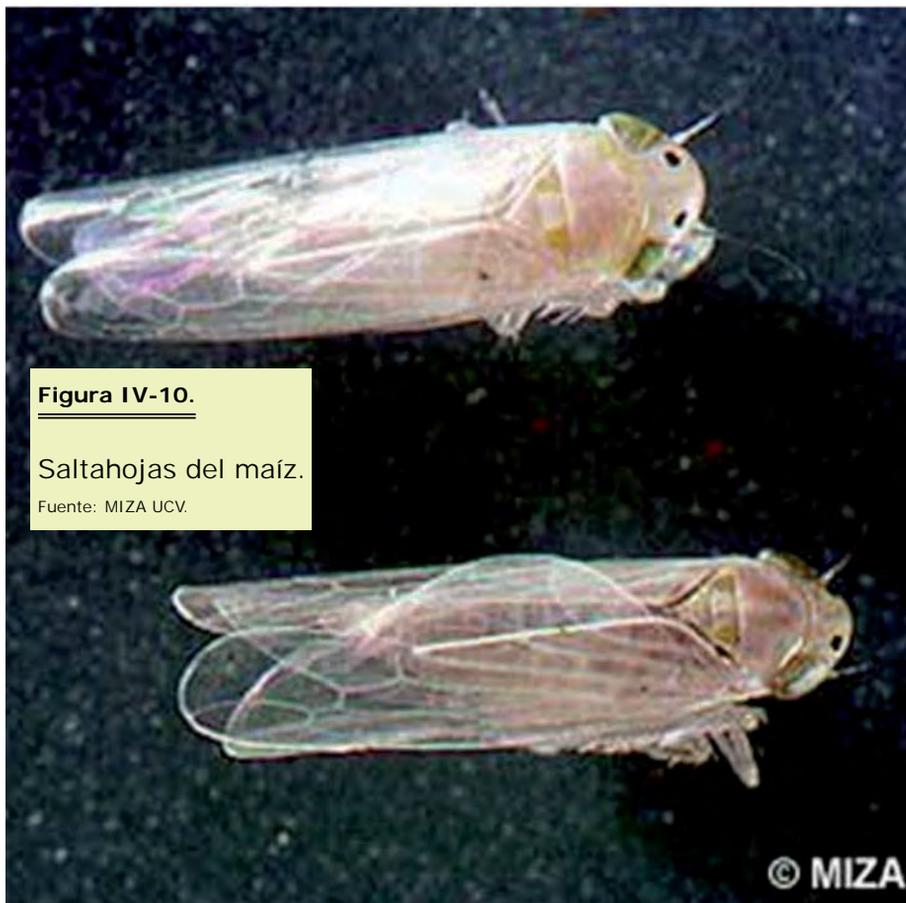
Fuente: Universidad de Delaware.

### **Saltahojas del maíz:**

*Dalbulus maidis* (Homoptera: Delphacidae)

Las ninfas y los adultos se alimentan perforando las hojas del maíz y chupando la savia; este daño normalmente no tiene importancia, pero el daño indirecto causado al actuar como vectores de la enfermedad llamada "achaparramiento del maíz", es el más dañino desde el punto de vista comercial.

Los adultos tienen un cuerpo de color blanco cremoso, se pueden encontrar en grandes cantidades en las hojas enrolladas del maíz. Las hembras insertan los huevos en las nervaduras centrales de las hojas (Figura IV-10).



**Figura IV-10.**

Saltahojas del maíz.

Fuente: MIZA UCV.

## Plagas de la mazorca (Heliotis)

### Gusano del jojoto:

*Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae)

Este insecto (comunmente llamado Heliotis) ataca la parte apical de la mazorca del maíz dañando los granos y tiene preferencia por los maíces dulces. La presencia de este insecto favorece la infección de las mazorcas por patógenos que causan pudrición (Figura IV-11).



**Figura IV-11.**

Daño causado en la mazorca por el gusano del jojoto.

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.



## **Muestreo para gusano cogollero**

Es importante que aprendamos a cuantificar la cantidad de gusanos presentes en el campo, porque dependiendo de estos valores se pueden tomar las decisiones sobre el manejo de las poblaciones. Se ha determinado que el gusano cogollero se distribuye en el campo completamente al azar, por eso se debe revisar, de manera aleatoria, cierto número de plantas de maíz. Estos conteos deben realizarse semanalmente (ver imagen IV-12).



## MUESTREO DE GUSANO COGOLLERO EN MAÍZ

**1** Seleccionar el número de muestras según el tamaño de la parcela

Área sembrada (ha)	Número de muestras
De 5	1 por cada ha.
De 10	5 muestras
De 20	10 muestras
De 40	15 muestras
De 60	20 muestras
De 100	30 muestras
Más de 100	40 muestras

Fuente: Sociedad Venezolana de Entomología

**2** Recorrer la parcela o finca en zig-zag distribuyendo uniformemente el número de puntos a muestrear.



**3** Contar 10 plantas en cada punto sobre la hilera de maíz, lo cual representa el tamaño de muestra.



**5** Obtener el porcentaje de infestación haciendo una simple regla de tres, promediar el porcentaje de infestación de acuerdo al número de muestras tomadas. Con este valor tomar la decisión aplicar una medida de choque, de acuerdo a los umbrales económicos de la plaga.

**4** Revisar cuidadosamente cada planta de maíz y contar cuántas de ellas manifiestan el daño característico y presencia del gusano.



N° Muestra	Total de N° Plantas	N° Plantas infestadas	% Infestación
1	10	2	20
2	10	5	50
3	10	3	30
4	10	8	80
5	10	0	0
6	10	1	10
7	10	9	90
8	10	4	40
9	10	2	20
10	10	7	70
Promedio			41



## Umbrales económicos de infestación

En la literatura se señalan diferentes umbrales económicos, entre los que tenemos 30% de plantas infestadas cuando ataca como barredor y 50% cuando ataca como cogollero. Es importante señalar que los umbrales son valores que generalmente nos indican el momento de aplicar productos químicos, sin embargo, en la actualidad se dispone en el país de varios laboratorios de producción de bioinsumos (INSAI) para el control de insectos plagas (ver anexo 1 listado de laboratorios de INSAI).

### Estrategias de manejo:

- Romper con el monocultivo rotando preferiblemente con una leguminosa adaptada a la zona, que favorece la inclusión de nitrógeno en el suelo, mejorando su calidad para la próxima siembra de maíz.
- Fechas de siembras uniformes y en la misma época, lo cual reduce los daños por tener el cogollero mayor radio de acción.
- Liberaciones de la avispa *Telenomus remus* a dosis de 5.000 individuos/ha. Este parasitoide busca los huevos de gusano cogollero e introduce los suyos, que al nacer se comen los embriones del cogollero, luego emergen nuevas avispas que repetirán el ciclo. Se liberan las avispas recorriendo al azar la parcela, se recomienda hacer las liberaciones muy temprano en la mañana o al final de la tarde. Hacer liberaciones desde la emergencia cada semana. Estos controladores se pueden obtener en los laboratorios de Bioinsumos del INSAI.
- Aplicación de insecticida biológico a base de la bacteria *Bacillus thuringiensis*. Este producto actúa por ingestión, al consumir el gusano cogollero las hojas impregnadas con el producto, la bacteria destruye el sistema digestivo del mismo provocando su muerte. Las presentaciones de este producto están dosificadas por hectárea.



- Conservar el bosque en la finca o parcela como una manera de garantizar la presencia de controladores biológicos naturales.
- Fomentar la biodiversidad de especies de plantas que aporten flores para la alimentación de los controladores biológicos.
- Conocer los controladores biológicos presentes en las unidades de producción, para evitar su eliminación por error, al confundirlas con plagas.

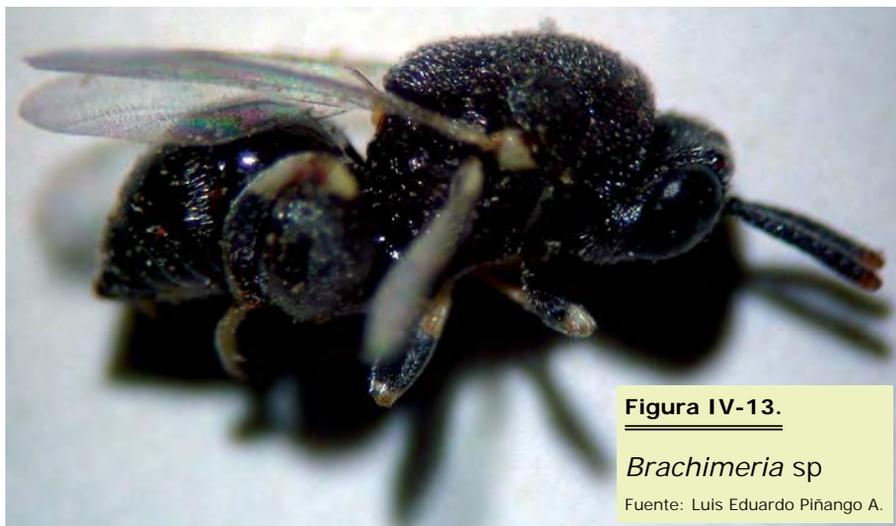
Todas estas prácticas contribuirán a la acción de los controladores biológicos naturales que se muestran a continuación:

## Controladores biológicos

### **Avispa *Brachimeria* sp. y *Conura* sp.**

(Hymenoptera: Chalcididae)

Es un insecto que parasita las pupas de muchas especies de mariposas, incluyendo al cogollero, capaz de matar a su hospedante (Figura IV-13).



**Figura IV-13.**

*Brachimeria* sp

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.



### ***Euplectrus plathypenae*** (Hymenoptera: Eulophidae)

Esta avispa coloca sus huevos encima del gusano cogollero, del que se va alimentando hasta matarlo. Las larvas de la avispa forman como un racimo de color verde claro encima del gusano cogollero (Figura IV-14).

Las larvas de esta avispa, al llegar el momento de pupar, pegan al gusano cogollero con hilos de seda a la hoja y ocultan sus huevos debajo de él (Figura IV-15). Posteriormente emergen las avispas adultas y repiten el ciclo.

**Figura IV-14.**

*Euplectrus plathypenae*  
sobre gusano cogollero

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.



**Figura IV-15.**

*Euplectrus plathypenae* (pupas  
de las larvas sobre el cogollero)

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.





### ***Avispa Cotesia marginiventris*** (Hymenoptera: Braconidae)

Esta avispa (Figura IV-16) coloca un huevo dentro del gusano cogollero (menor de cinco días de nacido). La larva de la avispa se desarrolla dentro del insecto y lo mata cuando este alcanza el 4to instar abriendo un orificio en la parte trasera para salir a pupar.

Al emerger del gusano cogollero la avispa forma una pupa parecida a un grano de arroz. El productor podrá reconocerlo al ver la pupa pegada a la hoja (Figura IV-17).



**Figura IV-16.**

*Cotesia marginiventris*

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.



**Figura IV-17.**

*Cotesia marginiventris*  
(detalle pupas en las hojas).

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.



## ***Avispas Chelonus texanus y Chelonus cautus***

(Hymenoptera: Braconidae)

Estas dos avispas (Figura IV-18) parasitan los huevos del gusano cogollero que al nacer, lleva dentro una larva de la avispa. Cuando el gusano cogollero llega al 5to instar, la larva de la avispa lo mata y sale para pupar.

### **Figura IV-18.**

Avispas *Chelonus texanus* (izquierda) y *Chelonus cautus* (derecha)

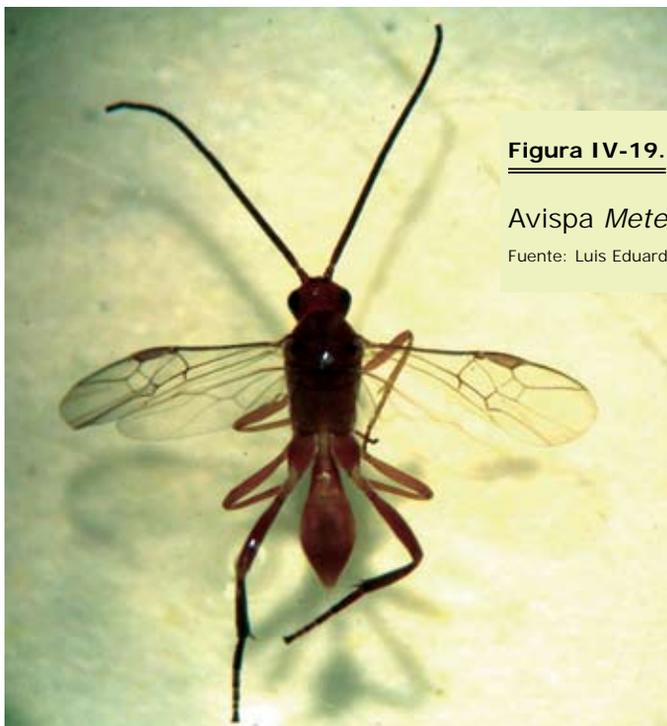
Fuente: Luis Eduardo Piñango A.



## ***Avispa Meteorus laphygmae*** (Hymenoptera: Braconidae)

La avispa introduce un huevo dentro del gusano cogollero que al cumplir su ciclo de vida perfora un orificio en la parte posterior y sale a pupar matando a su hospedante (Figura IV.19).

En el campo podemos saber si contamos con la avispa *Meteorus laphygmae* al observar una pupa de color marrón claro suspendida en la planta del maíz por un hilo de seda (Figura IV-20).



**Figura IV-19.**

*Avispa Meteorus laphygmae*

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.



**Figura IV-20.**

Pupa de *Meteorus laphygmae*.

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.



***Eiphosoma laphygmae*** (Hymenoptera: Ichneumonidae).

Esta avispa de gran tamaño (Figura IV-21), introduce un huevo dentro del gusano cogollero que al eclosionar pasa a larva, la cual lo consume hasta matarlo, forma una pupa y se inicia nuevamente el ciclo.



**Chinche *Podisus sagitta*** (Hemiptera: Pentatomidae)

Este chinche es capaz de succionar la hemolinfa (sangre de los insectos) de diferentes plagas presentes en el cultivo del maíz hasta causar su muerte (Figura IV-22).





## Hongo *Nomuraea rileyi*

Es un hongo que se encuentra en forma natural en las zonas productoras de maíz, el gusano enfermo se endurece y se cubre de un micelio blanco que posteriormente pasa a un color verde claro, estas son las esporas que luego serán dispersadas por el viento (Figura IV-23).



**Figura IV-23.**

*Nomuraea rileyi*.

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.

## Nematódos *Hexameris* sp. (Nematoda: Mermithidae)

El cogollero puede ser atacado por nemátodos, que son especies de lombrices que pueden verse a simple vista o al microscopio. Algunos pueden dañar las plantas o matar a insectos plagas, como es el caso del nemátodo *Hexameris* sp. que logra introducirse dentro del gusano y se alimenta de él hasta matarlo. Este nemátodo es de gran tamaño puede superar los 10 cm de largo (Figura IV-24).



**Figura IV-24.**

Nemátodo  
*Hexameris* sp.

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.

### Tijereta *Doru* sp. (Dermaptera: Forficulidae)

Las tijeretas son depredadores (animales que consumen a sus presas) y se alimentan de gusanos cogollero, afidos y otros insectos presentes en el maíz (Figura IV-25).



**Figura IV-25.**

Tijereta *Doru* sp.

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.



### **Crisopa *Chrysoperla* sp.** (Neuroptera: Chrysopidae)

En la fase de larva es un depredador voraz, consume a su alimento succionando la hemolinfa. Una vez consumida la presa se coloca encima los restos de ella y da la impresión de ver un montón de basura moverse. Los adultos son de color verde claro con alas transparentes (Figura IV-26).



**Figura IV-26.**

Adulto de Crisopa

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.

### **Chince *Orius* sp.** (Hemiptera: Anthocoridae)

Es un depredador polígrafo (come diferentes tipos de insectos), ampliamente distribuido en todas las zonas de cultivos y consume insectos de tamaño pequeño (Figura IV-27).



**Figura IV-27.**

Chince *Orius* sp.

Fuente: Ho Jung Yoo, Purdue University



## Arañas

Existen varias especies de arañas que viven dentro del cultivo del maíz. Son depredadores generalistas (comen diferentes tipos de presa) muy voraces (Figura IV-28).



**Figura IV-28.**

Arañas en las hojas de maíz

Fuente: Luis Eduardo Piñango A.

## Control químico

Es la última opción elegible al hacer un control integrado. Se recomienda sólo cuando, habiendo realizado controles culturales y biológicos, al realizar los muestreos semanales se observa que las poblaciones de gusano cogollero sobrepasan el umbral económico de infestación, es decir 30% de plantas infestadas cuando ataca como barredor y 50% cuando ataca como cogollero. En este caso se recomienda la aplicación de alguno de estos productos: clorfluazuron y lufenuron (reguladores del crecimiento), clorpirifos, diazinon, danol), mancrotofos, parathion metílico (organofosforado), carbaril, thiocarb, metomilo (carbamatos), cipermetrina, lambdacialotrina, deltametrina, permetrina (Piretroides). Para el control de áfidos se recomienda el uso de pirimicarb.

Recuerde siempre leer detenidamente las indicaciones de la etiqueta, realizar la calibración del equipo de aspersión, usar agua de buena calidad y seguir todos los protocolos de seguridad. Es importante recordar que los productos químicos son peligrosos, envenenan a los seres vivos y contaminan el ambiente (Ver Capítulo X).



## Manejo integrado de enfermedades en maíz

Uno de los factores que afecta la producción del maíz es la ocurrencia de enfermedades. Estas varían de una localidad a otra y dependen de las condiciones ambientales, materiales genéticos y la presencia de patógenos. Actualmente el cambio climático reviste gran importancia en el desarrollo de las enfermedades. El exceso de agua por precipitaciones frecuentes, **déficits hídricos por sequías prolongadas**, así como incrementos en la temperatura pueden afectar la incidencia de enfermedades y su manejo.

El control de las enfermedades debe ser enfocado hacia el manejo agroecológico del cultivo. Estas prácticas incluyen: utilización de cultivares resistentes o tolerantes, rotación de cultivos, uso de agentes de biocontrol, control de malezas o plantas arvenses, manejo de los residuos dependiendo de la enfermedad que esté afectando al cultivo y control de insectos vectores. En caso que sea estrictamente necesario, cuando la severidad de la enfermedad afecte los rendimientos, utilizar productos agroquímicos aplicados oportunamente y en las dosis recomendadas.

A continuación se señalan algunas de las enfermedades y su agente causal que pueden ocurrir en sistemas de producción con riego por aspersión, bajo condiciones de alta humedad relativa y presencia de agua libre en las hojas.

### **Pudrición de semillas y muerte de plántulas**

El maíz es afectado por varios patógenos, principalmente hongos, que pueden ser llevados en la semilla o estar presentes en el suelo. Las enfermedades inducidas por estos patógenos afectan el establecimiento del cultivo y por ende afectan negativamente el rendimiento. Las enfermedades más comunes durante esta fase del cultivo incluyen:



## Muerte pre-emergente (*Pythium* ssp.)

Diferentes especies de *Pythium* presentes en el suelo, pueden ocasionar la pudrición del embrión. Esto ocurre bajo condiciones de exceso de agua, mal drenaje o prolongada humedad del suelo lo cual afecta la germinación o emergencia de las plántulas (Figura IV-29).



**Figura IV-29.**

Semilla sin emergencia de plántula.

Fuente: María Suleima González

## Muerte post-emergente (*Rhizoctonia solani* *Fusarium* spp.)

En ambientes cálidos y moderados contenidos de humedad, la presencia de *Rhizoctonia* en el suelo, puede ocasionar estrangulamiento en la base del tallo de las plántulas y causar la muerte. Mientras que las especies de *Fusarium* pueden estar en el suelo o ser llevadas en la semilla. Las plántulas afectadas presentan pudrición de raíces, tamaño reducido, color amarillo, marchitós o decoloración (Figura IV.30).



**Figura IV-30.**

Amarillamiento de plántula inducida por *Fusarium*.

Fuente: María Suleima González.



**Control:** uso de semillas libres de patógenos. Evitar exceso de humedad después de la siembra. Una vez preparado el terreno, aplicar agentes de biocontrol a base de Trichoderma. Esto debe realizarse al final de la tarde para evitar que incrementos de la temperatura durante el día, puedan afectar el establecimiento del hongo Trichoderma en el suelo. Aplicar a la semilla una (1) dosis de Trichoderma/ha. Para el tratamiento de semillas una (1) dosis/ 20 Kg de semilla. Durante el ciclo del cultivo aplicar el agente de biocontrol, cada 15 días.

## Pudrición de tallos

Diversos patógenos que incluyen hongos y bacterias pueden ocasionar manchas en los entrenudos, necrosamiento o coloraciones rosado oscuro en el interior de tallos y pudrición. Las plantas afectadas pueden sufrir volcamiento, morir prematuramente y en ocasiones no hay llenado de granos. Los síntomas son más evidentes se observan cerca a la época de floración del maíz. Generalmente hay más de un patógeno involucrado. Entre las enfermedades más comunes se encuentran:

### **Pudrición del tallo** (*Fusarium* spp.)

Las plantas muestran síntomas de marchitamiento, con hojas de color verde opaco, parecido a un daño por sequía. Las vainas de las hojas y entrenudos presentan lesiones pardo, algunas veces con tonalidades rosadas.

Al hacer un corte longitudinal del tallo, se observan lesiones de color rosado y desintegración del tejido vascular. También ocurre pudrición de raíces y las hojas apicales se doblan.

La pudrición del tallo es ocasionada por diversas especies de *Fusarium* que habitan en el suelo o son llevadas en la semilla. Sin embargo hay ciertos factores que predisponen a la planta tales como alto contenido de nitrógeno, baja fertilidad en potasio, alta humedad hacia el período de floración, estrés hídrico durante el llenado del grano y la presencia de algunos insectos perforadores del tallo (Figura IV-31).



**Control:** evitar excesos de nitrógeno, adecuada densidad de siembra, uso de semilla libre de patógenos y aplicación al suelo de *Trichoderma*.

### **Pudrición del tallo:** (*Pythium* spp.)

Los síntomas se evidencian en el primer entrenudo cercano a la línea del suelo. El tejido presenta color marrón, consistencia acuosa y blanda (Figura IV-32).

El entrenudo se tuerce; pero no se parte completamente, lo que ocasiona el acame de la planta. Esta enfermedad se presenta bajo condiciones cálidas, exceso de humedad en el suelo y alta humedad relativa.

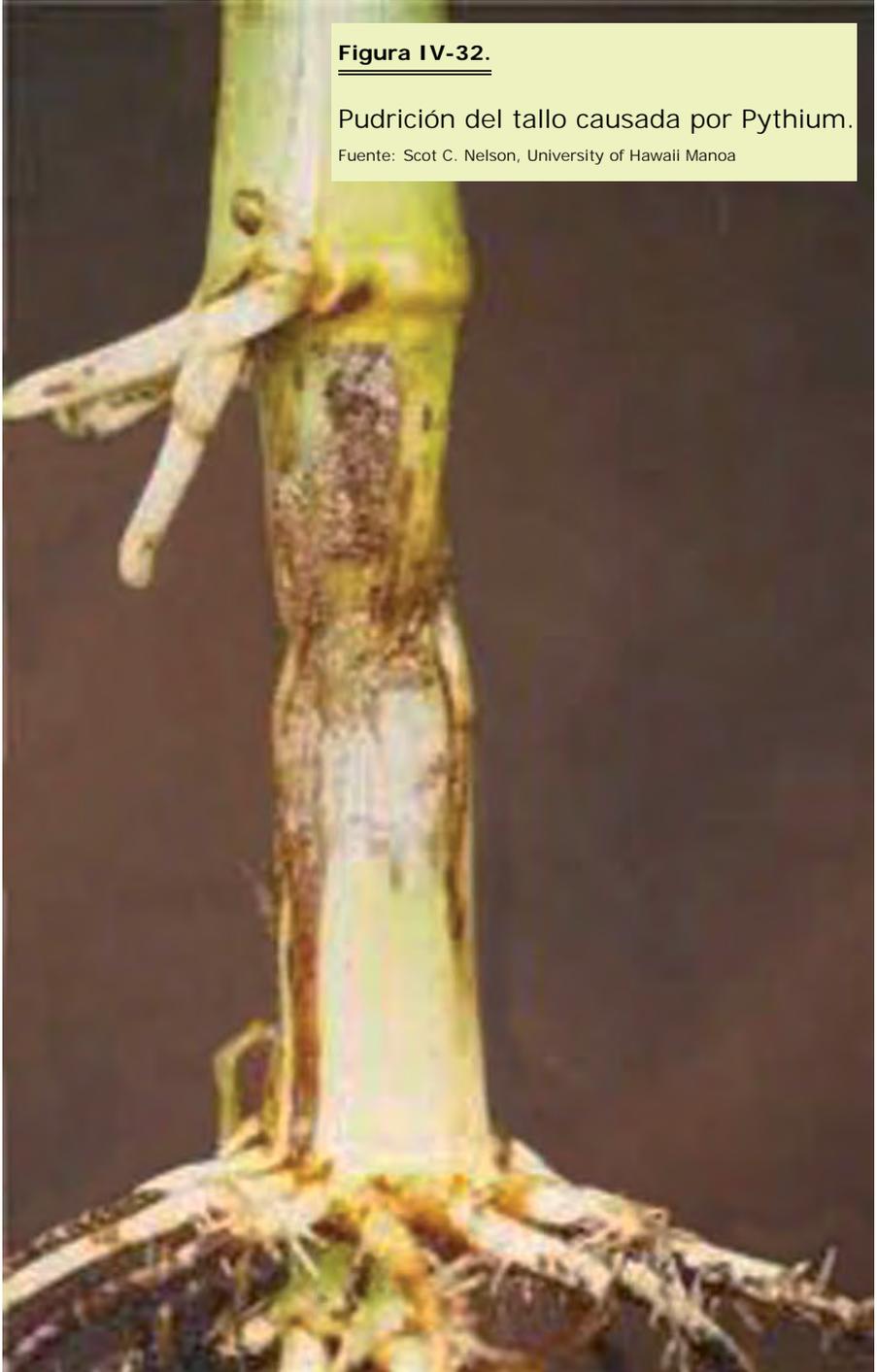
**Control:** evitar excesos de humedad en el suelo. Usar *Trichoderma*. Este patógeno se controla específicamente con fungicidas como *Metalaxyl* o *Fosetyl*.



**Figura IV-32.**

Pudrición del tallo causada por *Pythium*.

Fuente: Scot C. Nelson, University of Hawaii Manoa





## **Pudrición Bacteriana:** (*Erwinia* spp)

Los síntomas iniciales son decoloración de las vainas y entrenudos del tallo. A medida que la enfermedad progresa, se extiende hacia arriba del tallo y las hojas. El ápice de la planta puede ser fácilmente removido. En sistemas donde se usa riego por aspersión, los síntomas de pudrición se evidencian del ápice hacia la base de la planta. Al hacer un corte longitudinal del tallo se evidencia una coloración marrón de los haces vasculares. En plantas afectadas se detecta un olor fétido. La bacteria sobrevive en restos de cosecha. Heridas, aperturas naturales o daños ocasionados por insectos, proporcionan una puerta de entrada de la bacteria a la planta. Altas temperaturas y abundantes precipitaciones favorecen la ocurrencia de esta enfermedad (Figura IV-33).

**Control:** evitar excesos de agua, controlar los insectos, remover plantas afectadas, evitar heridas en plantas durante las labores culturales, eliminar plantas afectadas, usar sulfato de cobre. Se recomienda limpiar los implementos agrícolas con solución de hipoclorito de sodio en la proporción (1 cloro: 3 agua). Para evitar la corrosión de las herramientas, aplicarles un lubricante.



**Figura IV-33.**

Pudrición bacteriana del maíz.

Fuente: María Suleima González



## Enfermedades foliares

Las plantas con enfermedades foliares producen mazorcas con pocos granos y livianos. Además que predisponen a las plantas al acame. Las pérdidas más severas en el rendimiento, ocurren cuando las hojas superiores son afectadas, tan pronto emerge la panoja. Diversos patógenos inducen enfermedades foliares en maíz. A continuación se señalan las enfermedades más comunes bajo ambientes de alta humedad relativa y presencia de agua libre sobre las hojas.

### **Mancha alargada** (*Exserohilum turcicum*) (Sinónimo: *Helminthosporium turcicum*)

Lesiones verde-grisáceo alargadas a elípticas. Se evidencian inicialmente en las hojas bajas (Figura IV-34). A medida que avanza el desarrollo de la planta, el número de lesiones se incrementa afectando mayor área foliar. En hojas severamente afectadas las hojas se deforman, marchitan y se rompen. Este patógeno se perpetúa en restos de cosecha.

**Control:** uso de cultivares tolerantes, eliminar restos de cosecha, rotación de cultivos.



**Figura IV-34.**

Mancha alargada del maíz.

Fuente: María Suleima González



**Tizón del sur** (*Bipolaris maydis*)  
(Sinónimo *Helminthosporium maydis*)

Lesiones marrón claro, inicialmente romboides con bordes marrón en hojas bajas, luego oblongas con lados paralelos y finalmente la lesión es rectangular 2-3 cm (Figura IV-35). Al unirse pueden ocasionar quemado de extensas áreas foliares. Este hongo se perpetúa en restos de cosecha.

**Control:** uso de cultivares tolerantes, eliminar restos de cosecha, rotación de cultivos.

**Figura IV-35.**

Síntomas del tizón del sur.

Fuente: María Suleima González



**Mancha bandeada** (*Rhizoctonia solani*)

Lesiones pardo claro, alternas con bandas pardo oscuro que cubren las vainas y área foliar (Figura IV-36). Estas lesiones se extienden desde las hojas bajas hacia arriba.

En cultivares de porte bajo, las manchas alcanzan rápidamente la mazorca. Asociados a las manchas, se encuentran estructuras redondas del hongo denominadas esclerocios, los cuales



pueden permanecer en el suelo en restos de cosecha por varios años.

**Control:** uso de cultivares tolerantes, aplicación oportuna de Trichoderma.



**Figura IV-36.**

Síntomas de mancha bandeada.

Fuente: María Suleima González



## **Roya común (*Puccinia sorghi*)**

Pústulas inicialmente de coloración marrón amarillento y posteriormente marrón rojizas, en ambas superficies de las hojas, circulares a elongadas. Las pústulas también se presentan en los tallos.

La enfermedad se intensifica cerca de la fase de floración. Condiciones ambientales con alta nubosidad, alta humedad relativa y presencia de agua en la lámina foliar favorece la enfermedad (Figura IV-37).

Control: uso de cultivares tolerantes, adecuada densidad de siembra, uso racional de fungicidas en caso de alta incidencia y severidad de la enfermedad.



**Figura IV-37.**

Roya común afectando tallos de maíz.

Fuente: María Suleima González



## Mildiu lanoso o Falsa punta loca

(*Peronosclerospora sorghi*)

En plantas jóvenes se evidencian hojas erectas, con bandas amarillas que avanzan desde la base hacia el ápice. En horas de la mañana se observa un polvillo blanco debido a la presencia de estructuras del patógeno (Figura IV.38). Las hojas se tornan gruesas, con limbo estrecho. La planta presenta enanismo, amarillamiento, franjas cloróticas en las hojas. En plantas adultas ocurre filodia (malformación de la espiga) por lo que no hay producción de polen. Si las mazorcas se forman son de reducido tamaño. El patógeno sobrevive en el suelo y es diseminado por la siembra de semillas infectadas. Condiciones de alta nubosidad, alta humedad relativa y presencia de agua libre en las hojas y exceso de agua en el suelo favorece la enfermedad.

**Control:** uso de cultivares resistentes, rotación de cultivos, adecuado drenaje del suelo y control de plantas arvenses. Tratamiento de la semilla con aplicación de fungicidas como Metalaxyl.



**Figura IV-38.**

Síntomas del mildiu lanoso

Fuente: Yanely Alfaro



**Rayado foliar bacteriano** (*Acidovorax avenae*)  
(Sinónimo: *Pseudomonas avenae*)

Lesiones húmedas desde los bordes hacia dentro y de la base hacia el ápice de las hojas. Puede afectar desde el estado de plántula, hasta después de la floración. La enfermedad se intensifica bajo condiciones de excesos de humedad, presencia de agua libre sobre las hojas y la ocurrencia de insectos tala-dadores. Algunas plantas arvenses sirven como hospedantes de esta bacteria, ya que ésta no se perpetúa por restos de cosecha y no sobrevive en el suelo (Figura IV-39).

**Control:** uso de semi-llas libres de la bacteria. Uso de cultivares tolerantes. Control de plantas arvenses, debido a que la bacteria tiene un amplio rango de hospedantes. Eliminar plantas afectadas.



**Figura IV-39.**

Síntomas del rayado foliar bacteriano

Fuente: María Suleima González



## Enfermedades de la mazorca

Bajo condiciones cálidas y húmedas durante la fase de cosecha algunos patógenos no sólo disminuyen los rendimientos, sino que afectan la calidad de la semilla o grano. Condiciones de altas temperaturas y humedad pueden inducir la producción de micotoxinas tales como Fumonisinas para el caso de *Fusarium spp.*, o Aflatoxinas en semillas o granos infectados con *Aspergillus flavus*. Entre las enfermedades más comunes se encuentran:

### **Pudrición rosada** (*Fusarium spp*)

Micelio de color rosado pálido a oscuro manchando los granos de la mazorca, en zonas limitadas. Las coloraciones hacia los ápices de la mazorcas están asociadas a insectos perforadores. En estados avanzados el micelio rosado algodonoso puede cubrir completamente la mazorca (Figura IV-40).

#### **Figura IV-40.**

Mazorca con pudrición rosada y colonias de *Fusarium* aisladas de la mazorca.

Fuente: María Suleima González





**Control:** uso de cultivares tolerantes, control de insectos perforadores. Evitar cosechar con humedad del grano mayor del 18%.

**Pudrición blanca** (*Stenocarpella maydis*)  
(Sinónimo: *Diplodia maydis*)

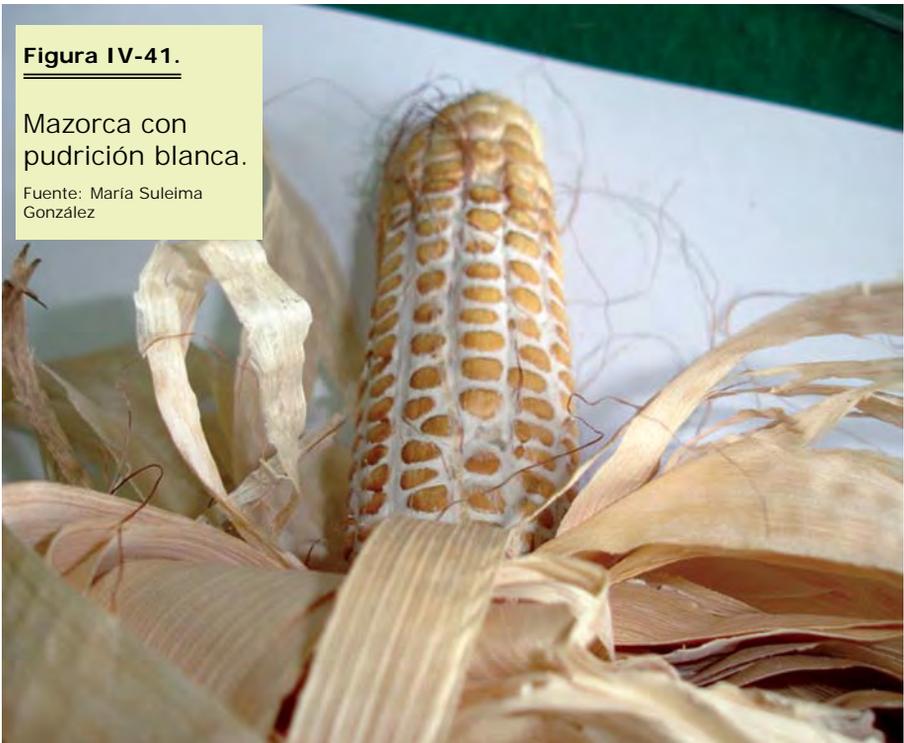
Micelio blanco, algodonoso entre los granos de la mazorca. El progreso de la enfermedad ocurre de la base de la mazorca hacia arriba. Ocasionalmente puede ocurrir desde el ápice hacia abajo. Esta enfermedad se incrementa en sistemas de mínima labranza, ya que el hongo se perpetúa en restos de cosecha (Figura IV-41).

**Control:** rotación de cultivo para romper el ciclo del hongo, enterrar los restos de cosecha, cosechar con humedad no mayor de 18%.

**Figura IV-41.**

Mazorca con pudrición blanca.

Fuente: María Suleima González





## Carbón (*Ustilago maydis*)

Mazorcas con agallas inicialmente blancas, luego grises, formando posteriormente masas oscuras carbonosas por la producción de las esporas del hongo. Estas agallas se forman en los sitios de activo crecimiento, como las yemas de las hojas y en las inflorescencias. La gran cantidad de esporas presentes en las agallas son fuentes de inóculo para las próximas siembras (Figura IV-42).

**Control:** uso de cultivares tolerantes, eliminar plantas afectadas, antes de que las agallas carbonosas dispersen las esporas.

**Figura IV-42.**

Mazorca con carbón del maíz.

Fuente: María Suleima González





**Mazorca mohosa** (*Aspergillus* spp, *Cladosporium* spp, *Penicillium* spp, *Nigrospora* spp.)

La ocurrencia de varios hongos en la mazorca es consecuencia de exceso de humedad durante la cosecha. Así como la presencia de insectos que dañan a la mazorca (Figura IV-43).

**Control:** cosechar con humedad del grano no mayor de 18%.



**Figura IV-43.**

Mazorca mohosa  
con *Aspergillus*  
*flavus*.

Fuente: María Suleima González



## Enfermedades virales

### Mosaico enanizante del maíz [Maize Dwarf Mosaic Virus (MDMV)]

Vector: áfidos

Los síntomas varían dependiendo del cultivar, edad de la planta, tiempo de infección. Se caracteriza por manchas cloróticas, estrías o moteados en las hojas (Figura IV-44). Cuando la infección ocurre en fases tempranas ocasiona enanismo por acortamiento de entrenudos, no se producen mazorcas o son muy pequeñas.

Control: uso de cultivares resistentes, control de los insectos vectores de la enfermedad y plantas arvenses hospedantes como el pasto Johnson.

**Figura IV-44.**

Mosaico enanizante del maíz.

Fuente: Ryzhkov V.L. & Protsenko A.E. "Atlas of viral plant diseases" (Moscow: Nauka, 1968. 136 p.).





## Enfermedades causadas por Spiroplasma

### Achaparramiento del maíz (*Spiroplasma kunkeli*)

Vector: *Dalbulus maidis*

Las plantas presentan hojas erectas, estrías cloróticas en la base. En hojas jóvenes se observa coloración púrpura, tallos delgados y entrenudos cortos lo que confiere achaparramiento (Figura IV-45).

**Control:** uso de cultivares tolerantes. Control del vector y plantas arvenses hospedantes.



**Figura IV-45.**

Síntomas  
de achaparramiento.

Fuente: Yanelly Alfaro



## Manejo integrado de malezas

Las malezas son plantas que crecen junto a las plantas cultivadas afectando su potencial productivo bien sea a través de la competencia que establecen por luz, agua, CO<sub>2</sub> y nutrientes o interfiriendo con su desarrollo cuando sueltan al medio sustancias químicas que pueden inhibir la germinación o el desarrollo de las plantas vecinas.

### Periodo crítico de interferencia de las malezas en maíz

El maíz es un cultivo que crece en forma rápida; los efectos de la interferencia de malezas sobre los rendimientos de este cultivo dependen de la densidad de arvenses y de las especies predominantes en el área del cultivo. El periodo crítico de interferencia de las malezas (periodo donde la presencia de malezas causa mayor daño a los rendimientos del cultivo) está ubicado entre la tercera y quinta semana después de la siembra en el campo. Sin embargo se ha venido observando problemas con malezas que germinan tardíamente y causan problemas en la época de cosecha como es el caso de la *Ipomoea tiliacea* (Bejuquillo), que tiene hábito trepador y envuelve las plantas de maíz al final del ciclo.

### El manejo

Para establecer manejos adecuados de malezas en maíz es necesario conocer la clasificación de las mismas, según el tiempo de vida de cada especie presente en el área cultivada.

**Malezas anuales:** son especies cuyo ciclo de vida dura aproximadamente un año. Estas malezas son de rápido crecimiento, se propagan principalmente por semilla sexual y por lo general aparecen en las primeras etapas del cultivo. Ejemplo: *Euphorbia heterophylla* (Bemba de negro), *Amaranthus dubius* (Pira) y *Portulaca oleracea* (Verdolaga).

**Malezas semi-perennes:** son plantas arvenses que pueden vivir por periodos de un año o más dependiendo de las con-



diciones ambientales, al manejo del cultivo y en especial el tipo de labranza utilizada para preparar la tierra. Entre ellas se encuentran algunas especies de la familia Sterculiaceae, Tiliaceae y Malvaceae.

**Malezas perennes:** son plantas arvenses cuyo ciclo de vida dura más de un año, se propagan a través de semillas sexuales y mediante propágulos vegetativos, por lo cual son especies muy difíciles de controlar, como: el *Cyperus rotundus* y *Cyperus ferax* (Corocillo).

El manejo integrado de malezas (MIM) consiste en utilizar varias alternativas (métodos, tecnologías o conocimientos) que permitan minimizar el daño que las malezas pueden ocasionar a los cultivos.

Un programa de manejo integrado de malezas es un sistema que enfoca el problema de las malezas de una manera compatible con el ambiente, utilizando diferentes estrategias de control que se van alternando a través del tiempo, pues la utilización de una sola práctica de manejo es una solución momentánea y su uso consecutivo ocasiona desequilibrios en la flora del área cultivada, provocando predominancia de especies difíciles de controlar.

Para el desarrollo del manejo integrado de malezas en maíz se requieren ciertos conocimientos básicos y la implementación de pequeñas investigaciones en el sitio donde se desarrollará el cultivo. Dentro de los conocimientos que el técnico de campo o el agricultor deben manejar están los siguientes:

1. Identificar los tipos de malezas existentes en el terreno a cultivar, de acuerdo a sus ciclos biológicos (anuales, semi-perennes y perennes).
2. Determinar cuáles son las especies predominantes y las menos abundantes, porque con el paso del tiempo las malezas menos abundantes pueden llegar a ser problema si se les elimina la competencia de las especies de mayor población.
3. Conocer la biología y ecología de esas especies para pronosticar su efecto competitivo.



4. Aplicar los métodos de control más efectivos, económicos y seguros al ambiente, tomando en cuenta las individualidades de las especies (respuesta al tipo de labranza, a la rotación de cultivos, al uso de coberturas y al manejo del riego).

Para implementar el manejo integrado de malezas en la Planicie de Maracaibo se sugiere utilizar las siguientes alternativas:

- Uso de densidades de siembra del maíz que permitan lograr un sombreado rápido entre las hileras.
- Aplicar el fertilizante en bandas al momento de la siembra, para evitar estimular las malezas entre hileras.
- Rotar el cultivo de maíz con una leguminosa, para evitar la predominancia de especies asociadas al maíz.
- Tomar en consideración que para la rotación con cultivos de leguminosa se debe evitar la aplicación de atrazinas (Triazol, Limpia maíz, Gesaprim) en el cultivo de maíz, pues estos compuestos permanecen por largo tiempo en el suelo y ocasionan daños en las leguminosas.
- Evitar el uso del herbicida nicosulfuron (Accent, Sanson) en las parcelas dedicadas a la siembra de maíces amarillos, pues se ha observado una marcada fitotoxicidad en híbridos de maíz dulce y maíz amarillo tratados con este producto.
- Las malezas anuales deben controlarse antes que produzcan semillas, en las primeras fases de su desarrollo (crecimiento vegetativo).
- Las malezas perennes semileñosas o leñosas, que ya han sido cortadas mecánicamente y producen rebrotes, necesitarán aplicaciones de productos químicos en forma puntual sobre el tocón del tallo.
- Evitar el uso continuo del mismo sistema de labranza. Se ha demostrado que la utilización consecutiva de la labranza



convencional promueve la predominancia de altas poblaciones de *Cyperus rotundus* (Corocillo) y el uso continuo del sistema siembra directa, favorece el incremento de las poblaciones de *Melochia pyramidata* (Bretónica morada).

- Tener en cuenta que si no existe un manejo adecuado de las aguas de riego y se producen encharcamientos, se favorecerá la predominancia de malezas hidrófilas como la *Echinochloa colonum* (Paja americana) y de especies ciperáceas: *Cyperus ferax* (Cortadera) y *C. rotundus* (Corocillo).
- Utilizar cultivos de cobertura asociados al maíz como el *Centrosema pubescens* o *Centrosema macrocarpum* que han mostrado buenos resultados para el control de malezas hojas anchas.

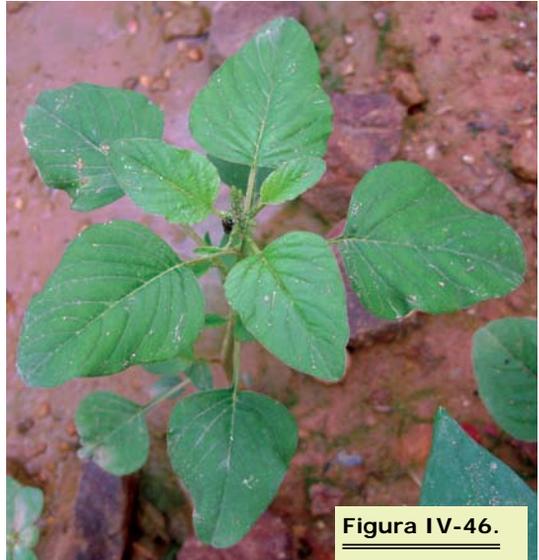
## Malezas observadas en la planicie de Maracaibo (El Diluvio)

### *Amaranthus dubius* "Pira dulce"

Familia: Amaranthacea

Planta anual muy distribuida en el país. Es prolífica, produce muchas semillas por planta, presenta alelopatía y es hospedera del gusano cogollero del maíz (Figura IV-46).

**Control:** rotación de cultivo y de herbicida. Uso de controles químicos como atrazina (Pre-emergente a la maleza) y glyfosato (Post-emergente a la maleza).



**Figura IV-46.**

Pira dulce.

Fuente: Luis Piñango.

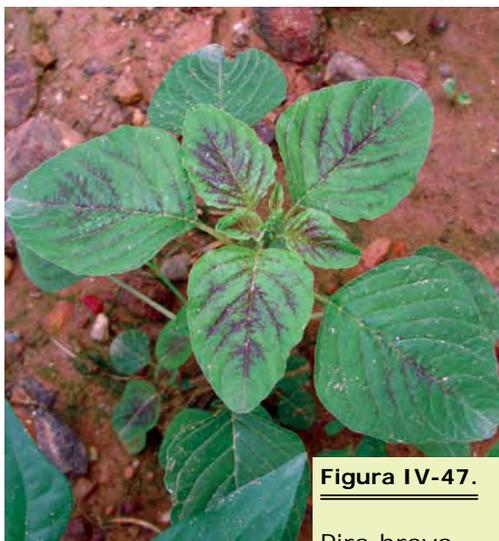


## *Amaranthus spinosus* "Pira brava"

Familia: Amaranthacea

Planta anual herbácea, puede medir de 50 a 100 cm de altura, presenta dos espinas en la base de cada peciolo (Figura IV-47).

**Control:** rotación de cultivo y de herbicida. Uso de controles químicos como atrazina. (Pre-emergente a la maleza) y/o pendimethalin (Pre-emergente a la maleza).



**Figura IV-47.**

Pira brava.

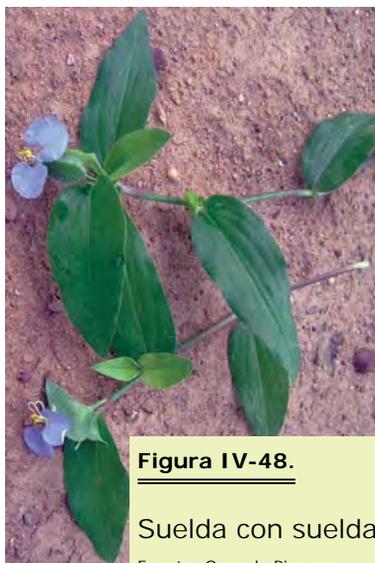
Fuente: Luis Piñango.

## *Commelina diffusa* "Suelda con suelda"

Familia: Commelinacea

Planta anual que se propaga por semilla y propágulos (Figura IV-48). Es de hábito de crecimiento rastroso y puede confundirse con una gramínea. Los herbicidas a base de glyphosato no ejercen ningún control sobre esta maleza. Se adapta a los suelos húmedos y sombreados.

**Control:** evitar el monocultivo maíz-maíz; uso de atrazina como control químico (pre-emergente a la maleza).



**Figura IV-48.**

Suelda con suelda.

Fuente: Gerardo Pignone

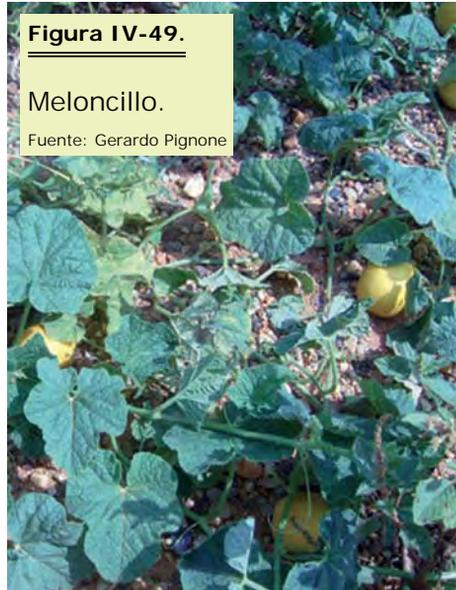


## *Cucumis sp* “Meloncillo”

Familia Cucurbitacea

Hierba anual, de hábito de crecimiento rastrero, hasta dos metros de largo (Figura IV-49). Moderadamente tóxica. Se reproduce por semilla (hasta 400 semillas por planta).

**Control:** realizar rotación de cultivos y de herbicidas, utilizar coberturas del suelo con residuos de follaje del cultivo anterior; usar atrazina (Pre-emergente a la maleza).

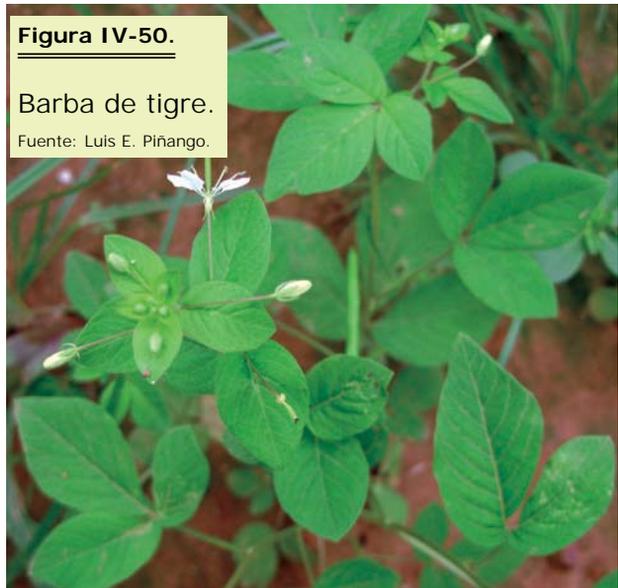


## *Cleome affinis* “Barba de tigre”

Familia Caparidacea

Planta anual de 30 a 50 cm de altura (Figura IV-50). Se reproduce por semilla. Posee hojas compuestas trifoliadas.

**Control:** rotación maíz-leguminosa; uso de glyphosato como control químico (post-emergente temprano).



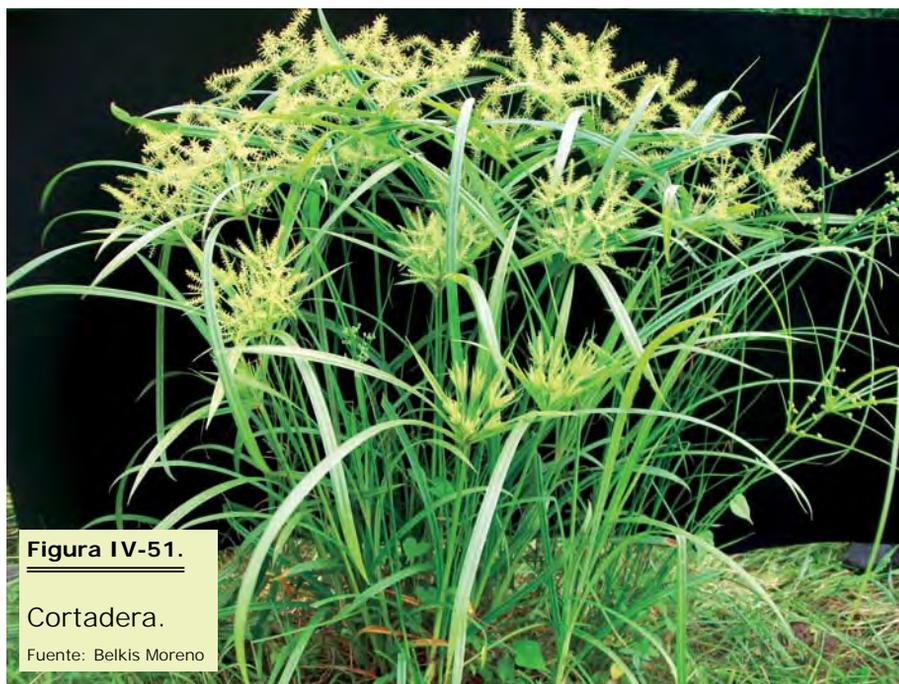


## *Cyperus ferax* "Cortadera"

Familia Cyperaceae

Planta semi-perenne, con tallo triangular puede alcanzar de 30 a 70 cm de altura (Figura IV-51). Prefiere suelos húmedos. Predomina en cultivos bajo riego. Se propaga por semillas.

**Control:** manejo de las aguas de riego (el encharcamiento favorece el aumento de su población). Uso de glyfosato como control químico (post-emergente a la maleza) antes de la floración.



**Figura IV-51.**

Cortadera.

Fuente: Belkis Moreno

## *Cyperus rotundus* "Corocillo"

Familia Cyperaceae

Planta perenne con tallo triangular, puede alcanzar 10 a 60 cm de altura (Figura IV-52). Se reproduce por tubérculos (asexuales) y por semillas (sexuales). El corte de los brotes de la parte



aérea estimula la proliferación de propágulos (cormos) en las raíces que darán origen a nuevas plantas.

**Control:** evitar el control mecánico porque favorece su propagación. Usar controles químicos como 2,4-D + glyfosato (post-emergente a la maleza) en pre-floración.



**Figura IV-52.**

Corocillo.

Fuente: Belkis Moreno

### ***Mimosa pudica* L. "Dormidera"**

Familia Mimosacea

Hierba pubescente, espinosa (Figura IV-53). Es una maleza heliófila y muy prolífica. Posee una inflorescencia en forma de cabezuelas solitarias, de color rosado o violáceo. Se reconoce porque al tocar la planta, las hojas se duermen.

**Control:** uso de coberturas muertas de *Centrosema macrocarpum* (Centrosema). En caso de ser necesario, utilizar controles químicos como el 2,4-D + glyfosato (post-emergente a la maleza) en pre-floración.



**Figura IV-53.**

Dormidera.

Fuente: Gerardo Pignone.



## *Digitaria bicornis* “Falsa pata de gallina”

Familia Poacea

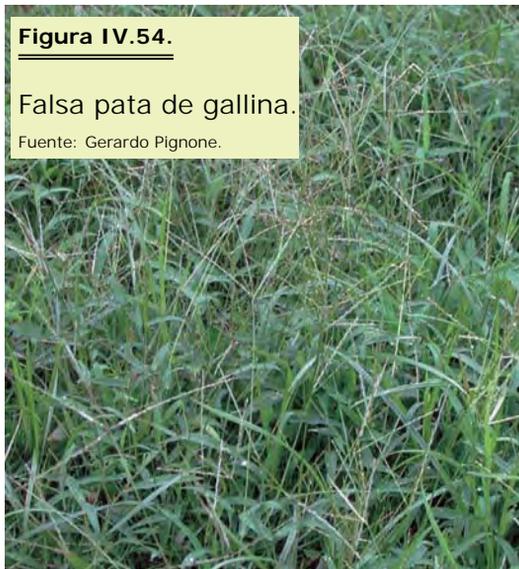
Hierba semi-perenne, ramificada y decumbente (Figura IV-54), de raíz fibrosa. Se reproduce por semillas y por propágulos vegetativos.

**Control:** coberturas verdes asociadas al maíz. Uso de controles químicos como el pendimethalin (pre-emergente a la maleza).

**Figura IV.54.**

Falsa pata de gallina.

Fuente: Gerardo Pignone.



## *Echinochloa colonum* “Paja americana”

Familia Poacea

Planta anual ramificada en la base, puede alcanzar entre 40 a 70 cm de altura (Figura IV-55). Posee una inflorescencia formada por racimos cortos y compactos. Abunda en suelos muy húmedos. Ocasiona problemas en los cultivos bajo riego. Se reproduce por semillas sexuales, tiene una alta capacidad de producir semilla.

**Control:** manejo coherente de las aguas de riego (se debe evitar el encharcamiento porque favorece el aumento de su población). Usar, como controles químicos, glyphosato en pre-siembra (pre-emergente a la maleza) y/o pendimethalin (pre-emergente a la maleza).

**Figura IV-55.**

Paja americana.

Fuente: Luis E. Piñango





## *Ipomoea* spp "Bejuquillo"

Familia Convolvulacea

Planta anual herbácea, trepadora de germinación tardía (Figura IV-56). Aparece en el campo en la mitad del ciclo del cultivo de maíz.

**Control:** rotación de cultivos maíz-leguminosa. De ser necesario utilizar, como control químico, diuron (pre-emergente a la maleza) y/o 2,4-D + glyfosato, dirigido (post-emergente a la maleza).



**Figura IV-56.**

Bejuquillo.

Fuente: Luis E. Piñango



## *Melochia* sp “Bretónica”

Familia Sterculiaceae

Planta semi-perenne, que puede alcanzar hasta un metro de altura (Figura IV-57). Posee una raíz pivotante profunda. El sistema de labranza siembra directa y el monocultivo maíz-maíz en forma continua promueve el incremento de su población.

**Control:** evitar el monocultivo maíz-maíz. Utilizar coberturas de *C. macrocarpum* y, en caso de ser necesario, utilizar diuron (Pre-emergente).

**Figura IV-57.**

Bretónica.

Fuente: Luis Piñango



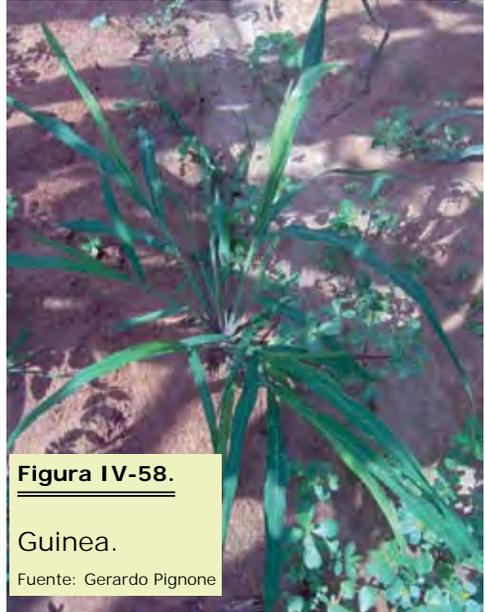


## *Panicum maximun* "Guinea"

Familia Poacea

Hierba perenne que forma macollas hasta de dos metros de altura (Figura IV-58). Los tallos son erectos y ascendentes con nudos generalmente pubescentes. La inflorescencia se presenta en forma de panoja abierta de 12 a 40 cm de longitud. Se reproduce por semillas y propágulos. Las raíces son fibrosas, largas y nudosas.

**Control:** rotación de cultivos maíz-soya. Utilizar coberturas de suelo con residuos de cosecha del cultivo anterior. En caso de ser necesario, realizar un control químico con pendimethalin (pre-emergente a la maleza) y glyfosato (post-emergente a la maleza).



**Figura IV-58.**

Guinea.

Fuente: Gerardo Pignone

## *Phyllanthus niruri* "Flor escondida"

Familia Euphorbiacea

Planta anual erecta de raíz pivotante (Figura IV-59). Puede medir de 30 a 60 cm de alto. Presenta hojas compuestas y sus flores se ubican en las axilas de las mismas.

**Control:** cultivos de cobertura asociados al maíz. De ser necesario, controlar químicamente con atrazina (pre-emergente a la maleza).



**Figura IV-59.**

Flor escondida.

Fuente: Luis Piñango



## ***Portulaca oleracea* "Verdolaga"**

Familia Portulacaceae

Planta anual suculenta, de hábito postrado (Figura IV-60). Posee hojas carnosas, planas en el ápice. Se reproduce por semillas sexuales, las cuales pueden permanecer en latencia por varios años.

**Control:** cultivos de cobertura asociados al maíz. De ser necesario, controlar químicamente con atrazina (Pre-emergente a la maleza) y/o pendimethalin (Pre-emergente a la maleza).



**Figura IV-60.**

Verdolaga.

Fuente: Luis Piñango

## ***Senna obtusifolia* "Brusca"**

Familia Fabaceae

Hierba semiperenne de 70 a 150 cm de altura, erecta y ramificada de tallo leñoso en la base y hojas con olor desagradable (Figura IV-61). Se reproduce por semilla.

**Control:** rotación de cultivo y de herbicidas. Utilizar coberturas de suelo con residuos de cosecha del cultivo anterior. En caso de ser necesario, realizar control químico con Atrazina (Pre-emergente a la maleza).

**Figura IV-61.**

Brusca.

Fuente: Gerardo Pignone.



Yanely Alfaro y Víctor Segovia

A través del programa de mejoramiento genético de maíz, el INIA ha desarrollado diferentes alternativas tecnológicas para la producción del cultivo y ha puesto a la disponibilidad de los agricultores variedades de polinización abierta e híbridos de grano blanco y amarillo.

Tanto las variedades como los híbridos han sido desarrollados considerando su amplia adaptación a las condiciones agroecológicas de las zonas de producción y el potencial de rendimiento, además de las exigencias en calidad de grano por las industrias procesadoras. Su utilización ha dependido de la preferencia y condiciones agro-socioeconómicas de los productores.

El 90% o más de la producción nacional de maíz provienen de materiales híbridos, por lo que casi toda la semilla de maíz disponible en el mercado corresponde a este tipo de material. El uso de variedades mejoradas es bastante reducido y por ende la disponibilidad de semilla certificada.

## Tipos de maíz demandados por la industria

En el proceso de molienda seca se pueden utilizar diferentes tipos de maíz para la obtención de harinas precocidas; no obstante, el rendimiento industrial varía según el tipo de grano, siendo mayor para el maíz duro. Por tal razón, esta industria demanda maíces de granos blancos semi duros y duros para la producción de dichas harinas (Figura V-1).





El maíz amarillo es utilizado en la industria de alimentos balanceados. La coloración amarillo intenso en las carnes y huevos de las aves proviene del mayor contenido de xantofilas y betacarotenos que tiene el maíz amarillo, asociado con un mayor contenido de vitamina A.

En la molienda húmeda se utiliza el maíz amarillo tipo dentado (Figura V-1) y en la misma se genera una gran cantidad de subproductos, usados en la manufactura de otros productos industriales y alimenticios, los cuales incluyen: aceite de maíz, productos de panificación, salsas, saborizantes, espesantes, edulcorantes y alimentos para el desayuno, entre otros.



**Figura V-1.**

Clasificación de granos de maíz considerando su textura y aspecto.

Fuente: Y. Alfaro

## Características de los nuevos materiales genéticos

Los nuevos cultivares de maíz, generados por el sector oficial y empresas privadas nacionales y multinacionales, se caracterizan por ser de porte bajo a intermedio (2,20 a 2,40 m de altura de planta), inserción de mazorca baja (1,10 a 1,20 m), tallos vigorosos, de buena cobertura de mazorca y con buen potencial de rendimiento.



La arquitectura de estos nuevos cultivares de maíz permite utilizar densidades óptimas de siembra muy por encima de las actualmente utilizadas por la mayoría de los agricultores (Figura V-2), lo cual conjuntamente con un buen manejo agronómico, va a permitir en estos materiales una mejor expresión de su potencial genético de rendimiento, adecuando estas densidades a las condiciones edafoclimáticas existentes.



**Figura V-2.**

Aumento en la densidad de población por cambios en la arquitectura de la planta. La flecha muestra la disminución en altura de planta en los nuevos materiales genéticos.

Fuente: Y. Alfaro

Actualmente, se pone mayor énfasis en la calidad de grano, mejorándose para calidad de proteína en maíces blancos y contenido de almidón en maíces amarillos (Figura V-3). Se sigue trabajando en la dureza del grano, buscando granos duros para molienda seca y granos dentados para molienda húmeda. Los estudios de estabilidad fenotípica, considerando la interacción genotipo-ambiente son de gran importancia para determinar la adaptabilidad y estabilidad de los genotipos desarrollados.



Híbrido INIA 68. Maíz para molienda seca.



Híbrido INIA 21. Maíz para molienda húmeda y alimentos balanceados



Híbrido INIA QPM-28. Maíz de alta calidad de proteína

### Figura V-3.

Materiales genéticos desarrollados por el INIA con valor agregado en el grano.

Fuente: Y. Alfaro y F. San Vicente

## Variedades de polinización abierta (VPA)

Una variedad es definida como un grupo de plantas genéticamente similares que se reproducen por polinización abierta, cuyo comportamiento y características estructurales pueden ser diferenciados de otros grupos de plantas genéticamente similares dentro de una especie.

A través del mejoramiento genético se generan variedades, las cuales representan la fracción superior de familias o líneas (de 6 a 10 familias o líneas) que provienen de una población en proceso de mejoramiento y que al recombinarse proporcionan plantas con características morfológicas y de interés agronómico definidas, así como en su adaptación agroecológica.

La semilla de las variedades mejoradas puede ser producida por el agricultor mediante polinización libre o abierta, en campos aislados de otros cultivares de maíz, por un período máximo de tres a cuatro generaciones, debido a que en este proceso se van perdiendo las características originales de la variedad y se debe recurrir nuevamente a la semilla certificada para recuperar la identidad genética de la misma.



La reproducción de la semilla de variedades por el propio agricultor no garantiza la pureza, sanidad y germinación de la misma si no se siguen las normas exigidas en la producción de semilla certificada. Por esta razón, en el INIA se ha puesto particular interés en mejorar la producción artesanal de semilla para formar a los agricultores de bajos recursos en la producción de su propia semilla con los patrones de calidad requeridos para la producción.

En el INIA se han desarrollado variedades para distintos usos y con amplia adaptación a las diferentes zonas de producción en el país. Estos materiales poseen amplia base genética, lo que favorece su uso por agricultores que disponen de baja tecnología de producción.

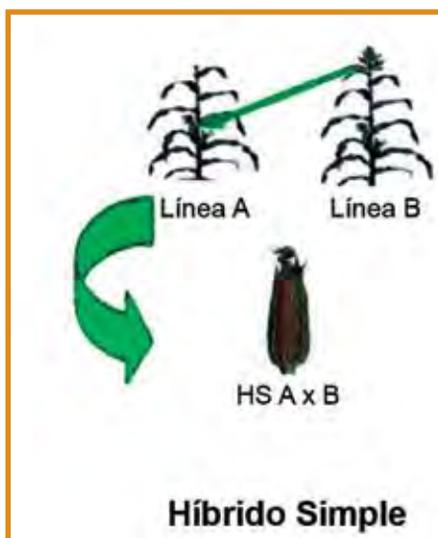
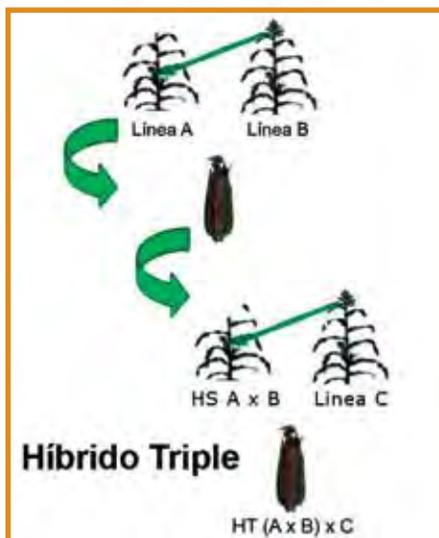
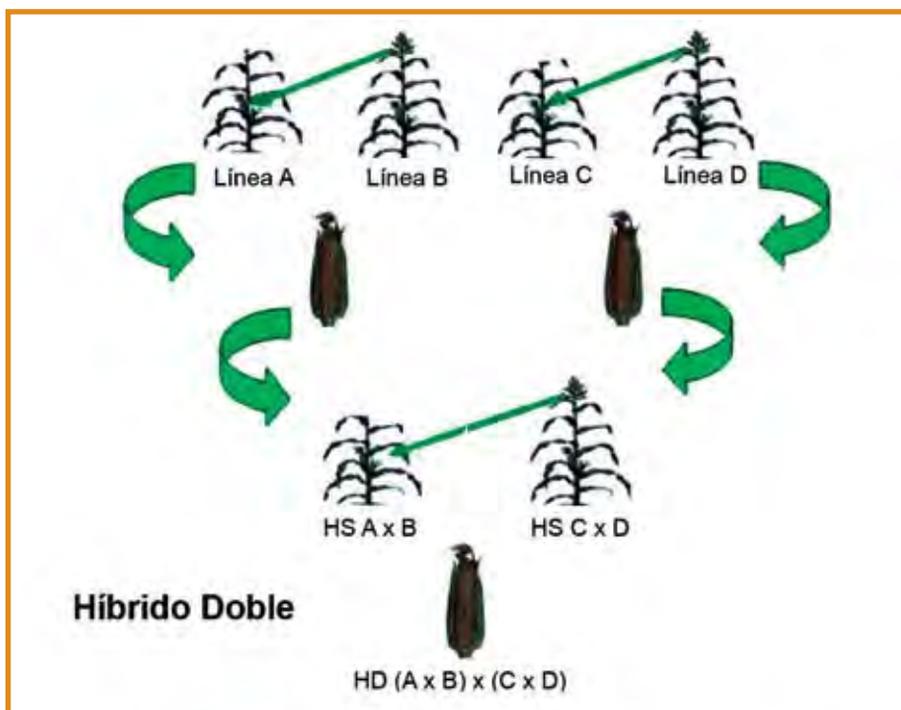
La semilla de las variedades del sector oficial está siendo incrementada a través del Plan Nacional de Semillas financiado por el Estado y la misma se encuentra disponible en los organismos destinados para su comercialización. En las fichas técnicas anexas se describen en términos generales las características agronómicas y potencial de rendimiento de las variedades oficiales disponibles para su producción comercial.

## Híbridos de maíz

Un híbrido es la progenie F1 resultante del cruzamiento de dos progenitores de diferente constitución genética. En dicha **progenie** puede expresarse el efecto de “vigor híbrido o heterosis”, manifestado por un comportamiento superior en relación al comportamiento promedio de los padres o al del padre superior en una o más características.

Los híbridos convencionales (Figura V-4) se clasifican de acuerdo al número de líneas progenitoras que lo conforman:

- Simples: constituidos por dos **líneas endogámicas** como progenitores (A y B). El apareamiento entre el progenitor



**Figura V.4.**

Esquema de obtención de híbridos convencionales utilizados en la producción comercial de maíz.

Fuente: Y. Alfaro



femenino (A) y el progenitor masculino (B) origina el híbrido simple (A x B).

- Triples: constituidos por tres **líneas endogámicas** como progenitores (A, B y C). El progenitor femenino es un híbrido simple (A x B) y el masculino es una tercera línea endogámica (C). El apareamiento entre ambos progenitores origina el híbrido triple (A x B) x C.
- Dobles: constituidos por cuatro líneas endogámicas (A, B, C y D). El progenitor femenino está conformado por el híbrido simple (A x B) y el masculino por el híbrido simple (C x D). El apareamiento entre ambos progenitores origina el híbrido doble (AxB) (CxD).

Para la producción de híbridos, el agricultor debe comprar cada año la semilla certificada, la cual es producida por entidades especializadas en realizar las combinaciones híbridas de las líneas progenitoras específicas. El uso de semilla certificada garantiza la identidad genética del material a sembrar, así como la pureza, sanidad y germinación del mismo.

Por varias décadas el mercado venezolano estuvo dominado por la comercialización de la semilla de híbridos dobles. Actualmente, prevalece la producción de híbridos triples o de tres vías, seguidos por los híbridos simples.

A pesar que los híbridos simples representan la máxima expresión de heterosis o vigor híbrido, los mismos han tenido poco impacto en el mercado de semilla nacional por la baja rentabilidad de las líneas como productoras de semilla. Debido a ello, los híbridos triples han venido sustituyendo a los híbridos dobles, como la segunda opción en el aprovechamiento de la heterosis en materiales híbridos.

El uso de híbridos es recomendable cuando se aplica un modelo de producción de alta tecnología que permita la expresión de toda la potencialidad que contiene este germoplasma. Existe otro tipo de híbridos, no convencionales, conformados



por otras variantes de cruzamientos entre progenitores, tales como: (variedad x variedad), (línea x variedad) o (híbrido simple x variedad), cuyo uso, al igual que el de las variedades, es más recomendado para agricultores que disponen de mediana a baja tecnología de producción.

En el Anexo 2 se presentan las fichas técnicas con las características morfológicas y de interés agronómico, así como el potencial de rendimiento de los híbridos triples y simples oficiales disponibles para su producción comercial.

## **Rendimiento promedio experimental de cultivares de maíz en comparación con el rendimiento promedio nacional del cultivo**

En los cuadros V-1 y V-2 se presenta el rendimiento experimental de híbridos de grano blanco, amarillo y de variedades experimentales, respectivamente, como resultados de los últimos once años de evaluación en los ensayos regionales uniformes (ERUs) de maíz. Los mismos son comparados con el rendimiento promedio nacional de cultivares comerciales.

En promedio, el rendimiento experimental de los híbridos fue similar en los últimos 11 años, con 6.620 y 6.774 kg ha<sup>-1</sup> para maíz blanco y amarillo, respectivamente. El rendimiento máximo y mínimo observado en este período fue de 8.602 y 4.562 kg por hectárea, respectivamente.



**Cuadro V-1.** Evaluación del comportamiento de híbridos de maíz de grano blanco y amarillo en los Ensayos Regionales Uniformes del SENASEM (Años 2000-2010).

Año	Número de híbridos		Rendimiento promedio experimental (kg ha <sup>-1</sup> )								*Rendimiento promedio nacional (kg ha <sup>-1</sup> )
	Blancos	Amarillos	Blanco				Amarillo				
			Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio			
2.000	31	8	7.948	4.895	6.552	8.192	6.153	7.208	3.500		
2.001	28	11	7.454	5.582	6.445	6.608	4.895	5.734	3.449		
2.002	31	10	7.785	5.424	6.766	8.602	5.734	6.947	3.111		
2.003	23	10	7.980	5.921	6.705	8.389	6.144	7.125	3.433		
2.004	30	20	7.918	5.385	6.681	8.418	6.452	7.205	3.450		
2.005	26	26	7.267	5.470	6.326	7.160	5.004	6.017	3.262		
2.006	19	20	7.296	5.050	6.243	8.517	5.780	7.028	3.334		
2.007	17	25	8.379	6.710	7.376	8.042	6.093	7.276	3.472		
2.008	18	27	7.376	5.992	6.664	7.905	5.530	6.619	3.824		
2.009	27	25	6.943	5.828	6.419	8.014	5.863	6.763	No disponible		
2.010	35	28	8.292	4.562	6.641	7.707	4.805	6.594	No disponible		
Media general			7.694	5.529	6.620	7.960	5.678	6.774	3.426		

\* División de Estadística del MPPAT. Fuente: Segovia y Alfaro, 2009; actualizado al 2011.



En el caso de las variedades, el rendimiento máximo observado fue de 7.256 kg por hectárea y el mínimo de 3.219 kg por hectárea (Cuadro V-2). Este último valor es similar al rendimiento promedio nacional para el período 2000-2010 (3.115 kg por hectárea), lo cual es producto de la expansión del cultivo hacia zonas no aptas para su producción, asociado al manejo del mismo sin considerar el material genético y las condiciones particulares de cada región. Trabajos de investigación al respecto solamente se han llevado a cabo en el estado Portuguesa.

**Cuadro V-2.** Evaluación del comportamiento de variedades de maíz en los Ensayos Regionales Uniformes del SENASEM. Años 2000-2010.

Año	Número de variedades	Rendimiento promedio experimental (kg ha <sup>-1</sup> )			*Rendimiento promedio nacional (kg ha <sup>-1</sup> )
		Máximo	Mínimo	Promedio	
2.000	31	6.219	4.813	5.315	3.500
2.001	28	6.140	4.350	5.323	3.449
2.002	31	6.396	4.741	5.738	3.111
2.003	23	6.319	5.176	5.688	3.433
2.004	30	7.256	5.202	6.207	3.450
2.005	26	6.356	4.927	5.520	3.262
2.006	19	5.288	4.195	4.740	3.334
2.007	17	6.043	5.059	5.488	3.472
2.008	18	5.292	4.074	4.787	3.824
2.009	27	5.409	3.219	4.466	No disponible
2.010	35	5.468	4.232	4.901	No disponible
Media general		6.017	4.544	5.289	3.426



Los resultados indicados con anterioridad evidencian que el aprovechamiento del potencial genético de los híbridos es bajo. A pesar de ocupar el 90% de la superficie de siembra de maíz en el país, existe una gran brecha entre los rendimientos observados y los esperados, según el potencial genético del híbrido utilizado. Es necesario mejorar las prácticas agronómicas para cada uno de los materiales disponibles en el mercado, acorde con las condiciones imperantes en las distintas zonas de producción del cultivo.

Se considera que la optimización de las densidades de población y épocas de siembra son factores determinantes del mejoramiento de la productividad y para ello deben conocerse las características de los cultivares, a fin de aprovechar mejor su potencialidad y en términos generales, poder realizar oportunamente las diferentes labores agronómicas.

En el Cuadro V-3 se detallan algunas características relevantes de variedades e híbridos comerciales del sector oficial y privado, como muestra de la tendencia del mejoramiento genético en este rubro, con fines de incrementar la producción en campo, además del valor agregado al grano en beneficio de la agroindustria y del consumidor final.



**Cuadro V-3.** Características de importancia agronómica e industrial mejoradas en cultivares de maíz del sector oficial y privado.

Nombre comercial	Tipo de material	Color de grano	Obtendor	Atributo Principal
Portuguesa-2002	Híbrido	Blanco	INIA	Estabilidad de rendimiento
D-5003	Variedad	Amarillo	DANAC	Estabilidad de rendimiento
DOW-2B710	Híbrido	Amarillo	DOW	Estabilidad de rendimiento
INIA OPM-28	Híbrido	Blanco	INIA	Calidad de proteína
INIA SQ-1	Variedad	Amarillo	INIA	Calidad de proteína
INIA 68	Híbrido	Blanco	INIA	Grano duro
SK-198	Híbrido	Blanco	SEHIVECA	Grano semiduro
FONAIAP 1	Híbrido	Amarillo	INIA	Precocidad
INIA 21	Híbrido	Amarillo	INIA	Alto contenido de almidón
CENIAP DMR	Variedad	Amarillo	INIA	Tolerancia a la falsa punta loca
Turén 2000	Variedad	Blanco	INIA	Tolerancia al exceso de humedad
SEFLOARCA 98	Híbrido	Blanco	SEFLOARCA	Tallo verde a madurez fisiológica
P-30F-94	Híbrido	Blanco	PIONEER	Tallo verde a madurez fisiológica
D-2002	Híbrido	Blanco	DANAC	Tallo verde a madurez fisiológica
C-114	Híbrido	Blanco	Cargill/Monsantos	Porte bajo
H-3002	Híbrido	Blanco	HIMECA	Porte bajo

Belkys Rodríguez, Marisol López, Bestalia Flores y Sol Medina

## **Sustentabilidad del agroecosistema en la planicie de Maracaibo**

En la zona de estudio, la producción de maíz se localiza en un ambiente donde la precipitación y las provisiones nutricionales del suelo resultan insuficientes para satisfacer los requerimientos del cultivo. Esta situación, aunada a los riesgos de pérdidas de nutrientes por erosión, formación de costra superficial, pie de arado y acidez del suelo, conllevan a la insostenibilidad del agroecosistema, a menos que se implementen un conjunto de tecnologías emergentes dirigidas a revertir las consecuencias de los procesos mencionados (Cuadro VI-1). La gestión del sistema agrícola mediante la aplicación de criterios ecológicos y agronómicos, contribuirá con la sustentabilidad agroecológica, siguiendo las bases del modelo agrario socialista.





### **Cuadro VI-1.** Prácticas y tecnologías emergentes para el manejo agroecológico del maíz

Prácticas y tecnologías	Beneficios
Incorporación de biofertilizantes y fuentes orgánicas en los programas de fertilización.	Aumento de los rendimientos Reducción de costos. Reducción de los insumos externos. Activación de los procesos biológicos.
Siembra directa en rotación con labranza reducida considerando la aplicación de un cincel después de la cosecha cada dos o tres años.	Promoción del almacenamiento y disponibilidad de agua en el suelo.
Mantenimiento de los residuos de cosecha sobre la superficie del suelo.	Mejoramiento de la fertilidad integral del suelo del suelo y conservación de la humedad.
Utilización de enmiendas calcáreas.	Incremento de la eficiencia de uso de los nutrimentos por el cultivo y mejoramiento de las propiedades físicas.
Selección de materiales genéticos adaptados a condiciones extremas.	Tolerancia al estrés biótico y abiótico.

Fuente: Rodríguez (2002).

## **Disponibilidad de nutrimentos en el suelo**

Los nutrimentos presentes en el suelo en forma natural, provienen de la roca madre y de la materia orgánica; también pueden ser adicionados a través de las aplicaciones de fertilizantes. Para ser absorbidos por la planta, estos compuestos deben encontrarse en forma mineral.

En gran medida, la nutrición del cultivo está determinada por la cantidad del elemento disuelto en el agua retenida dentro de los poros, por su disponibilidad en la zona de contacto suelo-raíz y en la capacidad de reposición del nutrimento desde el componente mineral hacia el agua contenida en el poro.



El aprovechamiento de los elementos minerales por la planta para el cumplimiento de sus procesos vitales, también está determinado por otros factores, tales como: la humedad, la cual garantiza la disolución de los nutrimentos; la aireación y el pH del suelo, que gobiernan la presencia de las formas minerales; la materia orgánica, que ayuda a la retención y conservación de los elementos nutritivos en el sistema suelo-planta y las relaciones de cantidad en la que se encuentran los nutrientes en el suelo (Cuadro VI. 2).

**Cuadro VI.2.** Los nutrientes minerales y sus funciones en la planta.

Elementos	Esencialidad
Nitrógeno (N)	Síntesis de aminoácidos y proteínas, crecimiento y desarrollo vegetal.
Fósforo (P)	Generación de energía para el metabolismo de la planta, crecimiento del sistema radical y producción de proteínas, carbohidratos y lípidos.
Potasio (K)	Interviene en reacciones y procesos metabólicos de la planta, formación y almacenamiento de carbohidratos en el grano.
Azufre (S)	Síntesis de aminoácidos, proteínas, enzimas y vitaminas. Participa en la fotosíntesis y la respiración. Favorece el crecimiento vegetal y la fructificación.
Calcio (Ca)	Responsable del funcionamiento de las membranas celulares y adsorción de los nutrimentos.
Magnesio (Mg)	Forma parte de la estructura de la molécula de clorofila responsable de la fotosíntesis.
Boro (B), cloro (Cl), hierro (Fe), cobre (Cu) y manganeso (Mn)	Activadores de reacciones y procesos en la planta.
Molibdeno (Mo) y Zinc (Zn)	Activadores de procesos en la planta.



La baja fertilidad y el régimen de humedad existentes en la planicie de Maracaibo, con base en los estudios disponibles, determinan una muy baja disponibilidad de nutrimentos para satisfacer los requerimientos del maíz, razón por la cual es necesario mejorar las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos predominantes, mediante un manejo integral de la fertilidad a fin de incrementar la capacidad productiva del suelo a través del tiempo y asegurar la obtención de buenas cosechas.

## Microorganismos con potencial para la biofertilización

En el suelo viven gran cantidad de microorganismos entre los que se encuentran las bacterias. Entre ellas se destacan las fijadoras de nitrógeno de vida libre (FNVL), que crecen en medios específicos libres de nitrógeno, razón por la que toman este elemento de la atmósfera y lo fijan en el medio donde se desarrollan. Las colonias de bacterias poseen una apariencia translúcida, borde regular, textura acuosa, superficie lisa y cóncava, son típicas las del género *Azotobacter* (Figura VI-1).

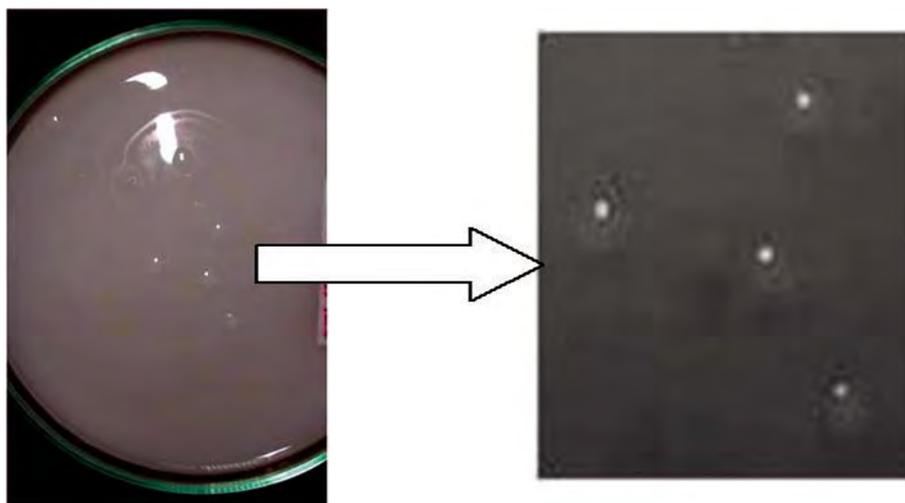


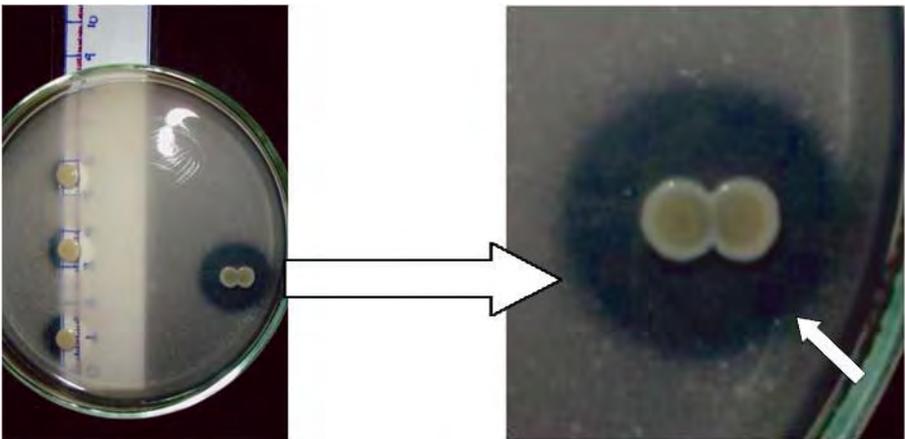
Figura VI-1.



El *Azotobacter* sp. representa uno de los géneros de bacterias FNVL más utilizados para la producción de biofertilizantes en el país. Otro grupo muy importante son las bacterias solubilizadoras de fósforo (SP), las cuales poseen la habilidad de convertir las formas de fósforo del suelo no disponibles a formas asimilables por la planta. Las colonias se caracterizan por presentar un halo translúcido o semi-traslúcido alrededor del borde, indicando su capacidad de solubilización del fósforo en el medio (Figura VI-2).

Para la producción de biofertilizante a base de SP, es importante que su textura sea acuosa, pastosa o cremosa, así como de colores cremas o amarillos, lo cual sugiere la presencia de los géneros *Bacillus* sp. y *Azospirillum* sp., entre otros.

La formulación de los fertilizantes bacterianos requiere del aislamiento de cepas nativas del agroecosistema, evaluación de su efectividad, selección, multiplicación y producción. El cultivo se beneficiará con la sustitución parcial de los requerimientos nutricionales del maíz a partir de la aplicación de 2 l/ha de bioproductos de alta calidad (mayor o igual a  $10^9$  UFC/ml), la producción de sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal y antagonistas de organismos fitopatógenos.



**Figura VI-2.**

Apariencia de las colonias solubilizadoras de fosfato.

Fuente: Laboratorio de biofertilizantes de referencia nacional del INIA-CENIAP Bolívar Conservacionista (2011).



## Técnicas de diagnóstico de fertilidad

Existen diversas herramientas de diagnóstico para evaluar la fertilidad de los suelos. El análisis de suelo permite determinar la fertilidad química y la formulación de las recomendaciones de fertilizantes y enmiendas. La toma de muestras representativas constituye un paso previo a la generación de la información de laboratorio, influenciando en gran magnitud por la pertinencia de las recomendaciones que se realizan a partir de los resultados que ellas arrojan. Es por ello que se sugiere un conjunto de reglas sencillas para garantizar la representación de la unidad de muestreo delimitada en el campo para la toma de muestras (Figura VI-3). La etiqueta de identificación de las muestras que van a ser llevadas a los servicios de análisis de suelo debe contener la siguiente información: número de lote, nombre de la finca, ubicación político-administrativa (municipio y estado), profundidad de muestreo y nombre del productor.

Por otra parte, el análisis de planta determina el estado nutricional de los cultivos haciendo posible la identificación de deficiencias nutricionales, problemas de toxicidad y el establecimiento de programas de fertilización. La toma de muestras representativas de plantas debe considerar el estado de crecimiento del cultivo, la parte a muestrear y el número de plantas por muestra (Cuadro VI-3).

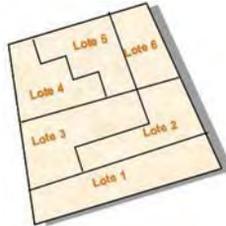
**Cuadro VI-3.** Toma de muestras de plantas de maíz representativas.

Estado de crecimiento	Parte de la planta a muestrear	Plantas/muestras
Plántula (<30cm)	La parte aérea completa	20-30
Antes del espigamiento	Las hojas superiores bien desarrolladas	15-25
Formación de barbas	La hoja alterna a la mazorca	15-25

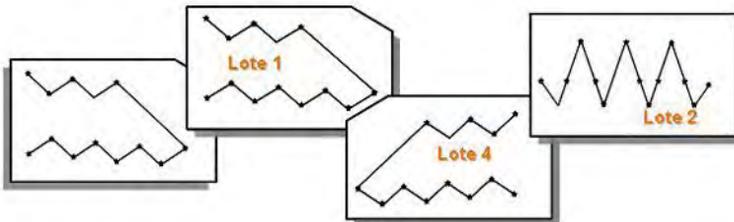


## Recomendaciones para la toma de muestras

Dividir el terreno en áreas de muestreo uniformes.



Recoger entre 10 a 20 submuestras en forma de zig zag para cada área de muestreo, manteniendo el mismo volumen y la profundidad de 0-20 cm.



Mezclar bien las submuestras provenientes de cada área de muestreo en el tobo de recolección.



Separar 1 kg de suelo por cada área de muestreo en una bolsa limpia e identificada, a fin de ser llevada al laboratorio.



**Figura VI-3.**

Toma de muestras de suelo representativas.



Entre los cuidados especiales, se recomienda tomar las muestras cuando las plantas se han secado después de la lluvia. No deben incluirse partes dañadas por plagas, productos químicos, deformaciones o manchas necróticas. La cantidad mínima de la muestra para la determinación de los macro y micro elementos corresponde a 5 g de material vegetal seco.

Con el propósito de orientar las recomendaciones de fertilizantes para el pivote Santa Elena, se presenta en el Cuadro VI-4 el instructivo de fertilización para maíz, incorporando los criterios de bajos insumos, es decir, disminuyendo las fuentes inorgánicas y complementando con las biológicas (biofertilizantes).

**Cuadro VI-4.** Instructivo de fertilización para maíz.

Pivote: Santa Elena			
Paisaje: Altiplanicie de mesa			
Suelo: Alfisol			
Requerimientos del cultivo (kg/ha)			
	Bajo	Medio	Alto
Fósforo	90-120	60	30
Potasio	90	45	0
Nitrógeno	120		
Recomendación de fertilizantes:			
<p><b>Nitrógeno:</b> aplicar al momento de la siembra 2 l/ha de fijadoras de nitrógeno de vida libre y a los 25-30 días 80 kg/ha de una fuente inorgánica comercial disponible. <b>Fósforo:</b> para valores medios, agregar a la siembra 2 l/ha de solubilizadoras de fósforo y 40 kg/ha de una fuente inorgánica comercial disponible. <b>Potasio:</b> a la siembra 45 kg/ha de una fuente inorgánica comercial.</p>			
Esta interpretación es válida para la extracción de P y K por el método de Olsen en una relación suelo-agua 1:20.			



En los resultados del análisis de suelo, realizado al pivote Sante Elena se observó que la disponibilidad de fósforo (P) es baja ( $P < 10 \text{ mg/kg}$ ) y la de potasio (K) media ( $80 \leq K \leq 120 \text{ mg/kg}$ ). En consecuencia, el requerimiento de P y K corresponden a 90 y 45 kg/ha respectivamente. Las necesidades de nitrógeno (N), están por el orden de los 120 Kg/ha. Éstas se estiman en función de la respuesta de la planta en ensayos de investigación en campo.

Se recomienda sustituir por una fuente biológica, una proporción correspondiente al 66,66% para N y 44,44% para P, considerando la eficiencia de los microorganismos especializados en la fijación biológica de N y la solubilización de P. De esta forma se contribuye a racionalizar el uso de fertilizantes industriales a través de la incorporación de insumos agroecológicos (Cuadro VI-4).

Los requerimientos de cal se ubicaron en 1.500 kg/ha de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), con base a la textura y pH del suelo (Cuadro VI-5).

**Cuadro VI-5.** Requerimientos de cal para suelos de texturas medias y finas ( $\text{CaCO}_3 \text{ kg/ha}$ ).

Textura	pH < 4,5	4,5 ≤ pH ≤ 5,0			5,0 ≤ pH ≤ 5,4		
		Calcio mg/kg			Calcio mg/kg		
Media		0-150	151-400	< 400	0-150	151-400	< 400
	2.500	<b>1.500</b>	500	0	1.000	330	0
<b>Manejo de la cal:</b>							
Incorporar al voleo un mes antes de la siembra, preferiblemente una fuente dolomítica de buena calidad (80% $\text{CaCO}_3$ ).							

Fuente: Rojas, 2002.

Otro aspecto importante a considerar es la naturaleza de la cal, dependiendo si se requiere suplir calcio (Ca) o magnesio (Mg) como nutrimento. En el primer caso, se sugiere usar cal-cita y en el segundo, dolomita.



Igualmente, cuando se dispone de los resultados de los análisis de planta, los valores pueden ser interpretados utilizando el Cuadro VI-6, de esta forma, se pueden establecer los niveles de suficiencia y determinar si es necesario adicionar algún nutriente para corregir un problema nutricional.

**Cuadro VI-6.** Interpretación de los análisis de planta para maíz.

Estado nutricional de la planta					
Elementos	Deficiente	Bajo	suficiente	Alto	Tóxico
N (%)	< 2,45	2,46 – 2,74	2,76 - 3,50	3,15 - 3,75	> 3,75
P (%)	< 0,15	0,16 – 0,24	0,25 – 0,40	0,41 – 0,50	> 0,50
K (%)	< 1,25	1,26 – 1,70	1,71 – 2,25	2,26 – 2,50	> 2,50
Ca (%)	< 0,10	0,11 – 0,20	0,21 – 0,50	0,51- 0,90	> 0,90
Mg (%)	< 0,10	0,11 – 0,20	0,21 – 0,40	0,41 – 0,55	> 0,55
B (mg/kg)	< 2,00	3 - 5	6 - 25	26 - 35	> 35
Mn (mg/kg)	< 15	16 -19	20 - 150	151 - 200	> 200
Fe (mg/kg)	< 10	10 -20	21 - 250	251 - 350	> 350
Cu (mg/kg)	< 2	3 - 5	6 - 20	20 - 50	> 50
Zn (mg/kg)	< 10	11 - 20	21 - 70	71 - 100	> 100
Mo (mg/kg)	Siempre suficiente				

Fuente: Jones, 2001.

## Indicadores de la calidad del suelo

La textura es una característica del suelo en función del tamaño de las partículas. Los suelos de la planicie de Maracaibo, en su mayoría son de textura franco arenosos con un alto predominio de arenas finas y muy finas (Cuadro VI-7).



**Cuadro VI-7.** Densidad aparente de los suelos de la altiplanicie del Lago de Maracaibo.

Unidad de suelo	Profundidad (cm)	Clase textural	Distribución de partículas			Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )
			Arena	Limo	Arcilla	
A111	0 - 22	Fa	66,95	23,73	9,32	1,6
	22 - 65	Fa	55,82	30,18	14	1,5
	65 - 103	FAa	48,36	23,97	27,67	1,5
A112	0 - 23	Fa	62,85	27,83	9,36	1,6
	23 - 80	Fa	54,45	33,89	11,66	1,6
	80 - 116	F	49,31	30,44	20,25	1,6

Fuente: Adaptado por Flores , 2011.

Esta condición refleja una susceptibilidad muy alta a la separación de las partículas y en consecuencia, ocurrirá la formación de sello o costra superficial cuando el suelo sea sometido al riego o las lluvias.

La densidad aparente ( $d_a$ ) es la relación entre la masa seca de una porción de suelo (muestra) y el volumen que ocupó dicha muestra en el campo, con su ordenamiento natural. Este indicador de la estabilidad estructural del suelo varía, básicamente en función de la textura, del estado de agregación, del contenido de materia orgánica y de la humedad. Se calcula mediante la siguiente expresión:  $d_a$  (g/cm<sup>3</sup>) = masa de suelo seco / volumen (cm<sup>3</sup>).

Los resultados de los análisis de calicata de la altiplanicie de Maracaibo muestran que los suelos presentan una tendencia moderada a la compactación (Cuadro VI-7), con disminución de la porosidad total, permeabilidad, aireación y penetración de raíces. Se recomienda, la aplicación de siembra directa o labranza reducida en combinación con una labranza profunda en intervalos de 2 a 3 años.



La tasa de infiltración básica (Ib) es la entrada de agua, proveniente de la lluvia o del riego, desde la superficie del suelo hacia el interior del perfil. Este proceso es controlado por muchos factores, uno de los más importantes es la cantidad de poros en la superficie, así como el contenido inicial de agua en el suelo. Los suelos de la altiplanicie registran una tasa de infiltración básica de baja a moderada (entre 5 - 20 mm/h), con alta probabilidad de encharcamiento superficial (Cuadro VI-8).

**Cuadro VI-8.** Infiltración básica por severidad a la degradación.

<b>Infiltración básica (mm/h)</b>	<b>Clase por infiltración básica</b>	<b>Severidad a la degradación</b>
>80	Muy alta	Muy baja
50 - 80	Alta	Baja
20 - 50	Media	Media
5-20	Baja	Alta
<5	Muy baja	Muy alta

Adaptado de Florentino, 1998.

Se recomienda reducir las láminas y aumentar la frecuencia de riego, considerando las necesidades del cultivo; usar aspersores con descargas iguales o inferiores a la Ib para evitar el aguachinamiento y/o la escorrentía superficial. Finalmente la aplicación de residuos de cosecha en superficie para minimizar el impacto de las gotas de lluvia y las pérdidas de agua por evaporación.

Bestalia Flores

**E**l agua es un elemento esencial para la vida de las plantas, determinante de su desarrollo y principal medio de transporte de las sustancias nutritivas que toma del suelo. La adición de agua mediante el riego es una técnica que se ha venido practicando durante miles de años y puede ser una herramienta para alcanzar la máxima producción, mejorar la calidad de los productos, disminuir el uso de fertilizantes y reducir la contaminación ambiental. El objetivo del riego, es aplicar el agua uniformemente sobre el suelo para hacerla disponible.

La programación del riego, implica determinar cuándo se ha de regar y cuánta agua aplicar, para lo cual es imprescindible conocer las características morfológicas y fisiológicas del cultivo, las características físicas del suelo y las condiciones climáticas de la zona.

La fenología del cultivo es importante, ya que define los requerimientos de agua, los cuales serán mayores o menores en función del tipo de planta y de su estado de desarrollo. De igual manera, el sistema radical del cultivo, que le permite ocupar diferentes profundidades del suelo en las distintas fases del crecimiento, es determinante en la cantidad de agua requerida. Para programar adecuadamente el tipo de riego a ser aplicado, es importante tomar en cuenta la capacidad de retención de agua de los diversos suelos así como todas las variables dependientes del clima, tales como radiación solar, viento, precipitación, temperatura y humedad relativa.





La demanda de agua por el cultivo de maíz es relativamente baja los primeros 20 días, a partir de los cuales comienzan a incrementarse sus requerimientos diarios, siendo máximo en plena floración. El consumo de agua de un maizal con una población de 57 a 60 mil plantas por hectárea, desde los 20 días previos a la floración y 30 días después de esta, es de 7 milímetros diarios, es decir que requiere 350 mm en el lapso de 50 días. Es importante por ello definir adecuadamente la fecha de siembra. El mayor impacto por carencia de agua, se produce en el período reproductivo, es decir entre los 20 días antes de la floración y los 30 días posteriores, pues es el momento en el cual se define el número de granos por planta. El riego puede realizarse por aspersión y gravedad, siendo, el sistema por aspersión el más empleado en los últimos años.

## Retención de humedad en los suelos

El término retención de humedad está íntimamente ligado a la disponibilidad de agua para las plantas, existiendo tres puntos característicos de humedad en el suelo: a) humedad de saturación; b) capacidad de campo (CC) y c) punto de marchitez permanente (PMP). La humedad entre CC y PMP, se denomina agua útil (AU) o agua aprovechable. Depende de la textura, la densidad aparente ( $d_a$ ), los coloides del suelo y la materia orgánica.

Para calcular el agua necesaria para el riego (lámina almacenable en el suelo), se debe conocer la profundidad efectiva, la cual corresponde a la profundidad, donde se encuentra el 70% de las raíces. El maíz para grano alcanza una profundidad efectiva ( $Z$ ) de raíces máxima de 0,6-1,2 m (Fusagri, 1984).

La lámina almacenable ( $La$ ) representa la cantidad de agua que hay que aplicar en un suelo seco (PMP) para llevarlo a capacidad de campo y se estima de la siguiente manera:

$$La = \frac{CC - PMP}{100} * d_a * Z$$



Los suelos de la planicie de Maracaibo evaluados, presentan valores de humedad a CC y PMP relativamente bajos en el horizonte superficial, aumentado en profundidad con el incremento de arcilla, lo cual incide en la baja disponibilidad de agua aprovechable para las plantas. Esto genera la necesidad de aplicar pequeñas láminas e incrementar la frecuencia de riego a fin de evitar pérdidas por percolación profunda y/o escorrentía superficial, debido a los signos de compactación que estos presentan, garantizando así la humedad requerida por el cultivo en el suelo. Los valores de CC, PMP, AU y La, se muestran en el cuadro VII-1.

**Cuadro VII-1.** Retención de humedad, densidad aparente, agua útil y lámina almacenable de los suelos de la planicie de Maracaibo.

Variables	1 (A111) Perfil SL-III			1 (A111) Perfil J-XI			2: A112 Perfil SL-II			
	Profundidad (cm)	22	43	38	18	32	39	23	57	36
Clase textural	Fa	Fa	FAa	F	F	F	Fa	Fa	F	
Densidad aparente (Mg/m <sup>3</sup> )	1,60	1,50	1,50	1,50	1,40	1,40	1,60	1,60	1,60	
Humedad (%)	CC	10,46	9,48	11,42	13,45	5,50	16,38	14,29	11,9	12,59
	PMP	3,41	3,12	4,85	3,45	2,51	10,03	3,81	3,15	4,03
AU (%)	7,05	6,36	6,57	10,0	2,99	6,35	10,48	8,75	8,56	
La (mm)	10	16	15	11	5	14	15	32	20	

Elaboración: Flores, 2011; Fuente: **ODEBRETCH**, 2010.

La planta no absorbe con facilidad toda el agua útil (CC – PMP), ya que a medida que disminuye la humedad en el suelo, aumenta la fuerza con la que es retenida; siendo necesario regar cuando se ha utilizado un porcentaje de ella, el cual se denomina Nivel de Agotamiento Permisible (NAP) o Porcentaje de agotamiento (Pa). En maíz se considera un Pa de 50%. Para fines del riego en el PASPM se fijó un Pa de 40% (ODEBRETCH, 2010).

**Lámina neta (Ln):** es la cantidad de agua que se debe reponer para alcanzar la capacidad de campo, se aplica en todos



los riegos después del primero y se determina de la forma siguiente:

$$L_n = \frac{CC - PMP}{100} * d_a * Z * P_a \quad \text{ó} \quad L_n = L_a * P_a$$

Los sistemas de riego no son 100% eficientes, ya que se presentan pérdidas por evaporación, percolación, entre otros; las cuales varían con el método de riego, siendo necesario aplicar una cantidad de agua superior a la lámina neta, que compense las pérdidas por deficiencias en el sistema ( $E_a$ ) que, en riego por aspersión, se calcula entre 70 – 90%. Esta cantidad de agua se denomina Lámina bruta ( $L_b$ ). Se determina de la siguiente manera:

$$L_b = \frac{L_n}{E_a}$$

El intervalo de riego ( $I_r$ ), es el número de días que hay entre dos riegos sucesivos y se calcula a partir de la fórmula presentada a continuación:

$$I_r = \frac{L_n}{ET_c}$$

## Necesidades de agua del cultivo

El agua forma parte del proceso de desarrollo de las plantas. Se considera que las necesidades de agua de los cultivos están representadas por la suma de la evaporación directa de agua desde el suelo, más la transpiración de las plantas, lo que se denomina evapotranspiración ( $ET_c$ ). La  $ET_c$  suele expresarse en milímetros de altura de agua evapotranspirada en cada día (mm/día) y varía según el clima y el cultivo.

$$ET_c = \text{Evapotranspiración de referencia (} E_{T_o} \text{)} * \text{Coeficiente de cultivo (} K_c \text{)}$$

El  $K_c$  describe las variaciones en la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que éstas se van desarrollando, desde la siembra hasta la cosecha (cuadro VII-2).

**Cuadro VII-2.** Fases del cultivo de maíz (Kc y duración).

Parámetros	Etapas			
	Inicial	Desarrollo	Media	Maduración
Kc	0,4	0,7	1,2	0,55
Duración (días)	20	35	40	30

Elaboración: Flores, 2011; datos tomados de Allen et al., 2006.

La ETo es un parámetro climático que expresa el poder de la evaporación de la atmósfera, independientemente del tipo de cultivo, del desarrollo del mismo y de las prácticas de manejo. El método de Penman – Monteith FAO es recomendado, ya que predice correctamente la ETo en una amplia gama geográfica y climática. Por otro lado, la mayoría de los parámetros se miden o se pueden calcular fácilmente a partir de datos meteorológicos. La ecuación puede ser utilizada para el cálculo directo de la evapotranspiración de cualquier cultivo.

Basado en la ecuación de Penman – Monteith FAO, se obtuvieron los valores de ETo para la planicie de Maracaibo, usando los datos de clima de las estaciones El Diluvio (10°37'N 72°23'O), Machiques-Granja (10°31'N72°33'O) obtenidos del MAC, INAMEH. Con los datos de ETo y Kc para maíz, se obtuvo la evapotranspiración del cultivo (ETc) para dos posibles fechas de siembra: 01 de marzo y 01 de septiembre (cuadro VII-3).

**Cuadro VII-3.** Valores de ETo y ETc en maíz para la planicie de Maracaibo.

Parámetros	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETO (mm/día)	5,68	6,48	6,51	5,67	4,76	4,80	5,15	5,05	4,60	4,32	4,11	4,66
ET (mm/día)			2,60	4,53	5,71	1,68			1,84	3,46	4,94	1,63

Elaboración: Flores, 2011; datos tomados del MAC, INAMEH.

## Necesidades de riego

El suelo y el cultivo forman un sistema con entradas y salidas de agua. De forma esquemática se puede expresar que la cantidad de agua que entra al sistema, menos la cantidad



que sale, es igual a la variación del contenido de humedad del suelo. Las entradas de agua pueden deberse a la precipitación (P) o al riego (R). Mientras que las salidas de agua se deberán a la evapotranspiración (ETc), escorrentía (S) o la percolación profunda (Pp).

En un **sistema de riego ideal** en el que no existe escorrentía, ni percolación, la cantidad de agua que necesita el cultivo (necesidades netas de riego) corresponderán a la diferencia entre la cantidad de agua que el conjunto suelo-planta pierde, la evapotranspiración (ETc) y el agua que se aporta con la precipitación (P). Sin embargo, del total de agua que cae con la lluvia, parte se pierde por escorrentía, evaporación y percolación profunda, entre otros. El agua que infiltra en el suelo, se le conoce como precipitación efectiva (Pe). Generalmente se considera como Pe el 75% de la precipitación media mensual en climas secos o puede determinarse experimentalmente o por ecuaciones empíricas (Dastane, 1978) para áreas con pendientes inferiores al 4-5% se tiene:

$$\begin{array}{ll} Pe = 0.8 \times PP - 25 & \text{si } PP > 75 \text{ mm/mes} \\ Pe = 0.6 \times PP - 10 & \text{si } PP < 75 \text{ mm/mes} \end{array}$$

De esa manera concluimos que las necesidades netas de riego (NNR), corresponde a la diferencia entre la ETc y la Pe.

$$NNR = ETc - Pe$$

Si existe necesidad de lavado de sales (Lb), las necesidades de riego brutas se calculan teniendo en cuenta dicha cantidad y se designa como lámina de lavado de sales (LR):

$$Lb = \frac{Ln}{Ea (1 - LR)}$$

La LR, se define como la mínima fracción de lavado compatible con un 100% del rendimiento. La fracción de lavado (FL) se define como la fracción de volumen de agua de riego que percola fuera de la zona de raíces.

$$FL = \frac{CEr}{CEd}$$



Siendo  $CE_r$ : conductividad eléctrica en del agua de riego y  $CE_d$ : conductividad eléctrica en la zona de raíces.

La LR es función única de la salinidad del agua de riego ( $CE_r$ ) y de la tolerancia del cultivo a la salinidad. La LR se puede calcular a partir de las siguientes fórmulas:

$$LR = 0,308 * F_c^{-1,702} \text{ para el caso de riego convencional.}$$

Siendo:

$$F_c = \frac{CE_u}{CE_r}$$

Donde  $CE_u$  es la conductividad eléctrica del suelo que supone el umbral de tolerancia para un rendimiento del 100%.

## Programación de riego en tiempo real

Para programar en tiempo real se requiere de datos **medidos diariamente o en fechas cercanas al momento actual**. El procedimiento para establecer la fecha de riego y la cantidad de agua a aplicar, es el mismo que se emplea en el calendario medio de riego, excepto que los valores de evapotranspiración y déficit de agua en el suelo se irían calculando cada vez que se dispusiera de datos reales. Los métodos para medir el agotamiento de agua en el suelo para la programación del riego se basan en:

- Medida del contenido de agua en el suelo.
- Medida del estado hídrico de la planta.
- Medida de parámetros climáticos.

El contenido de agua en el suelo permite conocer cómo el cultivo va extrayendo el agua del suelo, de forma que el riego pueda programarse para mantener un contenido de agua en el suelo entre dos niveles de humedad. El límite superior es fijado para evitar drenaje y por tanto el lavado de fertilizantes y el límite inferior representaría el punto a partir del cual el cultivo sufre estrés hídrico, el cual se corresponde con la humedad retenida a una presión de -200 kPa para el maíz (Villafañe, 1998).



Hay dos tipos de métodos, los directos que miden la cantidad de agua en el suelo (gravimétrico y volumétrico) y los indirectos (tensiómetros, Watermark, bloques de yeso, TDR, sonda Enviro Scan). En la planta la detección temprana de cambios, temperatura de la hoja, potencial de agua en la planta y resistencia estomática, permiten establecer los requerimientos hídricos del cultivo. El primer parámetro es fácil de obtener, pero demanda experiencia, los tres últimos requieren de equipos y pueden presentar sensibilidad al clima y variaciones durante el día, es destructivo y necesita mano de obra calificada.

Otra manera de establecer la necesidad hídrica del cultivo es registrando las variables climáticas. En todo caso, la forma más adecuada es la integración de los parámetros de suelo, clima y cultivo a través de programas de software que permitan determinar la demanda de agua de los cultivos a nivel local o de parcela, usando los criterios antes mencionados.

## Calidad del agua de riego

La calidad del agua de riego depende de las siguientes características químicas: concentración de sales totales (CE), expresada en deciSiemens/m, tipos de sales (ej. los bicarbonatos y cloruros son más dañinos que los sulfatos mientras que las sales de sodio respecto a otros elementos como el calcio, magnesio y potasio lo son aun más). El sodio puede ser tóxico para las plantas, ya que reduce la permeabilidad del suelo restringiendo el lavado de las sales a los estratos más profundos e incrementando el riesgo de salinización. Su efecto negativo no depende de la concentración absoluta en el suelo y en el agua, sino de la cantidad en que se encuentra con respecto al calcio y al magnesio.

En la altiplanicie de Maracaibo se presentan suelos con endopedones salinos y/o nátricos, por lo que hay que tener precaución con la utilización del agua de riego ya que se pueden incrementar la concentración de sodio, afectando la permeabilidad de los suelos y generando riesgos de salinización en estratos más superficiales. Por lo que se recomienda realizar análisis



de calidad de agua para riego por lo menos dos veces al año (época seca y lluviosa) y revisar los siguientes parámetros:

- Comprobar que las diferencias entre la sumatoria de cationes (calcio, magnesio, sodio y potasio) y aniones (carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) expresada en  $\text{mmol}_c/\text{l}$  debe ser menor del 10% (diferencias mayores pueden deberse a error en el análisis).
- Calcular la relación de absorción de sodio (RAS) para determinar posibles problemas de infiltración por incorporación de sodio al suelo, el cual termina dañando la estructura y afecta la circulación de agua y aire. Se calcula de la forma siguiente:

$$\text{RAS} = [\text{Na}] / \sqrt{(\text{Ca} + \text{Mg}) / 2} \text{ (concentraciones en milimol carga por litro)}$$

- Verificar la existencia de carbonato de sodio residual (CSR), esto es cuando la concentración de bicarbonatos más carbonatos es mayor que la del calcio más magnesio en  $2,5 \text{ mmol}_c / \text{l}$ , lo cual puede ser un indicativo de desarrollo de suelos afectados por sodio.
- Calcular la cantidad de sales predominantes tomando en cuenta la solubilidad de las mismas.
- Evaluar las propiedades hidrológicas del suelo: permeabilidad y tasa de infiltración básica, cuando se sospeche de la presencia de suelos afectados por sodio y/o magnesio. La determinación de éstas propiedades permite calificar debidamente un problema de sodio o magnesio.

Para evaluar los riesgos de sodificación y/o salinización del suelo con agua de riego existen varios modelos y propuestas. Entre éstos destacan, las pautas de FAO (Ayers y Westcot, 1985), las cuales establecen la relación entre la CE y el RAS que permiten determinar el riesgo de disminución en la velocidad de infiltración del agua en el suelo. Entre tanto la CE ayuda a establecer el grado de restricción en el uso del agua para riego y el efecto sobre el rendimiento de los cultivos, al limitar la absorción de agua de las plantas (cuadro VII-4).



**Cuadro. VII-4.** Criterios en evaluación de la calidad del agua de riego de FAO.

Tipo de problema	Guía de calidad de agua		
	No hay problema	Problema creciente	Problema grave
1. Salinidad CE (dS/m) con RAS < 2 en suelo y agua	< 0,75	0,75 - 3,0	> 3
2. Permeabilidad			
RAS	CE		
0 – 3	> 0,7	0,7 - 0,2	<0,2
3 – 6	>1,2	1,2 - 0,3	<0,3
6 – 12	>1,9	1,9 - 0,5	<0,5
12 – 20	>2,9	2,9 - 1,3	<1,3
20 – 40	>5,0	5,0 - 2,9	< 2,9

Fuente: Ayers y Westcot (1985).

## Elección del método de riego

### Riego por aspersión

Se asemeja a la lluvia, cubriendo la superficie de cultivo a regar. Es el método presurizado más usado en la agricultura a nivel mundial. Para un funcionamiento correcto, cada aspersor necesita un mínimo de presión y de caudal, por lo que hace falta una bomba.

En el mercado existen diversos equipos de riego por aspersión, dentro de los que se pueden mencionar: aspersores fijos (para terrenos inclinados), carros de riego (aspersores montados en equipos móviles), riego con carrete para la manguera (es más flexible, sólo dispone de un aspersor) y sistema de riego por pivote central.



## Pivote central

El PASPM seleccionó este sistema porque permite entregar a las raíces mediante caudales reducidos y constantes, la humedad correspondiente a su capacidad de retención sin exceder de este límite, cubre grandes extensiones de terreno y requiere poca mano de obra.

El pivote central es una máquina que rota en círculo, alrededor de una estructura base en el centro del campo regado. La longitud más común de los pivotes es 400 m y su vida útil es de 15 a 20 años (Tarjuelo, 2005). Los pivotes pueden regar superficies que van desde 2 hasta 200 has. En la planicie existen pivotes que riegan desde 9 hasta 92 has. La estructura base de pivote es también la que permite el ingreso del agua, potencia al equipo y es sostén del tablero control (Figura VII-1).



**Figura VII-1.**

Estructura base o centro del pivote.



La tubería lateral es soportada por tensores de acero y torres (Figura VII-2) espaciadas entre 30 y 60 m. Cada torre cuenta con un motor y va sobre dos o cuatro grandes ruedas de goma. El conjunto de tubería, tensores y aspersores entre dos torres se llama tramo (Figura VII-3). En cada torre hay acoples flexibles que conectan las tuberías de dos tramos adyacentes. El largo máximo de los tramos es en función del tamaño de la tubería, su espesor, pendiente y topografía del terreno. El voladizo (Figura VII-4) es una tubería de menor diámetro, con aspersores, que es suspendida por cables al final de la última torre para aumentar el área regada.

La mayoría de los pivotes son eléctricos, aunque también usan motores hidráulicos que son más costosos. Un motor eléctrico o hidráulico de alrededor 1 HP va en cada torre para permitir su movimiento en forma autónoma. Cables eléctricos y líneas hidráulicas van colocados longitudinalmente a la tubería lateral, contando con cajas de control en cada torre. El panel de control usualmente se localiza en la estructura base o centro de pivote (Figura VII-5).



**Figura VII-2.**

Torre del pivote central.



**Figura VII-3.**

Tramo del pivote central.



**Figura VII-4.**

Voladizo o tramo suspendido del pivote central.



**Figura VII-5.**

Tablero de control y maniobra.

Los dos tipos de aspersores usados en pivotes centrales son de impacto y spray. Los de impacto son generalmente de baja presión y bajo ángulo y van montados directamente sobre la tubería lateral del pivote. Los tipos spray son los aspersores usados en los pivotes de la planicie de Maracaibo, los cuales se ubican en el extremo de una tubería bajante flexible, manteniendo los emisores sobre el cultivo (Figura VII-6) y puede ser modificada de acuerdo a su crecimiento. La localización, espaciado, tamaño y descarga de cada aspersor es especificado en la carta de aspersores entregada por el fabricante. Los spray de baja presión son los más utilizados para reducir las pérdidas por viento y evaporación, aunque los de impacto son aún utilizados en algunas zonas. El uso de reguladores de presión o controles de flujo es común en sistemas de baja presión.



**Figura VII-6.**

Emisores tipo spray.

## Evaluación del riego

Para conocer el funcionamiento del sistema de riego en la parcela a regar, es necesario evaluar la eficiencia de aplicación, uniformidad de aplicación del riego y la uniformidad de distribución. Esto con la finalidad de hacer las correcciones, en caso de ser necesarias. A continuación se detalla algunos parámetros que permite evaluar el riego.

### **Eficiencia de aplicación**

Se define como el agua almacenada en la zona radicular durante el riego (*Jensen et al., 1967*).



$$Ea = \frac{(Ln + LR)}{Le * 100}$$

Donde:

**Ea:** eficiencia de aplicación en %.

**Ln:** lámina faltante programada para llevar el suelo a capacidad de campo.

**LR:** lámina de lavado para el control de las sales.

**Le:** lámina entregada a la unidad básica de riego.

Las fuentes de pérdidas de agua que determinan la magnitud de la eficiencia de aplicación son: la escorrentía, la percolación que excede los requerimientos de lavado de sales, la evaporación y arrastre por viento durante la operación de riego. Las pérdidas pueden ser estimadas de la siguiente manera:

$$Pp = \frac{100 \{ \sum [Li - (Lfa + Ld)] \}}{(Le * \sum n)}$$

$$Pes = \frac{100 (Les)}{Le}$$

$$Pev = \frac{100 (Le - Lc)}{Le}$$

Donde:

**Pp=** pérdidas por percolación profunda en %.

**Pes:** pérdidas por escorrentía en %.

**Pev:** pérdidas por evaporación y arrastre por viento en %.

**Li=** lámina infiltrada.

**Lfa:** lámina para llevar el suelo a capacidad de campo.

**Ld:** lámina de lavado para el control de sales.

**Le:** lámina entregada a la unidad básica de riego.

**Les:** lámina escurrida de la unidad básica de riego.

**Lc:** lámina promedio captada sobre el suelo.

**Σn:** número total de puntos de observación.

En los métodos de riego por aspersión, las pérdidas por evaporación y arrastre pueden ser consideradas superiores a 10%. En los sistemas de riego por pivote se considera una eficiencia de aplicación (Ea) entre 70 y 90%.



## Coefficiente de uniformidad ponderado

(Heermann y Hein, 1968)

El estudio de la pluviometría en el pivote depende de la corona circular representada por cada pluviómetro, la cual es mayor en la medida que se aleja del eje central, luego el peso relativo de los diferentes pluviómetros en el cálculo de los parámetros de uniformidad no puede ser igual. Esto introduce un factor de ponderación que corresponde con la superficie que representa cada pluviómetro, resultado los coeficientes de uniformidad ponderados por la superficie.

Para la ponderación de las láminas recogidas en los pluviómetros se asigna a cada uno de ellos un área igual a la corona circular situada entre la circunferencia del radio. En maquinas de riego con menos de 450 m de longitud efectiva usar 80 colectores de agua (40 en cada línea), espaciados cada 10 m y cuando es mayor de 450 m espaciar los colectores cada 5 m.

$$\text{Cup} = 1 - [\sum(n/m - mp) / \sum(m * n)] \text{ y} \\ mp = \sum(m * n) / \sum n$$

**Cup:** coeficiente de uniformidad ponderado.

**n:** orden de posición del pluviómetro: uno para el más cercano al centro del pivote, dos para el siguiente y así sucesivamente hasta completar el conjunto.

**m:** valor de cada observación.

**mp:** media ponderada.

**$\sum n$ :** número total de puntos de observación.

## Uniformidad de distribución

(ASCE, 1978)

$$UD = m_{25} / m$$



Donde:

UD: uniformidad de distribución del agua en el área.

$m_{25}$ : media de las observaciones recogidas en el 25% del área menos regada.

$m$ : media de todas las observaciones.

Un valor de uniformidad superior a 0,80 puede ser considerado bueno.

## Calibración de la quimigación en un sistema de riego de pivote central

1. Calcule la circunferencia de la última torre: **circunferencia (m) = 6,28 \* r**

Donde r = distancia entre el pivote y la última torre (m).

2. Calcule el área regada, a través de la siguiente ecuación:

Área cubierta por el pivote (ha) =  $A = 0,000315 * R^2$

R = distancia en metros desde el pivote, hasta el sector donde cae el agua del cañón de riego (más allá de la última torre).

3. Calcule la velocidad de viaje del pivote: ésta se calcula mediante la medición de la distancia recorrida por la última torre del pivote a lo menos en 10 minutos. Haga esta medición en diferentes posiciones del pivote para así determinar la velocidad media de recorrido (m/min promedio).
4. Calcule el tiempo de una revolución: determine el número de horas que tomará al pivote realizar una vuelta completa al predio a la velocidad que éste será operado (generalmente a alta velocidad para fertirrigación) y el total de hectáreas que el pivote central cubre:



**revolución (min) = circunferencia (m) (paso 1) / Velocidad de viraje (paso 3)**

5. Calcule las hectáreas tratadas por minuto. Utilice la siguiente ecuación:

**ha Tratadas/min = A (paso 2) / Revolución (min) (paso 5)**

6. Calcule la tasa de aplicación: para encontrar la cantidad de material a ser bombeado por minuto, deberá ceñirse a la recomendación del químico para cultivo. Use las siguientes ecuaciones para el cálculo:

**ml / min = litros del producto aplicado por ha / ha tratadas por min (paso 5)**

La bomba de inyección deberá ser ajustada para que inyecte la solución que se recomienda, con el sistema de riego funcionando, para asegurarse que la bomba de inyección trabaje en contra de la presión de agua en la tubería. Esta operación se debe realizar permitiendo que la bomba de inyección extraiga la solución desde un container calibrado, para poder medir diferencias de nivel y calcular el volumen inyectado de acuerdo con lo requerido. Una buena recomendación es usar un agitador que permita a los químicos mantenerse en solución y no formen posibles precipitados.

Siguiendo estas orientaciones y el apoyo inicial de un especialista, la aplicación de químicos mediante el agua de riego será efectiva, siendo de suma importancia "evaluar el sistema de riego para determinar su uniformidad", ya que una baja uniformidad afecta la aplicación del producto.

Mario Santella y Sol Medina

La cosecha es la culminación de la actividad agrícola en un campo cultivado de maíz, es decir la extracción del producto final al punto de madurez adecuado. Esta actividad tiene una importancia trascendental, dado que involucra aspectos de importancia tales como: oportunidad en la ejecución de la labor, el volumen del grano que va a manejarse, los riesgos o limitaciones en la ejecución de la labor, la disponibilidad de la mano de obra, la adecuación de las instalaciones, maquinarias y vehículos requeridos y finalmente, la logística de todas las operaciones necesarias para el cumplimiento del objetivo.

## Criterios a considerar antes de la cosecha

El rendimiento del maíz no puede ser modificado una vez que la planta ha alcanzado su madurez fisiológica, es decir, cuando el grano llega a su máximo contenido de materia seca. Sin embargo, es importante mantener la calidad de los granos hasta su comercialización, para lo cual es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cosecha oportuna: realizar la cosecha a destiempo significa un deterioro en la cantidad y calidad del grano, lo que se traduce en menor productividad. El grano llega a su madurez fisiológica cuando su contenido de humedad es alrededor del 37-38%.





- El tiempo desde la siembra hasta la cosecha depende del cultivar sembrado, del manejo del cultivo y del destino final del producto. Es necesario conocer el ciclo del cultivar a sembrar, de tal manera que la época de cosecha coincida con períodos de baja precipitación para evitar la incidencia de enfermedades causadas por hongos.
- La cosecha para grano seco se realiza aproximadamente 120 días después de la siembra, fecha para la cual el maíz debe tener una humedad aproximada del 18%, la planta se encuentra marchita y al desprender un grano de la mazorca, se debe observar un punto negro en la inserción entre ambos.
- La cosecha mecanizada se puede comenzar cuando el grano tiene aproximadamente un 28% de humedad, no siendo recomendable que descienda a menos del 15%, debido a que por debajo o por arriba de estos límites, los granos se aplastan, se parten o pulverizan durante el proceso postcosecha. Para consumo fresco o tierno (jojoto) debe cosecharse cuando la barba o estigma de la mazorca se torna marrón oscuro (aparencia seca) y el grano tiene una consistencia lechosa; lo cual comienza a ocurrir entre los 73 y 78 días luego de la siembra, dependiendo del cultivar y de las zonas de producción, por lo que se recomienda realizar inspecciones periódicas en cada caso para observar las características descritas. Se sugiere realizar este proceso temprano en la mañana cuando la temperatura está baja para evitar daños al grano por efecto de deshidratación.
- Cuando la siembra se realiza con el objetivo de producir ensilaje para ganado, se sugiere cosechar cuando, en la mazorca, el contenido de humedad fluctúe entre 60 y 70% y el grano se encuentre en estado lechoso duro (Figura VIII-1).
- En cuanto a la maquinaria a utilizar, es importante que el cabezal de la cosechadora, tenga la misma separación entre hileras a la usada durante la siembra en campo; así se reducen las pérdidas ya que la cosecha se realiza con mayor eficiencia. Igualmente, la altura de corte del cabezal se debe adecuar a la posición de las mazorcas en las plantas, la cual



varía dependiendo de factores como el cultivar utilizado y el déficit hídrico presentado en las fases de establecimiento del cultivo, entre otros.



**Figura VIII-1.**

Cosecha de maíz para ensilaje.

Existen varios factores que ocasionan pérdidas y disminuyen los rendimientos. En la pre cosecha se deben considerar las mazorcas desprendidas de las plantas y caídas en el suelo. Las plantas volcadas tanto en sentido transversal a la siembra (en ángulos entre 45 y 90 grados), como en la dirección de la hilera y en el sentido de avance de la cosechadora son recuperables en un 100% por el cabezal. Mientras que las volcadas en la dirección de la hilera, pero en sentido inverso al avance de la cosechadora, no son recuperables.

La falta de calibración de la cosechadora también origina pérdidas, bien sea por inadecuada altura del cabezal, desgrane



inadecuado, problemas en la ventilación y limpieza de los granos, entre otros.

## Estimación de cosecha

La estimación de cosecha es un procedimiento que se utiliza para determinar el rendimiento de un cultivo antes de la cosecha. Esta información es de gran utilidad para los efectos de **planificación en términos de recursos financieros y físicos, seguro agrícola y políticas agroalimentarias y de investigación.**

Existen métodos de estimación a nivel macro y micro. En términos macro se busca tener una aproximación en órdenes de magnitud de la producción de una región, país o continente. Para alcanzar dicho objetivo se puede utilizar información de satélite o información sobre el uso global de insumos como semilla y fertilizantes.

A nivel micro se busca obtener información sobre el rendimiento futuro de un lote o lotes de una unidad de producción. De manera general todos los métodos de estimación a nivel micro están dirigidos a determinar la población de plantas útiles que **existen por unidad de superficie y la producción promedio por planta útil en dicha población.**

Con respecto al primer parámetro se toman muestras de plantas para estimar el número de plantas útiles, considerando una planta útil aquella que presente mazorca comercial.

En cuanto a la estimación de la producción por planta útil se utilizan varios métodos para determinar el peso promedio del producto de las mazorcas comerciales. Una vez estimada la cantidad de plantas útiles por unidad de superficie y el peso promedio de la mazorca, se multiplica la cantidad de plantas útiles **por unidad de superficie, por el peso promedio de la mazorca y de allí se obtiene el rendimiento estimado.**

$$\text{Rendimiento de grano estimado} = \frac{\text{Plantas útiles}}{\text{unidad de área}} \times \text{Peso de la mazorca}$$



Los métodos de estimación deben ser evaluados de acuerdo a los siguientes criterios: edad del cultivo a la estimación, precisión en sus resultados, costo y facilidad de la ejecución.

Es importante señalar que la estimación de rendimientos a nivel de fincas se basa en muestreos, por lo tanto, cuanto mayor sea el número, distribución y exactitud de cada muestra, mayor será la precisión de los cálculos y los pronósticos serán más parecidos a la cosecha verdadera.

A nivel micro se han probado tres métodos que, de acuerdo a las circunstancias, pueden ser utilizados con un alto grado de confiabilidad, los cuales se explican a continuación.

## Métodos de estimación de cosechas en maíz

En el país se utilizan comúnmente tres métodos de estimación de rendimientos en fincas de maíz, dependiendo del grado de madurez de las mazorcas: en estado de barbas (70-75 días), en estado de jojoto (75 a 85 días) y en estado de grano sarazo o seco (100 a 110 días).

### Estimación en estado de barbas (70 a 75 días después de la siembra)

Es un método desarrollado por el Programa Maíz de la REUNELLEZ, dentro del convenio Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Ezequiel Zamora (Unellez)- Fundación Polar-Reunellez.

Se basa en la correlación positiva que existe entre el tamaño (largo y perímetro) de una mazorca inmadura, con barbas frescas, cubierta con todas sus brácteas y el peso del grano que originará cuando madure completamente. Para ello, se deben seguir los siguientes pasos:

- En un lote de 20 hectáreas se toman 15 muestras bien distribuidas en el campo. Cada muestra consiste en un seg-



mento de hilera de diez metros de longitud, en el cual se cuentan las plantas totales y las útiles, las que tienen mazorcas comerciales con largo útil de granos mayor de 9 cm y perímetro medio mayor de 14 cm. Los contajes de plantas totales y útiles se asientan en una planilla y se transforman en plantas totales y útiles por hectárea, relacionándolos con la separación entre hileras.

- La producción promedio por planta útil se calcula efectuando las mediciones de largo útil y perímetro medio de una muestra por lote (Figura VIII-2), integrada por 25 o más mazorcas con sus brácteas y sin desprenderlas de las plantas, son tomadas en el primer metro de hilera de cada muestra del contaje inicial descrito. Los datos son asentados en una planilla, donde se calcula el promedio del largo y del perímetro y se aplica una fórmula para obtener el peso neto estimado por mazorca al 12% de humedad del grano.

$$P = \left( \frac{\text{Largo promedio}}{\text{promedio}} \times 5,48 + \frac{\text{perímetro promedio}}{\text{promedio}} \times 12,28 \right) - 194,27 = \text{peso de mazorca (gramos)}$$



**Figura VIII-2.**

Medición de perímetro medio y largo útil de mazorcas de maíz.

Fuente: Sol Medina



- Luego se calcula el rendimiento estimado del lote multiplicando la población útil (plantas/ha) por la producción individual de las mazorcas, dividida entre 1.000, obteniéndose la expresión en kg/ha de grano al 12 % de humedad.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Plantas útiles}}{\text{ha}} \times \frac{\text{Peso de mazorca}}{1000 \text{ estimado}} = \frac{\text{kg}}{\text{ha de grano acondicionado al 12\% de humedad}}$$

### ***Ventajas del método***

- Su aplicación es muy anticipada a la cosecha (mayor de 45 días).
- No requiere del desprendimiento de mazorcas.

### ***Desventajas del método***

- Necesita el ajuste de la fórmula para cada cultivar que se utilice, pues la ecuación de regresión fue calculada inicialmente con el híbrido Ceniap PB-8.
- Existe el riesgo de que factores adversos de diversa índole causen merma en el rendimiento final del cultivo y la estimación sea imprecisa.

## **Estimación en estado de grano pastoso (75 a 85 días de la siembra)**

Es un método desarrollado en la Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Ezequiel Zamora (Unellez), con la finalidad de reducir esfuerzos y recursos debido a su mayor adaptabilidad para cualquier cultivar de maíz (Falcón, 1990). Los pasos a seguir son los siguientes:

- En segmentos de hileras de 5 m de largo, en 3 a 8 puntos de un lote, se cuenta el número de mazorcas que se asientan en una planilla para facilitar el cálculo del número promedio de mazorcas por metro (A).



- Se seleccionan 3 mazorcas intermedias en cada uno de los puntos de muestreo y se eliminan las brácteas para realizar el conteo del número promedio de hileras de grano por mazorca (B) y del número de granos por hilera (C). Se mide también la separación entre hileras de plantas expresándola en metros (D).

El rendimiento estimado viene expresado en Kg/ha de grano al 12% de humedad al aplicar la siguiente fórmula que incluye un factor de corrección:

$$\text{Rendimiento de grano estimado} = A \times B \times \left(\frac{C}{D}\right) \times 2,4 \times \frac{\text{Kg}}{\text{ha de grano acondicionado al 12\% de humedad}}$$

### **Ventaja del método**

- Facilidad de los contajes

### **Desventaja del método**

- Es un método destructivo porque necesita la eliminación de mazorcas del campo.

## **Estimación en estado de grano sarazo o seco (100 a 110 días de la siembra)**

Es un método sencillo pero muy tardío pues consiste en determinar el número de plantas útiles por hectárea, el cual se multiplica por el rendimiento promedio de la mazorca útil. Este se calcula desgranando varias mazorcas representativas, se promedia el peso del grano obtenido al cual se le determina la humedad del grano y se ajusta su peso al 12%, procediéndose a efectuar el cálculo correspondiente.

$$\text{Rendimiento de grano} = \frac{\text{No. de plantas útiles} \times \text{Peso promedio de mazorcas desgranadas} \times (100 - \% \text{ de humedad del grano})}{88}$$



### **Desventaja**

- La información se obtiene de forma tardía o extemporánea que a veces no permite tomar decisiones.

## **Almacenamiento y transporte de la producción**

Una vez realizada la cosecha y desgrane, se procede al transporte de la producción al centro de recepción. Es importante disponer, de manera oportuna, del sistema de transporte más económico y eficaz posible, puesto que los costos de transporte determinan en gran medida el margen de ganancia. Se recomienda el uso de vehículos con capacidad de carga entre 15 y 40 toneladas, dada su maniobrabilidad y condiciones de desplazamiento por las carreteras nacionales.

En esta fase, ocurren pérdidas que corresponden no sólo a la diferencia entre la cantidad (peso de granos) cargadas al camión y la descargada en el centro de recepción; sino también al deterioro que puedan sufrir los granos durante el período de exposición a condiciones desfavorables como la lluvia, aumento del calor interno en la masa de granos, ataque de insectos, desarrollo de microorganismos y variaciones de temperatura entre el día y la noche. Las mismas favorecen y aceleran el proceso de respiración, aumentan la generación de calor, agua y CO<sub>2</sub>, produciendo pérdidas de peso y del poder germinativo, así como el oscurecimiento del grano (Sifontes, 2010).

Una vez transportados al centro de recepción, se realizan **muestreos representativos de los lotes de granos**, con la finalidad de determinar su calidad, valor comercial y establecer las prácticas más adecuadas para su almacenamiento, de acuerdo a las Normas COVENIN 612-82 y 1935-87. Estos análisis son: porcentaje de impurezas, porcentaje de humedad, peso específico, porcentaje de granos dañados, porcentaje de granos cristalizados, porcentaje de granos partidos, prueba cualitativa de aflatoxina y presencia de insectos. Mientras los resultados estén más por encima de los valores máximos permitidos (cuadro VIII-3), se penalizará al agricultor con descuentos del precio a pagar, por lo que esta fase es de suma importancia y se debe realizar con el mayor cuidado posible.



La temperatura ideal durante el transporte y almacenamiento es entre 17 y 19°C. El mantener el maíz a la temperatura adecuada durante estas fases, se considera como una de las principales prácticas de manejo postcosecha para retardar y/o evitar la pérdida de calidad. El segundo factor de importancia es el mantener las mazorcas en un ambiente de humedad relativa alta para reducir la pérdida de humedad de los granos.

En el almacenamiento del maíz seco, al igual que para otros granos, es importante considerar el daño que podría sufrir el producto por insectos y hongos, si este no es acondicionado y protegido adecuadamente. Es importante que el lugar de almacenamiento y los equipos que se utilizan estén bien limpios, libres de estos organismos, para no infectar granos sanos.

Análisis	Categoría según norma COVENIN		
	Clase I	Clase II	Clase III
Humedad máxima (%)	24	24	24
Humedad mínima (%)	12	12	12
Granos dañados (%)	6	8	11
Impurezas (%)	5	5	5
Granos partidos (%)	3	5	7
Granos dañados por calor (%)	1	2	3
Granos cristalizados (%)	5	10	15
Granos quemados (%)	0	0	0,2
Mezcla de color	3% de maíz de otro color blanco 6% de maíz de otro color amarillo		
Semillas objetables (N° semillas/kg)	0	0	1
Aflatoxina (Prueba cualitativa)	Negativo a la luz ultravioleta		
Peso volumétrico (Kg/Lt)			
Maíz húmedo	0,745	0,730	0,715
Maíz acondicionado	0,760	0,745	0,730

**Figura N° VIII-3.**

Requisitos exigidos por silos y agroindustria, según la Norma COVENIN 1935-87, para la recepción de maíz.

Yanely Alfaro y Víctor Segovia

**E**n toda actividad socioproductiva, tanto los registros como los índices derivados de ellos son indispensables para analizar el funcionamiento de la actividad antes mencionada. Los mismos permiten evidenciar aspectos operativos, tecnológicos, presupuestarios y financieros que hay que corregir en el caso que la eficiencia y la eficacia sean bajas. Adicionalmente, a través de ellos se detectan los cuellos de botella en lo referente al manejo de insumos, maquinarias y equipos.

## Registros

A continuación se recomienda los principales registros e índices que deben ser tomados en la actividad de producción del cultivo del maíz:

### Registros de los lotes de producción

La identificación del lote de producción le permitirá al productor estar informado sobre el desarrollo productivo que lleva en cada una de las unidades de producción, a los fines de tomar decisiones relacionadas con las actividades de siembra, incluyendo el aislamiento de las siembras de campos vecinos. Para ello, se requiere:

- Mapa de los lotes de producción, indicando su ubicación, tipos de suelos y superficie total de siembra.





- Identificación visible de cada campo de producción, de ser posible georeferenciado.
- Especie y tipo de cultivar (variedad o híbrido) en cada ciclo.

## **Registros durante la siembra**

Los agricultores deben adquirir la semilla con anterioridad en función del área a sembrar y al tipo de maquinaria a utilizar. Para ello, debe disponer de un sitio adecuado para su almacenamiento, a objeto de preservar la calidad de la misma. Durante el proceso de operación de la siembra se recomienda registrar los siguientes ítems:

- Cantidad total de semilla disponible para la siembra.
- Cantidad de semilla utilizada por hectárea.
- Identificación de la semilla remanente.

## **Registro de aplicación de fertilizantes y enmiendas**

El maíz es un cultivo altamente demandante de nutrimentos, por lo tanto es recomendable un registro detallado de todo lo que tiene que ver con el manejo de la fertilidad del suelo, tales como:

- Recomendaciones de aplicación según resultados de análisis de suelo.
- Tipo, fórmula y cantidad por hectárea.
- Fecha de aplicación
- Técnico que recomendó la aplicación.
- Equipo utilizado para la aplicación.
- Regulaciones y mantenimiento de maquinarias y equipos.



## Registro de plagas

Es recomendable conocer los tipos de insectos, enfermedades y malezas, existentes en los lotes de producción y zonas adyacentes, época del año en que se presentan y su frecuencia e intensidad, para la programación de la fecha de siembra y el manejo agroecológico.

## Registro de productos fitosanitarios aplicados

La aplicación de productos fitosanitarios es una actividad que puede modificar el entorno agroecológico y de producción, además de causar efectos en la salud si no se toman las medidas adecuadas para el manejo seguro de los productos. Por ello, es importante llevar los siguientes registros:

- Nombre comercial e ingrediente activo del producto utilizado, dosis, fecha y hora de aplicación.
- Tipo de control (objetivo de la aplicación).
- En caso de aplicar mezclas, se deben detallar todos los productos utilizados.
- Técnico que recomendó la aplicación.
- Equipo utilizado e identificación del mismo.
- Fecha de calibración de los equipos.

## Registros del uso de agua para riego

En los sistemas de riego por aspersión la calidad del agua es importante para el buen funcionamiento del equipo y para conservar las características físico-químicas del suelo. En tal sentido, se deben llevar los siguientes registros:

- Análisis de agua, indicando fecha y sitio de toma de la muestra, resultados.
- Frecuencia y lámina aplicada.



## Registros climáticos

Entre los factores climáticos que influyen en la productividad hay que destacar la precipitación, las temperaturas diurnas y nocturnas, la radiación, la humedad relativa y la evapotranspiración. Para medir estos factores se requieren de instrumentos diseñados para tal fin. Sin embargo, el productor puede medir la precipitación diaria del sitio mediante la instalación de un pluviómetro diseñado artesanalmente, cuya información le permitirá hacer ajustes necesarios de la lámina y frecuencia de riego.

## Registros de cosecha

La cosecha es la última fase del proceso productivo y requiere del registro de variables que permitirán pronosticar sobre el alcance del éxito en las metas establecidas y programar la cosecha con el menor riesgo de pérdidas durante el proceso. Para ello, es importante registrar la siguiente información:

- Densidad de plantas por hectárea a la cosecha.
- Porcentaje de humedad del grano cosechado.
- Cantidad de grano total cosechado en kilogramos o toneladas métricas (producción bruta, PB).
- Área total cosechada.
- Porcentaje de pérdidas por cosecha.

## Registro del costo total variable (CT)

Los costos variables son aquellos que están vinculados directamente al proceso productivo, como son: semillas, fertilizantes y enmiendas, productos fitosanitarios, costo de las horas-hombres utilizadas para las labores, incluyendo la cosecha y el costo del transporte. Para los fines de este manual no se considerarán los gastos administrativos, la depreciación de las instalaciones y equipos, ni el interés sobre el capital utilizado.



## Indicadores técnicos

### **Rendimiento de grano, expresado en kilogramos por hectárea.**

Este indicador permite analizar el comportamiento agronómico del cultivar de maíz sembrado y orienta sobre su factibilidad de uso futuro. Con los datos de cantidad de grano total cosechado, el área cosechada y el porcentaje de humedad de grano se podrán calcular el rendimiento en kilogramos por hectárea de grano ajustado al 12% de humedad.

### **Ingreso bruto o total (IT)**

Expresado en bolívares, corresponde a la cantidad de producto arrimado por el precio de venta, una vez descontadas las pérdidas por humedad e impurezas (D).

$$IT = (PB - D) \times Pv$$

### **Ingreso neto (IN)**

Expresado en bolívares, corresponde al ingreso bruto, una vez descontados los costos de producción.

$$IN = IT - CT$$

En el anexo 3 se presenta un modelo de planilla para llevar registros e índices técnicos en la unidad socioproductiva con el rubro maíz. La misma puede ser modificada para añadir otros registros o indicadores que se consideren de importancia para el desarrollo de la actividad o para la utilización con otros rubros que se vayan a producir en dicha unidad.



## **Importancia de los registros e indicadores técnicos en la actividad socioproductiva para las políticas y estrategias del estado venezolano**

En cualquier actividad socioproductiva es importante registrar los costos y revisar los indicadores de gestión económica, con miras a determinar la sustentabilidad de la empresa.

La información generada con los índices económicos servirá para que el Estado tome decisiones en el establecimiento de costos y precios justos, como indica la ley que al respecto decretó el Estado en fecha 18 de julio de 2011 y que fue publicada en la Gaceta Oficial N° 39.715 con Rango, Valor y Fuerza de Ley sobre Costos y Precios Justos.

En la mencionada ley, se señalan los fines siguientes:

1. Establecer mecanismos de control previo a aquellas empresas cuyas ganancias son excesivas en proporción a las estructuras de costo de los bienes que producen o comercializan, o de los servicios que prestan.
2. Identificar los agentes económicos que, por la contraprestación de servicios, o ventas de productos, fijan precios excesivos.
3. La fijación de criterios justos de intercambio.
4. Propiciar la implementación de precios justos a través de mecanismos que permitan sincerar costos y gastos.
5. Promover el desarrollo de prácticas administrativas con criterio de equidad y justicia social.
6. Incrementar la eficiencia económica como factor determinante en la producción de bienes y servicios que satisfagan las necesidades humanas.



8. Favorecer la inserción de la economía nacional en el área regional e internacional, promoviendo y favoreciendo la integración latinoamericana y caribeña, defendiendo los intereses económicos y sociales de la nación.
9. Proveer las herramientas para la captación de información que sirva a la formulación de criterios técnicos que permitan hacer efectivas las reclamaciones de los consumidores ante las conductas especulativas y otras conductas irregulares que menoscaben sus derechos en el acceso a bienes y servicios.

## Manejo seguro de agroquímicos maquinarias y equipos

María Suleima González, José Blázquez y Angelina González

### Manejo seguro de agroquímicos

Los agroquímicos son sustancias o mezclas de sustancias químicas utilizadas para matar, repeler, atraer, regular o interrumpir el crecimiento de organismos vivos considerados plagas: hongos, bacterias, nematodos, malezas o arvenses, entre otros. También se incluyen las sustancias usadas para proporcionar nutrientes a la planta como los fertilizantes.

La toxicidad de los agroquímicos varía, unos son más tóxicos que otros. La mayoría son venenosos o pueden causar irritación, alergias y ser corrosivos. Los agroquímicos afectan a las personas, animales y el medio ambiente, si no se usan con cuidado y de acuerdo a las indicaciones.

El uso de agroquímicos exige una correcta manipulación de los equipos de protección personal (EPP), siendo estas recomendaciones estandarizadas de acuerdo al grado toxicidad de cada producto utilizado. También, cuando se maneja un producto agrícola, debemos tener a mano todas las informaciones sobre el producto como: fecha de fabricación, ingrediente activo, dosis, grado de toxicidad, periodo de reingreso a las áreas tratadas y el apoyo de un profesional especializado.

Las personas que manipulen, transporten o almacenen agroquímicos deben conocer cierta información y adoptar adecuadas medidas de seguridad las cuales se detallan a continuación.





## Toxicidad del producto

El productor debe estar familiarizado con el grado de toxicidad de los productos químicos, el cual se expresa por la dosis letal media (DL50). Mientras menor es la DL50, más tóxico es el agroquímico. La dosis media letal, da una idea de las precauciones que deben adoptarse con el producto.

Los productos químicos según su toxicidad son clasificados en cuatro grupos. Cabe destacar que los envases en la etiqueta, llevan una banda de color que los diferencian (Cuadro X-1 y Figura X-1).

**Cuadro X-1.** Clasificación toxicológica de agroquímicos en Venezuela.

Clasificación toxicológica	DL50 mg/kg	Color de la franja
Extremadamente tóxico	1-100	Rojo
Altamente tóxico	101-250	Amarillo
Moderadamente tóxico	251-1400	Azul
Ligeramente tóxico	+ De 1400	Verde



**Figura X.1.** Color de las etiquetas de los agroquímicos por categoría toxicológica.

Fuente: Ayala Héctor – FUSAGRI.



## Información de la etiqueta

Antes de preparar cualquier mezcla de agroquímicos se debe leer y entender la etiqueta. Esta última se encuentra adherida en el recipiente del producto y en forma impresa contiene toda la información para el uso seguro. Entre la información se incluye: nombre del producto, marca registrada, nombre común, porcentaje de ingrediente activo e inerte, nombre y dirección del fabricante, número de registro, toxicidad, peligro y advertencia a los niños, tratamiento de primeros auxilios, instrucciones de uso, precauciones en el uso, manejo para el almacenamiento y desecho y fecha de expiración del producto.

En el producto se indica cómo preparar la mezcla y aplicar el pesticida de una forma segura y correcta. La protección para el trabajador, intervalos de entrada y el tiempo para regresar al campo en caso de productos tóxicos.

## Formulación del agroquímico

En los agroquímicos el ingrediente activo (i.a) no se encuentra en forma pura o concentrada, generalmente viene mezclado con ingredientes inertes tales como talco, tiza, arcillas o solventes. Estos no tienen actividad pesticida, sino que transportan el ingrediente activo. La mezcla de un ingrediente activo con un material inerte es lo que se conoce como formulación comercial. Esta última puede ser sólida o líquida.

Las formulaciones sólidas incluyen: polvos mojables (PM), polvos solubles (PS), gránulos (GR) y pellets (P). En las formulaciones líquidas se encuentran: soluciones acuosas (SA), concentrados emulsionables (CE) y suspensiones concentradas (SC).

## Selección del agroquímico a usar

El productor debe de tener conocimiento de cuál es la plaga a controlar, haciendo monitoreo constante del área y evaluando



el grado de infestación, con el fin de que la aplicación se realice en el momento oportuno y con el tratamiento adecuado.

Para hacer uso del producto debe abrir el envase del plaguicida con mucho cuidado para evitar derrames. De igual manera deberá tener extremo cuidado en su manipulación evitando contacto directo con el producto o sus vapores.

## Equipos de protección personal (EPP)

Durante la preparación y aplicación de las mezclas, se debe usar el equipo de protección que incluye: camisa de manga larga y pantalones largos (o braga), guantes y botas de hule, sombrero de ala ancha (o casco), delantal plástico impermeable para cubrir la espalda, anteojos o escudo protector para la cara y mascarillas con filtros. Este equipo de protección, también debe usarse si se usan productos biológicos tales como *Trichoderma*, particularmente el uso de las mascarillas con filtros (Figura X-2).

### Figura X.2.

Uso correcto de los equipos de protección personal

Fuente: ODEBRECHT, PASPM





## Preparación de las mezclas de agroquímicos

El productor debe estar familiarizado con el grado de toxicidad del agroquímico de acuerdo al color que presenta la etiqueta (Figura X-1).

- Usar la ropa y equipo de protección señalado anteriormente (Figura X-2).
- No se debe abrir el envase del agroquímico para olerlo o probarlo.
- El productor debe revisar el equipo de aplicación para asegurarse que funciona perfectamente.
- Antes de usar las asperjadoras (de motor o de espalda) se debe revisar que los filtros se encuentran en buen estado. La persona que realice la aplicación debe calibrar el equipo de aspersión con agua, para determinar la cantidad de mezcla a usar y el número de bombas necesarias para efectuar la aplicación (Figura X-3).
- Al momento de abrir el envase del producto para iniciar el proceso de preparación de la mezcla, no debe acercarse a la cara el envase para verificar si la medida es exacta. Se deben utilizar embudos y jarras para dosificar los agroquímicos. No preparar las mezclas al cálculo, mezclar sólo la cantidad que se va a utilizar y evitar derrames del producto.
- Durante la preparación de las mezclas, quien efectúe esta labor debe estar colocado de espaldas al viento, para evitar salpiques del producto y este se ponga en contacto con la piel.
- Las asperjadoras que se usan para aplicar agroquímicos, no deben ser las mismas que se utilizan para la aplicación de productos biológicos. Estos últimos deben ser aplicados con asperjadoras utilizadas solo para tal fin.



**Figura X.3.**

Calibración de equipos mecánicos.

Fuente: ODEBRECT, PASPM, 2011.

## Durante la aplicación del producto

- Dirigir el agroquímico al foco o sitio de control y asegurarse que se cubra el área o las plantas a tratar.

No se debe comer, beber agua o fumar, ya que los agroquímicos pueden pasar a la boca y por ingestión causar intoxicación.

- Evitar secarse el sudor con la manga de la camisa.
- Las aplicaciones deben realizarse de espaldas al viento, para evitar que la nube de líquido o de polvo se ponga en contacto con la piel y afecte al operador. Realizar las aplicaciones



preferiblemente en horas tempranas de la mañana o final de la tarde. Si hay mucho viento es recomendable suspender la aplicación.



**Figura X.4.**

Aplicación de agroquímicos con tanques de alta capacidad.

Fuente: ODEBRECT, PASPM

## Al finalizar la aplicación

- Con la ropa protectora puesta, lavar los guantes e iniciar el proceso de lavar el equipo en forma general y por partes, no olvidarse de filtros y boquillas para evitar que se acumulen residuos del agroquímico y afecte la futura aplicación y dañe al equipo.
- Lavar las herramientas utilizadas para la mezcla y aplicación del plaguicida. No lavar el equipo cerca de fuentes de agua o



canales de desagües en fuente de agua. Debe estar alejado de la casa y de los niños.

- Los envases de agroquímicos vacíos, deben lavarse tres veces con  $\frac{1}{4}$  del volumen del envase con agua, con el fin de remover el producto que queda en el interior del envase. El enjuague se vacía en el tanque de la asperjadora.
- Una vez cumplidos los pasos anteriores, lavar los guantes y las botas, quitarse la ropa protectora y lavarse las manos con agua y jabón, posteriormente darse un baño con bastante agua y jabón y ponerse ropa limpia.
- La ropa protectora y la ropa usada durante la aplicación de agroquímicos, se deben colocar aparte, en una bolsa plástica y lejos de la ropa que se usa corrientemente y se debe lavar inmediatamente.
- En algunos países como Brasil **NO** se recomienda utilizar los EPP después de 33 lavadas (límite máximo de protección permitido a los manipuladores).
- Los envases plásticos pueden ser inutilizados haciendo perforaciones para evitar que se usen para otros fines.
- Los envases vacíos no deben ser reutilizados para almacenar agua, ni para cualquier otro uso, deben ser colocados lugares destinados para tal fin, lejos de la casa, animales y fuentes de agua.

## Transporte de agroquímicos

- No se debe transportar los agroquímicos en vehículos cerrados o de carga, donde se transporten pasajeros o alimentos. Se deben transportar en vehículos especializados.
- Evitar que los agroquímicos se derramen durante el transporte.
- No colocar agroquímicos en bolsas donde se lleven alimentos.



- Una vez finalizado el transporte de agroquímicos, lavar el vehículo con abundante agua y jabón para eliminar restos de productos.

## Almacenamiento de los agroquímicos

- Guardar los productos en un lugar fresco, en superficies impermeables, ventilado para evitar la acumulación de vapores, protegido de la lluvia y alejados de la casa, los niños y animales.
- No guardar productos químicos donde se guarda comida para animales.

## Síntomas de intoxicación y primeros auxilios

Uno de los riesgos por el uso inadecuado de agroquímicos son las intoxicaciones. Estas pueden ocurrir por contacto, inhalación o ingestión de los productos. Los síntomas van a depender del producto utilizado. Entre los síntomas más comunes se señalan: irritación, urticaria, dificultad para respirar, dolor en el pecho, mareo, vómito, sudoración, calambres musculares entre otros.

Desde el momento en que el agroquímico se pone en contacto con la persona, se debe quitar inmediatamente la ropa de protección, lavarse bien con agua y jabón el área expuesta. Luego bañarse completamente con abundante agua y jabón y colocarse ropa limpia.

Si el agroquímico ha sido ingerido o inhalado, seguir las instrucciones contenidas en la etiqueta y llevar al médico la persona afectada. Se recomienda llevar siempre la etiqueta o envase al médico para darle a conocer el tipo de producto que causó la intoxicación. De esta manera se asegura un tratamiento más rápido.



Los técnicos responsables de la aplicación de los agroquímicos **deben identificar previamente los responsables de los servicios médicos** que, en caso de accidente, van atender a las personas involucradas en esas actividades e informarlos sobre los productos que van a ser utilizados, de forma que se facilite la **identificación previa de las mejores rutinas para atender las emergencias por intoxicación.**

## **Contaminación ambiental por agroquímicos**

El productor debe estar consciente que los agroquímicos no sólo son tóxicos para la plaga que se quiere combatir, sino que son perjudiciales para quienes los aplican. Además que contaminan el suelo, el agua y puede afectar la salud de los consumidores de aquellos alimentos tratados con algún tóxico. Algunos por su residualidad pueden permanecer en el suelo por muchos años antes de ser degradados. Debido a que el viento puede transportar partículas del producto a otras áreas pueden ser contaminadas. Durante el lavado de los envases que contenían los productos, hay que evitar que los agroquímicos ingresen al agua.

## **Manejo seguro de maquinarias y equipos**

En las labores agrícolas se hace uso de un grupo de maquinarias y equipos que incluyen: tractores, cosechadoras y aspersadoras a motor entre otros. Su buen uso permite ampliar la superficie bajo cultivo y reducir el tiempo en las jornadas de trabajo.

Sin embargo, el mal uso durante la operación de estas maquinarias y equipos puede ocasionar riesgo de accidentes. La mayoría de estos accidentes ocurren por incumplimiento de las normas de seguridad, fallas mecánicas y humanas. Se considera que entre los riesgos mas importantes que se corren



durante las labores con maquinarias se encuentran: el vuelco o choque del tractor, la caída del operador desde diferentes niveles del tractor y atrapamiento del operador en los ejes de fuerza cuando se carece de protección.

## Medidas de seguridad

- Los operadores de máquinas y equipos agrícolas deben estar debidamente formados e instruidos en la conducción y manejo de la maquinaria agrícola.
- Todo tractor debe tener las indicaciones y pictogramas para un empleo seguro y deben ir acompañadas de un manual de operación, mantenimiento y seguridad de la maquinaria.
- La fatiga de los tractoristas es una de las principales causas de accidentes con los tractores. Se debe repartir el trabajo del día dejando tiempo para almorzar y descansar. No se debe operar ningún tipo de maquinaria si el operador se siente enfermo.
- El operador de la máquina debe usar la ropa ajustada a su talla, para evitar que sea agarrada por alguna parte móvil. Debe usar la ropa de protección, casco y lentes.
- Debe mantenerse alejado de cualquier parte en movimiento tales como ventiladores, correas, tomas de fuerza u otras partes en funcionamiento.
- Antes de iniciar las labores con la maquinaria se debe realizar un recorrido del terreno eliminar escombros, así como detectar las trincheras y huecos para evitar volcamiento del tractor. Se recomienda que trace el recorrido del aparato de acuerdo al implemento que le haya adicionado al tractor.
- La velocidad del tractor debe ajustarse de acuerdo a las condiciones del terreno, la carga y la labor que se realiza. El desplazamiento del tractor debe ser de manera lenta y segura. Al aumentar el doble de la velocidad, se aumenta cua-



tro veces la posibilidad de volcamiento. Se debe disminuir la velocidad antes de virar.

- Hacer chequeos periódicos para mantener el equipo en funcionamiento adecuado. Todo mantenimiento deberá ser hecho por un funcionario entrenado o capacitado con auxilio de un profesional especializado.
- Se debe asegurar que haya un buen acoplamiento en el punto de enganche entre el tractor y los implementos.
- Las cargas de arrastre no deben superar las cargas de tiro del tractor.
- En los tractores y equipos agrícolas no se deben trasladar pasajeros, ya que no cuentan con lugar seguro para su transporte.
- No se debe revisar motores en marcha, maquinaria cuando se encuentre en movimiento o equipos en pleno funcionamiento.
- Los radiadores calientes pueden producir quemaduras graves en la cara y manos. Se debe dejar enfriar el radiador antes de destaparlo.
- No cargar combustibles mientras el tractor está en marcha. **La gasolina salpicada en superficies calientes puede provocar incendios.**
- Conservar siempre en su lugar, el protector del arrastre.
- Detener siempre el tractor cuando vaya a bajar para enganchar un remolque o una herramienta.
- Mantener en buen estado los tractores e implementos agrícolas, no se debe operar una maquinaria con excesivo sucio acumulado tales como gasoil, aceite o basura y polvo adherido.
- Nunca saltar de la parte superior de la máquina, para ello se debe utilizar las escaleras y estribos del tractor.
- En caso de accidentes se debe contar con un equipo de primeros auxilios.



**Figura X-5.**

Tractor y rastra utilizados en el PASPM.

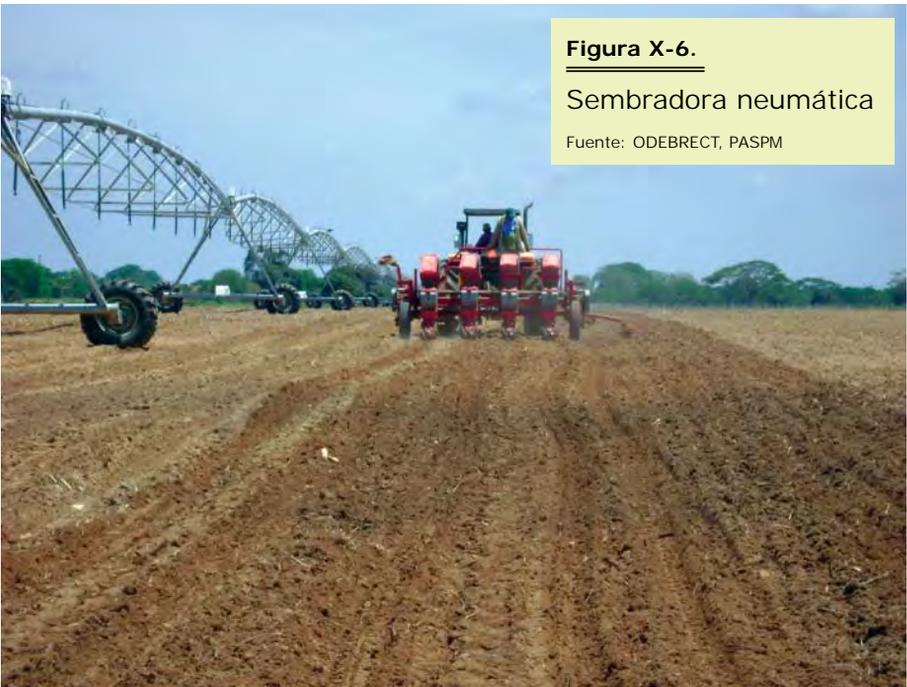
Fuente: ODEBRECHT, PASPM



**Figura X-6.**

Sembradora neumática

Fuente: ODEBRECHT, PASPM



# GLOSARIO

**Aflatoxinas:** son micotoxinas o metabolitos secundarios producidas por algunas especies del género *Aspergillus*, particularmente *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*.

**Alelopatía:** compuestos químicos producidos por algunas plantas, que inhiben en el crecimiento y la germinación de otras especies.

**Alfisoles:** son suelos minerales que presentan un endopendón argílico o kándico, con un porcentaje de saturación de bases de medio a bajo.

**Arvenses:** plantas que interfieren de una u otra forma con las actividades del hombre.

**Asimbiótico:** que no forma ninguna simbiosis.

**Cobertura o acolchado:** práctica agronómica que consiste en cubrir la superficie del suelo con materiales vivos o inertes.

**Cobertura viva:** práctica agronómica que consiste en cubrir la superficie del suelo con plantas vivas de hábito rastrero para prevenir la germinación de malezas y evitar la erosión.

**Cobertura muerta o inerte:** práctica agronómica que consiste en cubrir la superficie del suelo con material artificial como plástico o naturales (restos de plantas) para impedir la proliferación de malezas en los cultivos.

**Cultivos de cobertura:** son plantas que se siembran asociadas a otros cultivos, que sirven para el control de las malezas y el mejoramiento de la calidad del suelo.

**Concentrados emulsionables (CE):** el ingrediente activo tiene un componente aceitoso y no se soluble en agua, se requiere un solvente y para mezclarse con el agua y se forma un compuesto lechoso.

**Cormo:** tallo subterráneo corto y grueso, de posición vertical que acumula reservas.

**Decumbente:** inclinado o postrado en el suelo al principio y erguido después.

**Dosis media letal (DL50):** cantidad de producto puro o ingrediente activo (ia), expresada en miligramos por kilogramos de peso vivo, necesaria para causar la muerte del 50% de la población de cualquier organismo vivo, en un período determinado y en condiciones de laboratorio. Este valor varía con la especie, edad, sexo, estado de nutrición del organismo y el modo de aplicación de los productos químicos.

**Entisoles:** son suelos que no muestran ningún desarrollo definido de perfiles. Un Entisol no tiene "horizontes diagnósticos", y la mayoría son básicamente su material parental regolítico inalterado.

**Esclerocio:** masa de hifas firme, de forma redondeada que sirve como estructura de sobrevivencia de algunos hongos.

**Esencialidad:** hablando de un elemento químico específico, se refiere a la necesidad inminente que tiene una planta del mismo. El término fue establecido por Arnon and Stout en 1939 con las siguientes premisas: 1) La planta no puede completar su ciclo vital sin él; 2) No puede ser reemplazado por otro elemento; 3) El elemento debe estar directamente involucrado en el metabolismo de la planta.

**Endopedon:** horizontes Subsuperficiales de diagnóstico que se forman debajo de la superficie del suelo.

**Endopedon nátrico:** se trata de un tipo especial de horizonte de arcilla, donde la iluviación de arcilla se ve favorecida por la presencia abundante de sodio (al menos 15% del complejo de intercambio).

**Endopedon sálico:** horizonte con alto contenido en sales solubles (>2%). Ocurre en algunos sectores bajo riego.

**Fenotipo:** aspecto observable de un individuo (con respecto a uno o más caracteres) que refleja la interacción de su genotipo con un medio determinado.

**Filodia:** síntoma en plantas de maíz caracterizado por la transformación de las inflorescencias florales en hojas.

**Follaje:** conjunto de hojas de las plantas.

**Fumonisinas:** son micotoxinas o metabolitos secundarios producidas por *Fusarium verticilloides* (F. moniliforme).

**Gránulos (GR):** son gránulos preformados con el ingrediente activo y que se mezclan con el agua para formar una mezcla homogénea.

**Genotipo:** constitución genética de un organismo.

**Heliófito:** cualquier especie de planta que requiere de plena exposición a la luz solar para vivir y desarrollarse.

**Hidrófila:** son plantas que se desarrollan en lugares de excesiva humedad con hojas relativamente grandes para facilitar la evaporación.

**Hifas:** son elementos filamentosos cilíndricos característicos de la mayoría de los hongos.

**Inceptisoles:** son suelos muy poco meteorizados y desarrollados. Debe interpretárselos como suelos inmaduros que tienen débil expresión morfológica de los suelos maduros. Muestran horizontes alterados que han sufrido pérdida de bases, hierro y aluminio pero conservan considerables reservas de minerales meteorizables.

**Ingrediente activo (i.a):** químico a la que se atribuye una actividad de control de una plaga.

**Iluviación:** proceso de deposición de material de suelo removido de un horizonte a otro, generalmente de un horizonte superior a uno inferior en el perfil del suelo.

**Líneas endogámicas:** cruzamiento entre individuos que tienen uno o más antepasados en común. La obtención de líneas consanguíneas ó endogámicas en vegetales significa obligatoriamente la autofecundación de plantas hermafroditas

**Micotoxina:** metabolito secundario tóxicos producido por un hongo.

**Metabolito secundario:** compuestos químicos sintetizados por las plantas que cumplen funciones no esenciales en ellas,

estos intervienen en las interacciones ecológicas entre la planta y su ambiente.

**Necrosis:** muerte de células del hospedante, ocasionado por una toxina de un patógeno.

**Patógeno:** agente capaz de inducir una enfermedad.

**Pellets (P):** el ingrediente activo se encuentra en pequeñas porciones de material aglomerado o comprimido

**Pictograma:** diagrama que utiliza imágenes o símbolos para mostrar datos para una rápida comprensión.

**Planta suculenta:** es aquella en la que la raíz, el tallo o las hojas se han engrosado para permitir el almacenamiento de agua en cantidades mucho mayores que en las plantas normales.

**Polvos mojables (PM):** son partículas finamente divididas que llevan absorbido el (i.a.) generalmente insoluble en agua, y pueden mojarse formando una mezcla heterogénea.

**Polvos solubles (PS):** son partículas finamente divididas que llevan absorbido el (i.a.) generalmente solubles en agua y pueden mojarse formando una mezcla homogénea.

**Progenie:** sinónimo de descendencia.

**Prolífica:** que tiene facilidad de reproducirse abundante y rápidamente.

**Propágulos:** son una modalidad de reproducción asexual en vegetales, por la que se obtienen nuevas plantas.

**Protectante:** producto que cubre y protege plantas.

**Pubescente:** parte de la planta que está cubierto de pelos suaves y blanquecinos.

**Raíz pivotante:** raíz en la que la primaria está más desarrollada que las secundarias.

**Simbiosis:** hace referencia a la relación estrecha y persistente entre organismos de distintas especies.

**Soluciones acuosas (SA):** el ingrediente activo se encuentra en forma líquida y es soluble en agua.

**Suspensiones concentradas (SC):** el ingrediente activo es un sólido insoluble en agua y también insoluble en solventes orgánicos. Debe molerse finamente y mezclarse con líquidos emulsificantes y dispersantes, hasta formar una suspensión concentrada estable.

**Teocintle:** es una gramínea silvestre, para algunos una maleza, reconocida como el ancestro del maíz.

**Toxicidad:** grado de efectividad de una sustancia tóxica.

**Trichoderma:** hongo beneficioso presente en el suelo que es capaz de parasitar, controlar y destruir hongos, nemátodos fitopatógenos, que afectan a los cultivos

**Xantófilas:** a los compuestos químicos pertenecientes al grupo de los carotenoides que poseen uno o más átomos de oxígeno en su estructura.

## Bibliografía

- Alfaro, Y; Segovia, V; Mireles, M; Monasterios, P; Alejos, G; Pérez, M. 2004. El maíz amarillo para la molienda húmeda. Revista Digital CENIAP HOY N° 6, septiembre-diciembre. Maracay. Venezuela (en línea). Consultado 20 junio 2011 Disponible en [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/ceniaphoy/articulos/n6/arti/alfaro\\_y/arti/alfaro\\_y.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n6/arti/alfaro_y/arti/alfaro_y.htm).
- Allen, R; Pereira, L; Raes, D; Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Cuadernos de riego y drenaje N° 56. Estudio FAO. Roma, Italia. 298 p.
- American Society Of Civil Engineers (ASCE). 1978. Describing irrigation efficiency and uniformity. On- farm Irrigation Committee of the Irrigation and Drainage Division of the ASCE. Proceedings of the ASCE 104, IR1: 35-41.
- Arnoldus, HMJ. 1980. An approximation of the rainfall factor in the universal soil loss equation. In: De Boedt, M. and Gabriels, D. (eds.): Assessment of erosion. John Wiley & Sons, Chichester, England. p. 127-132.
- Ascencio, J. 2000. Características botánicas y fisiológicas de la planta: Fisiología de la planta de maíz. En: Fontana, H. y C. González. (Comps.). El maíz en Venezuela. (Ed.) Fundación Polar. Caracas, Venezuela. p. 33-49.
- Asturias, MA. 2004. Maíz, de alimento sagrado a negocio del hambre: Acción ecológica. Red por una América Latina Libre de Transgénicos (RALLT). Quito, Ecuador. 120 p.
- Ayers, RS. and DW. Westcot. 1985. Water quality for agriculture. Editorial FAO – Irrigation and drainage paper 29 (Rev. 1), Rome, Italy. 174 p.
- Bejarano, A. 2000. Características botánicas y fisiológicas de la planta: Características botánicas del maíz. En: El Maíz en Venezuela. Compilado por Fontana, H. y González C. Fundación Polar, Caracas, Venezuela. p: 27-31.
- Benacchio, S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivos con potencial de producción en el trópico americano. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Maracay, Venezuela. 203 p.

- Cabrera, P; Samuel R; García, P; Barboza, N; Morillo, F; Sánchez, C. 2000. Rendimiento de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) a diferentes arreglos espaciales de siembra en Venezuela. Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología. 18(1):142-161.
- Cabrera, S. 2002. Desarrollo de la planta de maíz, formación y tipos de grano: Etapas de crecimiento. En: IX Curso de sobre producción de maíz. ASOPORTUGUESA. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Portuguesa. Venezuela.
- COPLANARH (Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos). 1975. Estudio geomorfológico de la región del Lago de Maracaibo. Publicación N° 42. Caracas, Venezuela.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1982. Norma 612-82. Cereales-leguminosas y productos derivados, muestreos. Caracas, Venezuela. p. 5-6
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1987. Norma 1935-87. Normas COVENIN para uso industrial de maíz. Caracas, Venezuela. 15 p.
- Dastane, NG. 1978. Precipitación efectiva en la agricultura de regadío. Estudio FAO Riego y drenaje. N° 25. Roma, Italia. 67 p.
- Doorenbos, J y Kassam, AH. 1979. Requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje N° 24, FAO, Roma. 144 p.
- España, M; Bisbal, E; Rodríguez, B. 2000. Evaluación de la fijación de nitrógeno en soya en dos sistemas de labranza mediante la utilización de <sup>15</sup>N. En: Peña-Cabriales JJ (ed.) La fijación biológica de nitrógeno en América Latina: El aporte de las técnicas isotópicas. Editorial Imprensa- OIEA -ARCAL. Irapuato. México. p. 117-120.
- España, M; Rodríguez, B; Bisbal, E; Cecanti, B. 2002. Actividades enzimáticas y contribución de residuos de cosecha de maíz al nitrógeno del suelo en sistemas de labranza, en los Llanos Centrales, Venezuela. Terra. Latinoamericana. 20(1): 81-86
- Ewel, J; Madriz, A. 1968. Zonas de vida de Venezuela. En: Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Ministerio de Agricultura y Cría (MAC), Dirección de Investigación. Ediciones del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela. 265 p.
- Falcón, R. 1990. Estimación de rendimiento de maíz desde estado de "jojoto". VII Jornadas Técnicas de Investigación del Vicerrectorado de Producción Agrícola. UNELLEZ. Portuguesa, Venezuela.
- Fintrac IDEA. Guía de manejo seguro de pesticidas. Disponible en: [http://www.fintrac.com/docs/elsalvador/manual\\_pesticidas.pdf](http://www.fintrac.com/docs/elsalvador/manual_pesticidas.pdf)  
Consultado 8/07/2011

- Florentino, A. 1998. Guía para la evaluación de la degradación del suelo y de la sostenibilidad del uso de la tierra: Selección de indicadores físicos. Valores críticos. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 12 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, CL). 1984. Cosecha del maíz. En: Cosecha de granos trigo, maíz, frejol y soja. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile (en línea). Consultado 30 junio 2011 Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x5051s/x5051s03.htm#3.%20Cosecha%20de%20ma%C3%ADz>.
- Fusagri. 1984. Riego en las fincas. Serie Petróleo y Agricultura. No 4. 2da ed. Fusagri. Maracay, Venezuela. 137 p.
- García, P. 2003. Características más resaltantes de los híbridos y variedades de maíz cultivadas en Venezuela. Capítulo V, manejo de cultivares. En: Cabrera, S. (ed.). X Curso sobre producción de maíz. INIA, ASOPORTUGUESA. p. 73-80
- González, CN. 2000. Estimación de cosechas en maíz. En: VII Curso sobre producción de maíz. Araure, Portuguesa, Venezuela. p. 251-255
- Guía Rural Venezolana. 1987. Manejo y cuidado con la maquinaria y herramientas. Editorial Graficlub. Caracas. Venezuela. 304 p.
- Heermann, DF; Hein, PR. 1968. Performance characteristics of the self-propelled center pivot sprinkler irrigation system. Trans. ASAE. 11(1):11-15.
- Jensen, ME; Lawrence, RS; Phelan, JT. 1967. Improving irrigation efficiencies. In: Hagan, R. M., H. R Haise and T. W Edminster. Irrigation of agricultural lands. American Society of Agronomy, Madison, WI (USA) p.1180
- Jones, JB. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. CRC Press. Boca Raton, FL. USA. p.27-160.
- Labrada, R; Caseley, JC; Parker, C. 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio FAO producción y protección vegetal 120. Roma, Italia. p. 579-589.
- Larreal, M; Noguera, N; Peters, W; Jiménez, L; Chirinos, I; Peña, G; Moreno, J. 2007. Estudio de suelos del área agrícola del Proyecto de Desarrollo Integral El Diluvio-Palmar. Odebrecht, Rentagro, Campo Consultoría. Maracaibo, Venezuela.
- López, M; Martínez-Viera, R; Brossard, M; Bolívar, A.; Alfonso, N; Alba, A; Pereira, H. 2008. Efecto de biofertilizantes bacterianos sobre el crecimiento de un cultivar de maíz en dos suelos contrastantes venezolanos. Agronomía Trop. 58(4):391-401.

- López de Rojas, I; Silva de Zacarías, M. 2002. Sistema experto para recomendaciones de cal en los suelos de Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Maracay, Ven. 47 p. (Serie D, N° 3).
- MARNR (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables). 1979. Atlas de Venezuela. (2 ed). Caracas. 331 p.
- MARNR (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables). 1993. Estudio de suelos altiplanicie de Maracaibo, sector El Laberinto, subsector San Antonio, Tres Golpes, El Recreo, estado Zulia. Venezuela.
- Moreno, B. 2000. Evaluación de malezas sometidas a varias prácticas de manejo. En: I Jornada "Manejo sostenible del sistema de producción del maíz en los Llanos Centrales". INIA-ARCAL-CONICIT. Valle de la Pascua. Venezuela. 20 p.
- MPPAT (Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras). 2009. ¿Qué son los biofertilizantes y cómo nos pueden beneficiar?. Material de apoyo para productores y productoras. Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI). Venezuela.
- Odebrecht, 2010. Estudio de los suelos de áreas de implantación del Proyecto Agrario Socialista Planicie de Maracaibo (PASPM). Mimeo. 48p.
- Planchart, NA. 2008. El tractor agrícola. Maquinagro (Eds.). Serie Agromáquinas. Santa Cruz de Aragua. Venezuela. 260 p.
- Planchart, NA. 2008. Implementos Agrícolas. Maquinagro (Eds.). Serie Agroimplementos. Santa Cruz de Aragua, Venezuela. 256 p.
- Piñango, L.; Arnal, E; Rodríguez, B. 2001. Fluctuación poblacional de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo del maíz bajo tres sistemas de labranza. Entomotropica. 16(3): 173-179.
- Pla, SI. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Alcance. Revista de la Facultad de Agronomía. UCV. Maracay. Venezuela. N° 32: 5-91 p.
- PDVSA (Petróleos de Venezuela S. A.); INTEVEP (Instituto de Tecnología Venezolana para el Petróleo). 2009. Código estratigráfico de las cuencas petroleras de Venezuela. Editado por el Comité Interfilial de Estratigrafía y Nomenclatura (CIEN) (en línea). Consultado 9 junio 2011. Disponible en: <http://www.pdvsa.com/lexico/lexicoh.htm>.

- Nauris, P; Ramos, F; Muñoz, P. 2002. Sustentabilidad del sistema de producción de maíz a través del uso adecuado de las prácticas de labranza, manejo de residuos de cosecha y rotación de cultivos en la región del Guárico Nororiental. Informe final de la subvención del FONACIT. Caracas. Venezuela. 140 p.
- Rodríguez, B. 2000. Valor agregado de la soya en un plan de rotación con cereales. Jornada Agronómica "La Soya, un cultivo sustentable en el trópico". Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, MF; Rey, JC; Núñez, M; Cortéz, A; Salazar, R; Romero, B.2003. Conozca el sistema de información de las áreas agroecológicas de Venezuela. Revista digital CENIAP HOY. N° 3. Maracay, Venezuela.
- Segovia, V; Alfaro Y. 2009. El maíz: un rubro estratégico para la soberanía agroalimentaria de los venezolanos. Agron. Trop. 59(3):237-247.
- Sifontes, M. 2010. Calidad del maíz blanco (*Zea mays* L.) en postcosecha y almacenamiento 2009-2010 en silos de Guacara, estado Carabobo. Tesis de Grado. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora". Portuguesa, Venezuela.
- Tarjuelo, JM. 1992. El riego por aspersión: Diseño y funcionamiento. Colección Ciencia y Técnica. Ed. Universidad de Castilla, La Mancha. España 403 p.
- Tarjuelo, JM; Martin, B. 2004. El riego por aspersión y su tecnología. Ediciones Mundi-Prensa. 3<sup>era</sup> Edición. Madrid. España 577 p.
- USDA (United States Department of Agriculture).1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Departamento de Agricultura. Servicio de Investigación Agrícola, Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Instituto de Calidad de Suelos. 82 p.
- Vega, U. 1991. Problemario de mejoramiento genético de plantas. Universidad Central de Venezuela-CDCH. 215 p.
- Villafañe, R. 1998. Diseño Agronómico del riego. Editorial Fundación Polar. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Ven. 147 p.

**A  
N  
E  
X  
O**

**1**

**Laboratorios de producción  
de biofertilizantes  
y biocontroladores  
del INSAI**



## Laboratorios de Producción de Biocontroladores

N°	Estado	Municipio	Parroquia	Centro Poblado	Dirección Local	Líneas De Producción
1	Anzoátegui	Francisco del Carmen Carvajal	Valle Guanape	Valle Guanape	Sector Las Chaguaramas Nude Valle Grande	Beauveria B., Trichoderma Sp., Lecanicillium I. Telenomus R., Chrysosperla E.
2	Apure	Biruaca	Biruaca	Las Araguatas	Sector Las Araguatas, Carretera Biruaca-achaguas, Antiguo Centro de Cría Las Araguatas	Beauveria B., Trichoderma Sp., Bacillus T. Trichogramma Sp., Telenomus R.
3	Barinas	Barinas	Barinas	Barinas	Sector Alto Caroni	Beauveria B., Bacillus T. Trichogramma Sp., Chrysosperla E.
4	Cojedes	Ricaurte	Libertad de Cojedes	Lagunitas	Carretera Vía Lagunitas, al lado de la planta despuladora de Tomate CVA	Bacillus T., Trichoderma Sp., Lecanicillium I., Metarhizium A. Trichogramma Sp., Telenomus R.
5	Falcón	Miranda	Guzmán Guillermo	Zambrano	Centro de Recría del MAT, sector Zambrano, carretera Coro-Churuguara.	Beauveria B., Metarhizium A. Trichogramma Sp., Chrysopa Sp.
6	Guárico	Infante	Valle De La Pascua	12 de Octubre	Carretera Nacional Valle de La Pascua-el Socorro, sector 12 de Octubre, calle Los Llanos	Beauveria B., Bacillus T., Lecanicillium I. Trichogramma Sp., Telenomus R.
7	Lara	Palavecino	Cabudare	Choro Bobo	Km. 6 Vía Carretera Vieja Yaritagua, sector Choro Bobo	Beauveria B., Metarhizium A. Trichogramma Sp., Chrysosperla E.
8	Lara	Jimenez	Cabo José Bernardo Dorante	Las Tapas	Caserío San Jose de Quibor sector Las Tapas, carretera antigua via El Tocuyo, Centro de Recría de Caprinos	Beauveria B., Metarhizium A. Trichogramma Sp., Chrysosperla E.
9	Mérida	Rangel	Mucuruba	Mucuruba	Av. Principal, diagonal Ambulatorio #1 calle Paez	Trichoderma Sp., Metarhizium A.

...continuación

## Laboratorios de Producción de Biocontroladores

Nº	Estado	Municipio	Parroquia	Centro Poblado	Dirección Local	Líneas De Producción
10	Portuguesa	Guanare	San Juan de Guanaguánare	Los Tubos	Carretera Nacional, vía Morita, sector Los Tubos	Beauveria B., Metarhizium A. Trichogramma Sp., Telenomus R., Chrysoperla E.
11	Sucre	Ribero	Cariaco	Cariaco	Sistema de Riego Cariaco, vía Cariaco-cumana	Beauveria B., Bacillus T. Trichogramma Sp., Chrysoperla E., Nematodos.
12	Táchira	Jauregui	Emilio Constantino Guerrero	Pueblo Encima	Estacion Experimental de INIA, sector Pueblo Encima	Bacillus T., Trichoderma Sp. Trichogramma Sp., Telenomus R.
13	Trujillo	Pampanito	Pampanito	Sector Las Vegas	Sector El Vegon, detrás del INIA	Beauveria B., Metarhizium A., Trichoderma Sp. Trichogramma Sp., Telenomus R.
14	Yaracuy	Urachiche	Urachiche	Aguarua	Fundo Aracal, vía El Picure	Beauveria B., Bacillus T. Trichogramma Sp.
15	Yaracuy	Bolívar	Aroa	Sector Complejo Ferial Aroa	Sector Complejo Ferial Aroa	Beauveria B., Bacillus T. Trichogramma Sp., Chrysoperla E.
16	Nueva Esparta	Arismendi	Arismendi	La Asunción	Calle Cazorla, sector Salamanca, La Asunción	Cryptolaemus M., Anagyrus Sp.
17	Monagas	Maturín	San Simón	Maturín	Bajo Guarapiche, sector Muralla 1	Telenomus R.

## Laboratorios de Producción de Biofertilizantes

N°	Estado	Municipio	Parroquia	Centro Poblado	Dirección Local	Lineas De Producción
1	Guárico	Francisco de Miranda	Calabozo	Calabozo	Urb. Centro Administrativo 1era Avenida, detrás de la sede del MAT	Rhizobium, Azotobacter, Solubilizadores De Fósforo
2	Táchira	Jauregui	Emilio Constantino Guerrero	Pueblo Encima	Estacion Experimental de INIA, sector Pueblo Encima	Rhizobium, Azotobacter, Solubilizadores
3	Mérida	Libertador	El Llano	Mérida	Av. Urdaneta, detrás de la sede del MAT	Rhizobium, Azotobacter, Solubilizadores
4	Trujillo	Pampanito	Pampanito	Pampanito	Sector El Vegón, detrás de la sede del INIA	Rhizobium, Azotobacter, Solubilizadores
5	Portuguesa	Guanare	San Juan de Guanaguare	Los Tubos	Carretera Nacional, vía Morita, sector Los Tubos	Rhizobium, Azotobacter, Solubilizadores De Fósforo
6	Portuguesa	Turen	Canelones	La Misión	Vía La Misión, detrás de la sede de La Aldea Universitaria de la UBV	Rhizobium, Azotobacter, Solubilizadores De Fósforo
7	Barinas	Barinas	Corazón de Jesús	Punta Gorda	Detrás de la sede del INIA, vía Torunos	Rhizobium, Azotobacter, Solubilizadores
8	Barinas	Alberto Arvelo Torrealba	Rodríguez Domínguez	Ctps Florentino	Vía Sabaneta, Centro Técnico Productivo Socialista Florentino	Rhizobium, Azotobacter, Solubilizadores
9	Cojedes	Romulo Gallegos	Romulo Gallegos	Las Vegas	Zona Industrial Las Vegas, sector Puerta Negra	Rhizobium, Azotobacter, Solubilizadores De Fósforo
10	Cojedes	Ricaurte	Libertad de Cojedes	Lagunitas	Carretera vía Lagunitas, al lado de la Planta Desulpadora CVA	Rhizobium, Azotobacter, Solubilizadores De Fósforo
11	Lara	Jimenez	Cabo José Bernardo Dorante	Las Tapas	Caserío San Jose de Quibor sector Las Tapas, Carretera antigua vía El Tocuyo, Centro de Recría de Caprinos	Rhizobium, Azotobacter, Solubilizadores De Fósforo

**A  
N  
E  
X  
O**

**2**

**Fichas técnicas de maíz  
disponibles para  
producción comercial**





Característica del cultivar	
Tipo de cultivar	Variedad
Color del grano	Amarillo
Dureza del grano	Duro
Altura de la planta	232 cm
Altura de la mazorca	126 cm
Porcentaje de acame	8 %
Diámetro de la mazorca	46
Número de hileras	14
Granos por hilera	37
Número de mazorcas por planta	1
Diámetro de la tusa	31 mm
Inflorescencia masculina	57
Inflorescencia femenina	60
Días de cosecha	120
Rendimiento	4.500 Kg./ha.
Densidad de siembra	55.000 a 60.000 plantas/ha.
Tolerancia	Roya, tizón de la hoja, achaparramiento
Resistencia	Punta loca



Característica del cultivar	
Tipo de cultivar	Variiedad
Color del grano	Blanco
Dureza del grano	Semiduro
Altura de la planta	226 cm
Forma de la mazorca	Cónica
Altura de la mazorca	117 cm
Porcentaje de acame	10%
Número de mazorcas por planta	1
Largo de la mazorca	16 cm
Diámetro de la mazorca	45 mm
Número de hileras	14
Número de Granos por hilera	38
Diámetro de la tusa	29 mm.
Inflorescencia masculina	55
Inflorescencia femenina	56
Días a la cosecha	125
Densidad de siembra	55.000 a 60.000 plantas/ Ha
Rendimiento	6.040 Kg./ha.
Tolerancia	Punta loca, Roya, Tizón de la hoja, achaparramiento.

Característica del cultivar	
Tipo de cultivar	Variedad
Color del grano	Blanco
Dureza del grano	Semiduro
Altura de la planta	227 cm.
Forma de la mazorca	Cónica
Altura de la mazorca	114 cm.
Porcentaje de acame	11 %
Número de mazorcas por planta	1
Largo de la mazorca	15,8 cm.
Diámetro de la mazorca	45 mm.
Número de hileras	14
Número de Granos por hilera	38
Diámetro de la tusa	30 mm.
Inflorescencia masculina	56
Inflorescencia femenina	57
Días a la cosecha	120
Densidad de siembra	55.000 a 60.000 plantas/ Ha
Rendimiento	6.100 Kg./ha.
Tolerancia	Punta loca, Roya, Tizón de la hoja, achaparramiento.





## **VARIEDAD DE MAÍZ INIA V-1**

<b>Característica del cultivar</b>	
Tipo de cultivar	Variedad
Color del grano	Blanco
Dureza del grano	Semidentado
Altura de la planta	238 cm.
Forma de la mazorca	Cónica
Altura de la mazorca	130 cm.
Porcentaje de acame	10%
Número de mazorcas por planta	1
Largo de la mazorca	16,3 cm.
Diámetro de la mazorca	47 mm.
Número de hileras	14
Número de Granos por hilera	39
Diámetro de la tusa	32 mm.
Inflorescencia masculina	56
Inflorescencia femenina	57
Días a la cosecha	125
Densidad de siembra	55.000 a 60.000 plantas/ Ha
Rendimiento	6.826 Kg./ha.
Tolerancia	Punta loca, Roya, Tizón de la hoja, achaparramiento.



## **VARIEDAD DE MAÍZ TURÉN 2000**

<b>Característica de la Variedad</b>	
Tipo de cultivar	Variedad
Color del grano	Blanco
Dureza del grano	Semiduro
Altura de la planta	228 cm
Altura de la mazorca	124 cm
Forma de la mazorca	Cilíndrica
Porcentaje de acame	0 %
Número de mazorc./ planta	1
Longitud mazorca	20.5 cm
Diámetro de la mazorca	5.0 cm
Número de hileras	14.6 cm
Número de Granos por hilera	36
Diámetro de la tusa	2.9 cm
Inflorescencia masculina	55-57 días
Inflorescencia femenina	57-59 días
Días a la cosecha	130 días
Densidad de siembra	60 000 a 70 000 plantas/ ha
Rendimiento	6 280 kg/ha
Tolerancia	Punta loca, Roya, achaparramiento



<b>Característica de la Variedad</b>	
Tipo de cultivar	Variedad
Color del grano	Amarillo
Dureza del grano	Semiduro
Altura de la planta	240 cm
Altura de la mazorca	120 cm
Forma de la mazorca	Cilíndrica
Porcentaje de acame	5 %
Número de mazorc./ planta	1
Longitud mazorca	18-22 cm
Diámetro de la mazorca	4.8-5.0 cm
Número de hileras	14 cm
Número de Granos por hilera	38-40
Diámetro de la tusa	2.6-3.0 cm
Inflorescencia masculina	55-56 días
Inflorescencia femenina	57-59 días
Días a la cosecha	125-130 días
Densidad de siembra	60 000 a 70 000 plantas/ ha
Rendimiento	6 350 kg/ha
Tolerancia	Punta loca, Roya, achaparramiento



## **Hibrido triple de maíz INIA QPM-28**

<b>Característica del cultivar</b>	
<b>Tipo de cultivar</b>	Hibrido Triple
<b>Dureza del grano</b>	Semiduro
<b>Color del grano</b>	Blanco
<b>Altura de la planta</b>	225 cm.
<b>Altura de la mazorca</b>	112 cm.
<b>Porcentaje de acame</b>	8 %
<b>Número de mazorcas por planta</b>	1
<b>Días a la cosecha</b>	125
<b>Largo de la mazorca</b>	15 a 17 cm
<b>Diámetro de la mazorca</b>	46 mm
<b>Número de hileras</b>	14
<b>Granos por hilera</b>	38
<b>Diámetro de la tusa</b>	31 mm
<b>Inflorescencia masculina</b>	52
<b>Inflorescencia femenina</b>	54
<b>Tolerancia</b>	Punta loca, Roya, Tizón de la hoja, achaparramiento.
<b>Densidad de siembra</b>	62.500 a 75.000 plantas/ha.
<b>Rendimiento</b>	6.757 Kg./ha.

Característica del cultivar	
Tipo de cultivar	Híbrido Simple
Dureza del grano	Semidentado
Color del grano	Amarillo
Altura de la planta	246 cm.
Altura de la mazorca	132 cm.
Porcentaje de acame	8 %
Número de mazorcas por planta	1
Días a la cosecha	120
Largo de la mazorca	16 cm
Diámetro de la mazorca	48 mm
Número de hileras	14
Granos por hilera	34
Diámetro de la tusa	27 mm
Inflorescencia masculina	55
Inflorescencia femenina	55
Tolerancia	Falsa punta loca, Roya, Tizón de la hoja, achaparramiento.
Densidad de siembra	62.500 a 75.000 plantas/ha
Rendimiento	5.970 Kg/ha





Característica del cultivar	
Tipo de cultivar	Híbrido Simple
Dureza del grano	Semiduro
Color del grano	Amarillo
Número de mazorcas por planta	1
Altura de la mazorca	120 cm
Número de hojas	13
Diámetro del tallo	23 mm
Porcentaje de a carne	6%
Color de la panoja	Rosado o blanco
Forma de la mazorca	Cónica
Largo de la mazorca	17 cm
Diámetro de la mazorca	50 mm
Número de hileras	16
Granos por hilera	37
Días a cosecha	120
Diámetro de la tusa	30 mm
Inflorescencia masculina	53 días
Inflorescencia femenina	57 días
Tolerancia	Punta loca, Roya, Tizón de la hoja, achaparramiento.
Densidad de siembra	62.000 a 75.000 plantas/Ha

**A  
N  
E  
X  
O**

**3**

**Modelos de planillas  
de registros e índices  
técnicos de maíz**





# Ejemplo de llenado de Planilla para la Organización de los Registros

Codigo de planilla: 2011-001		Cultivo: Maíz														
Estado: Zulia		Municipio:					Tipo de siembra: Maíz para consumo									
Registro de los lotes de producción																
Lote	Mapa	Latitud	Longitud	Altura (msnm)	Coordenadas UTM	Superficie total (ha)	Superficie sembrada (ha)	Cultivar	Cantidad total sembrada (kg)	Datos de certificación (lotaje)	Cantidad remanente (kg)	Fecha de siembra	Fecha de cosecha	OBSERVACIONES		
1	SI					50	30	V. INIA SQ-2	1.000	IP-08-84	400	15/03/2011	20/07/2011			
1						20	20	V. INIA SQ-2	400	IP-08-84	0	16/03/2011	25/07/2011			
2						90	90	H. INIA 21	1.900	IP-08-86	80	25/03/2011	01/09/2011			
Fertilización y enmienda																
Lote	Tipo	Fórmula	Dosis (kg/ha)	Fecha de aplicación	Equipo utilizado	Reabono	Dosis (kg/ha)	Fecha de reabono	Nombre del técnico asesor	Análisis de agua de riego	Fecha de muestreo	Frecuencia de riego	Lámina de riego	OBSERVACIONES		
1	Inorgánico	15-15-15	400	15/03/2011	Sembradora abonadora	Urea	100	12/04/2011	Pedro Pérez	Si	02/02/2011	Semanal				
1																
2																
Control fitosanitario																
Lote	Producto	Nombre del producto	Nombre Técnico	Dosis	Fecha de aplicación	Hora de aplicación	Equipo utilizado	Fecha de calibración	Plaga a controlar	Tipo de control	Eficiencia de la aplicación	Aplicación adicional	Efecto fitofitoxico	Nº de aplicaciones totales	OBSERVACIONES	
1	Herbicida	Prowl	Pendimetalina	3 l/ha	15/03/2011	06:30 a.m.	Aspersidora de 400 l	14/03/2011	Pasto Johnson	Pie-emergente	90%	No	No			
1																
1	Insecticida	Dipel 8L	Dipel		30/03/2011	07:00 a.m.	Aspersores equipo de riego	30/03/2011	gusano cogollero	Biológico por ingestión	40%	Si	No			
1																
	Otros															
	Fungicida															
Registros de cosecha																
Lote	Densidad de plantas a cosechar (planta)	Grano total cosechado PB (t)	Porcentaje de humedad del grano	Area cosechada por día (ha)	Area total cosechada (ha)	Rendimiento de grano (kg/ha)	Toneladas de grano armadas por día	Toneladas de grano total armado	Descuento del grano armado (%)	Descuento del grano total armado (%)	Toneladas netas de grano armadas	Costo total variable (CT) en Bs./ha	Costo total variable (CT) en Bs./ha	Ingreso bruto total en Bs. (IT)	Ingreso neto en Bs. (IN)	OBSERVACIONES
1	50.000	225	17	50	50	4.500	225	10	202	5.100	233.000	337.500	82.500			



Fig. 1. Muestra de suelo.

Fig. 2. Muestra de maíz.

Fig. 3. Muestra de maíz en alta calidad (6 granos).



Gobierno Bolivariano de Venezuela

Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras

