



# Gestión de Operaciones en empresas Agropecuarias

Universidad de Concepción  
Facultad de Agronomía

Tópico III

Raúl Cerda G.  
Alejandro Chandía V.  
Manuel Faúndez S.



# Contenidos

<b>1. CONTENIDO TEÓRICO</b>	<b>150</b>
1.1 VISIÓN GENERAL DE LA GESTIÓN DE OPERACIONES AGROPECUARIAS	150
1.1.1 Características de la Empresa Agropecuaria	150
1.1.2 Objetivos de la Gestión de Operaciones	151
Toma de decisión y modelos	154
1.2 ANÁLISIS DE SISTEMAS Y PROCESOS	155
1.2.1 Representación de los Procesos	157
Diagrama de bloque	158
Diagrama de flujo del Instituto Nacional Estadounidense de Estandarización (ANSI)	159
Diagrama de flujo funcional	160
Diagrama geográfico	160
Diagrama causa-efecto	160
Análisis por estratificación	161
Diagrama de Pareto	161
Diagrama de tendencia	161
1.2.2 Características de los Procesos	162
1.2.3 Calificación de los Procesos	162
1.2.4. Medición de Trabajos	164
1.3 PLANIFICACIÓN DE OPERACIONES	165
1.3.1 Introducción	165
1.3.2 Métodos de Producción	166
1.3.3 Elementos de Costos para Administración de las Operaciones	166
1.3.4 Localización y Disposición de los Sistemas Productivos	167
Macrolocalización	167
Microlocalización	168
Disposición de los sistemas productivos	168
Distribución de equipos y maquinarias	169
Distribución por línea de productos: balanceo de líneas	170
Método de centro de gravedad	173
1.3.5 Técnicas de Mejoramiento de Productividad	173
Diseño óptimo de las instalaciones físicas y de campo	173
Diseño de trabajo	174
Análisis y diseño de procesos	174
Reingeniería	174
Gestión de calidad total	175
Benchmarking	176
Supply Chain Management (gestión de cadenas de suministro o aprovisionamiento)	177
Customer Relationship Management (gestión de relaciones con el cliente)	178
1.3.6 Herramientas para Mejorar la Productividad	179
La investigación de operaciones	179
Los modelos matemáticos	179
Optimización matemática y aplicaciones en gestión de operaciones agrícolas	180
Programación Lineal	180
Programación Multiobjetivo	183
Administración de Proyectos: CPM y PERT	183
Pronósticos	184
1.3.7 Eficiencia y Calidad	186
Eficiencia	186
Calidad	187

1.3.8	Manejo de Inventarios	189
	Definición de inventario	189
	Costos asociados al manejo de inventarios	190
	Sistemas de inventario	191
	Modelo de Cantidad Fija o Cantidad Económica de Pedido (EOQ)	191
	Técnica selectiva de control de existencias	193
	Previsión de demanda	194
	Plazo de entrega	194
1.5	CONTROL DE GESTIÓN	195
	Informes de gestión	196
	Presupuestos	196
	Costos y contabilidad de las empresas	197
	Sistema de Control de Costos	198
<b>2.</b>	<b>ESTUDIOS DE CASOS</b>	<b>199</b>
2.1	CASO I: COMERCIAL CRUZ LEÓN Y CÍA. LTDA.	199
2.1.1	Descripción General de la Empresa	199
2.1.2	Definición del Problema	200
2.1.3	Principales Procesos de la Organización	201
2.1.4	Preguntas y Temas de Discusión	201
2.1.5	Marco de Análisis	202
2.2	CASO II: SOCIEDAD AGRÍCOLA LAS VEGAS DE DIGUILLÍN	202
2.2.1	Antecedentes del Caso	202
2.2.2	Preguntas y Temas de Discusión	203
2.2.3	Marco de Análisis	204
2.3	CASO III: LECHERÍA PAILLACO	204
2.3.1	Descripción General de la Empresa	204
2.3.2	Preguntas y Temas de Discusión	205
2.3.3	Marco de Análisis	205
<b>3.</b>	<b>GLOSARIO Y BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>207</b>
3.1	GLOSARIO	207
3.2	BIBLIOGRAFÍA	208

# Gestión de Operaciones

## 1. Contenido

---

### Teórico

#### 1.1 VISIÓN GENERAL DE LA GESTIÓN DE OPERACIONES AGROPECUARIAS

Dado que el presente documento aborda las operaciones de una empresa agropecuaria, conviene caracterizar este tipo de empresa, ya que ello entrega el contexto en que se analizará la gestión de operaciones.

##### 1.1.1 Características de la Empresa Agropecuaria

La empresa agropecuaria posee una serie de características particulares, que es necesario tener presente al momento de incidir sobre su gestión de operaciones.

##### **Proceso productivo con seres vivos**

El proceso productivo en una empresa agropecuaria está basado en el uso de seres vivos, los que poseen leyes de comportamiento asociadas a su naturaleza y por ende determinan sus respuestas. Los estímulos sobre estos seres vivos son múltiples y por tanto los factores que inciden en la producción agropecuaria son diversos y difíciles de predecir.

##### **Alta incidencia del medio ambiente**

Como se señaló, la producción agropecuaria es muy dependiente de factores especialmente ambientales y por tanto esta producción implica tratar de manejar o pronosticar el comportamiento de factores que por su naturaleza son difíciles de modificar o ajustar a las necesidades productivas.

##### **Alta dependencia de recursos naturales**

Además del clima, la producción agropecuaria se basa en el uso del suelo y agua, recursos que poseen una alta variabilidad en su disponibilidad, tanto espacial como temporal, lo que hace aún más compleja su optimización.

##### **Función de producción**

La función de producción corresponde a una representación matemática de la relación física que existe entre los diferentes factores de producción y el o los productos obtenidos en este proceso.

Por tratarse de recursos finitos desde el punto de vista productivo, posee un potencial productivo máximo (umbral de saturación) y por tanto rendimientos decrecientes a partir de su máxima producción marginal. Este aspecto impone la existencia de un punto óptimo desde un punto de vista técnico y otro desde un punto de vista económico, los que no necesariamente coinciden.

##### **Desarrollo de nuevas técnicas de producción**

Dada la alta dependencia de factores exógenos al sistema productivo, se han desarrollado tecnologías ten-

La gestión de operaciones consiste en un conjunto muy amplio de conceptos y herramientas que permiten modelar y optimizar los procesos y los sistemas productivos.

dientes a aminorar este efecto. Ejemplo de ello ha sido el desarrollo de especies vegetales resistentes a plagas y enfermedades mediante la ingeniería genética o el desarrollo de ciertas características productivas a través de la biotecnología. También en el ámbito de ajustar la calidad y cantidad de los recursos naturales, a la producción agropecuaria se han desarrollado instrumentos basados en tecnología satelital, tales como el Sistema de Información Geográfica (SIG), que han permitido el desarrollo de una “agricultura de precisión”.

Todas estas características determinan que la optimización de los procesos productivos de la empresa agropecuaria sea de alta complejidad, superando lo experimentado en la industria manufacturera, en donde casi la totalidad de los factores productivos son controlables y por ende la definición de modelos que optimicen su producción son factibles de desarrollar con una alta exactitud.

En la empresa agropecuaria, los factores productivos le entregan una alta cuota de aleatoriedad a los productos del sistema productivo, lo que implica que los modelos desarrollados que permitirían optimizar su producción, no siempre definen con precisión su comportamiento. Esta situación se ha complicado aún más con la alta influencia del entorno socioeconómico y comercial sobre el sistema productivo agropecuario y con los cambios que este entorno manifiesta, fruto del dinamismo que están experimentando las economías en el mundo.

### 1.1.2 Objetivos de la Gestión de Operaciones

La gestión de operaciones, también llamada «administración de la producción», se ha desarrollado desde comienzos del siglo XX para ayudar a los produc-

tores a mejorar sus procesos y actividades productivas. Si bien esta disciplina ha sido aplicada a casi todos los ámbitos de la economía, es en la ingeniería industrial donde más ha avanzado. En síntesis, esta disciplina consiste en un conjunto muy amplio de conceptos y herramientas que permiten modelar y optimizar los procesos y los sistemas productivos, incluyendo también los aspectos biológicos y humanos.

Debido a la complejidad del sistema productivo como un todo, para poder aplicar estos métodos de mejoramiento es necesario ir subdividiendo la empresa en sus distintos componentes, de manera de entender y modificar sus distintas partes. En general, en las empresas agrícolas se pueden distinguir dos partes: Primero, un subsistema llamado «tecnológico», que incluye todos los elementos tangibles necesarios para la producción (maquinaria, equipos, tierra, cultivos, animales, etc.). En segundo lugar, se encuentra un subsistema que se puede llamar «social», que involucra a los trabajadores y a la administración de la empresa. La gestión de operaciones busca compatibilizar y optimizar el funcionamiento de ambos subsistemas en forma simultánea

Otra manera de abordar el mejoramiento de la productividad es centrarse en buscar todas las «pérdidas» existentes en el sistema productivo. En un sentido amplio, en todo sistema o proceso productivo siempre existen pérdidas de tiempo, de materiales, de equipos, de dinero, etc. Pérdidas en este contexto, son todas aquellas cosas o esfuerzos que se utilizan pero que no son absolutamente necesarios para lograr las tareas productivas. Es habitual que en cualquier sistema productivo ocurran pérdidas de insumos o materiales, pérdidas de tiempo de trabajadores y administradores, existencia de equipos y maquinarias que no se utilizan, trabajo que no se justificaba hacer o que, por haber sido mal hecho, después es necesario corregir.

Como se señaló anteriormente, **la gestión de operaciones es la administración de los recursos directos necesarios para la producción de bienes y servicios**. En este sentido Chase (1994) considera cinco recursos directos de producción, los que se denominan las “*cinco P de la dirección de operaciones: personas, plantas, partes, procesos y sistemas de planificación y control*”.

Llevado al ámbito agropecuario, las personas son los recursos humanos con que cuenta la empresa agropecuaria. La planta son los activos fijos que posee la empresa, entre los que están el suelo, agua, galpones, cercos, maquinarias y equipos y toda la infraestructura necesaria para la producción agropecuaria. Las partes se refieren a los insumos que ingresan al sistema productivo, tales como fertilizantes, semillas, forrajes, concentrados, etc. Los proce-

Los se refieren a las actividades necesarias para la transformación de los insumos en bienes y/o servicios agropecuarios, y finalmente los sistemas de planificación y control definen los procedimientos y la información que utilizará la empresa para manejar el sistema productivo.

Para administrar los recursos directos, la gestión de operaciones ejecuta una síntesis de herramientas, conceptos y técnicas que se relacionan directamente con los sistemas productivos y mejoran su dirección. Así no debe confundirse la gestión de operaciones con investigación de operaciones, ya que la gestión de operaciones es un área de la gestión de empresas, mientras que la investigación de operaciones es una rama de las matemáticas aplicadas. En este sentido la gestión de operaciones posee una función administrativa única como es la administración de la producción y por ende de las operaciones para cumplir con las metas de producción que se imponga la empresa, insertas en su estrategia corporativa. En otros términos la estrategia de operaciones está supeditada a la estrategia corporativa y en muchas empresas las operaciones son una función interna, aislada del ambiente exterior por otras funciones de la organización, principalmente marketing.

Es entonces objetivo de la gestión de operaciones hacer un uso óptimo de los factores productivos, definidos anteriormente como las *cinco P*. Pero, **¿qué criterios definen el uso óptimo de los recursos productivos en una empresa agropecuaria?**

Hasta la década de los ochenta se podía señalar que el criterio que definía la optimización de un sistema productivo agropecuario era disminuir al mínimo el tiempo y el costo de producción. Este criterio aún es extremadamente válido en rubros tradicionales como trigo, maíz, avena y carnes. Más aún, en esa época el énfasis estuvo en los aumentos de rendimientos de estos rubros tradicionales. Actualmente existe controversia respecto del aporte de la productividad a la competitividad de un rubro, cuestión importante si se tiene presente que en toda empresa se reconoce que los aumentos de productividad son responsabilidad del gerente de operaciones, ya que su trabajo es administrar la conversión de insumos en productos.

En un sentido amplio, la productividad se puede definir como:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos}}{\text{Insumos}}$$

Una de las metas, desde el punto de vista de las operaciones, sería lograr que esta proporción sea tan grande como práctica; esto indicaría que se obtiene el mayor volumen de producto para determinados insumos. Los productos representarían los resultados esperados, mientras que los insumos, los recursos que

se emplean para obtener esos resultados. Sin embargo, esta relación de eficiencia técnica debe ser analizada a la luz de una eficiencia económica.

Ya a partir de la década de los noventa, especialmente en el ámbito agropecuario, comienzan a establecerse ciertos requerimientos a sus productos, generalmente asociados a definir patrones de calidad, que permitan diferenciar los diferentes productos agropecuarios generados. Así, se estandarizan calidades para leche, carne, arroz, vino y actualmente se profundiza en trigo, lo que ha permitido que existan diferentes precios según sea la calidad del producto ofertado. Todavía dista bastante de tener un mercado claramente segmentado, sin embargo la tendencia es hacia la generación de productos agropecuarios diferenciados.

Esta situación ha permitido que las estrategias competitivas de la empresa agropecuaria no necesariamente deban circunscribirse a liderazgo en costos, sino que puedan combinarse con una adecuada diferenciación del producto para penetrar a ciertos segmentos del mercado que requieren algún producto en particular.

En términos generales se han desarrollado ciertas tendencias en el mercado de productos agropecuarios que regulan los objetivos de las operaciones de una empresa agropecuaria. Algunas tendencias observadas actualmente y que afectan a la empresa agropecuaria son:

- Liberalización progresiva del comercio mundial, iniciada con la Ronda Uruguay y consolidada con la creación de la Organización Mundial de Comercio (OMC).
- Mercado Internacional. Fruto de la liberalización mundial los mercados se hacen más competitivos al aumentar el número de oferentes y productos agropecuarios.
- Productos de alta calidad y "sanos", entendiendo por ello productos con alto contenido de fibras, vitaminas y bajos contenidos de grasa.
- Preservación del medio ambiente, privilegiando sistemas productivos con bajos niveles de uso de pes-



ticidas tales como: manejo integrado de plagas y enfermedades (MIP), hasta sistemas con ausencia de pesticidas químicos tales como agricultura orgánica.

- Mayor control de la sanidad e higiene en la producción de alimentos.
- Necesidad de añadir valor agregado a los productos primarios, tendientes a generar productos acordes a los requerimientos de vida actual, fáciles de usar, rápidos, desechables, biodegradables, etc.

Ante esta realidad, los objetivos de las operaciones de una empresa agropecuaria se han diversificado, yendo más allá de la minimización de costos y considerando aspectos como calidad y confiabilidad del producto, entrega a tiempo, flexibilidad para cambios de productos y en el producto, volumen de producción permitiendo ajustes en la escala de producción, entre otros.

En resumen, hoy día tres aspectos pareciesen ser los relevantes para optimizar el sistema productivo de una empresa agropecuaria moderna: **costos, calidad y flexibilidad**. Estos tres aspectos inciden a su vez en tres ámbitos que no se deben descuidar para el éxito de la empresa como son: la rentabilidad económica, su capacidad competitiva y la capacidad de adaptación ante cambios del entorno.

## Toma de decisión y modelos

Si bien se ha señalado algunos criterios de referencia para la gestión de operaciones agropecuarias, es posible apreciar que en definitiva la operación de un sistema productivo es un problema de análisis de información y toma de decisión.

Una buena administración de un sistema productivo dependerá de los planes que se elaboren en la explotación, del sistema de control que permita conocer efectivamente lo que ocurre y del criterio que se posea para tomar decisiones ante cambios sean al interior o fuera del sistema.

En la empresa agropecuaria estos cambios, que muchas veces interfieren con el cumplimiento de los objetivos de los planes, son de diversa índole, tales como fallas en los equipos, errores humanos, errores en la dosificación de insumos, el ataque de plagas o enfermedades, etc. Por ello es necesario poseer un sistema de información que controle a lo menos los aspectos de calidad y costos que se han definido como relevantes en la producción agropecuaria.

Establecido los criterios (por ejemplo costo y/o calidad) se buscan las diversas alternativas que permitan alcanzar este propósito. Sin embargo, muchas veces, especialmente en el ámbito agrícola, los resultados obtenidos por estas alternativas pueden ser competitivos entre ellos, estar sujetos a diferentes niveles

de riesgo e inclusive bajo incertidumbre debido a condiciones climáticas (i.e. producción de primores).

En este contexto pudiese ser útil el desarrollo de modelos, que son muy utilizados en otros sectores de la economía como industria o minería, pero que en el ámbito agropecuario se han circunscrito a optimizar determinados subsistemas dentro del sistema productivo agropecuario. Es el caso de los sistemas de riego en frutales y cultivos, la determinación de raciones alimenticias en lecherías o algunas funciones de producción en cultivos tradicionales.

El desarrollo de modelos podría permitir pronosticar el comportamiento del sistema productivo al modificar ciertos valores de las variables explicativas. Así se podría pronosticar la producción de un cultivo al cambiar la dotación de agua, dosis de fertilizantes, la intensidad luminosa, y de esta forma elegir la combinación que permita optimizar el uso de estos recursos productivos.

Como marco general, la gestión de operaciones, como cualquier otra rama de la administración, se basa en un proceso continuo de evaluación, planificación, organización, ejecución y control del proceso, el que es repetido y perfeccionado a lo largo del tiempo.

Primero se requiere realizar una *evaluación* de las condiciones actuales en las que se encuentra el sistema productivo, esto permite generar la línea base con la cual se medirá el desempeño del sistema permitiendo comparar la evolución de los resultados de cada labor realizada. Entre algunas herramientas para evaluar las condiciones están: los indicadores de productividad, los registros y las entrevistas, entre otros. Una vez evaluada la condición inicial y establecida la línea base, se procede a *planificar y organizar* el proceso de producción, a fin de establecer los objetivos y metas del sistema en términos de cantidad y variedad

La gestión de operaciones, como cualquier otra rama de la administración, se basa en un proceso continuo de evaluación, planificación, organización, ejecución y control de proceso.

de productos, definir un plan de acción o una planificación agregada de la producción para finalmente asignar los recursos necesarios para implementar la planificación de la producción señalada anteriormente. En seguida, se ejecuta el *proceso* mismo lo que debe realizarse correctamente para que se cumpla la planificación, siendo necesario utilizar el mejor método de trabajo disponible. Por último, se necesita de sistemas para medir la evolución de la ejecución y el logro de objetivos. Estos sistemas de *control* permiten evaluar el desempeño del sistema, tanto en términos de volumen de producción como en calidad del producto terminado.

A continuación, y basándose en el proceso de administración, se explican las distintas etapas y las herramientas que se pueden utilizar en el proceso de la gestión de operaciones.

## 1.2 ANÁLISIS DE SISTEMAS Y PROCESOS

Antes de analizar la gestión de operaciones propiamente tal, es indispensable conocer cómo se estructuran las operaciones. Desde esta perspectiva es importante tener claridad en conceptos como sistemas y procesos, que es el objetivo de este capítulo.

Un **sistema** se define como la *estructura organizativa, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para implantar una gestión determinada* (calidad, prevención de riesgos, ambiental, etc.). En general, los sistemas constituyen un conjunto organizado de partes, que interactúan y son interdependientes, que se relacionan formando un todo unitario, entre las que se pueden distinguir las entradas, los procesos y las salidas.

Las **entradas** son los *ingresos del sistema, que pue-*

*den ser recursos materiales, recursos humanos o información.* Por otro lado, los procesos transforman una entrada en salida, (ej: una máquina, un individuo, una computadora, etc.) y las **salidas** son los *resultados que se obtienen de procesar las entradas.*

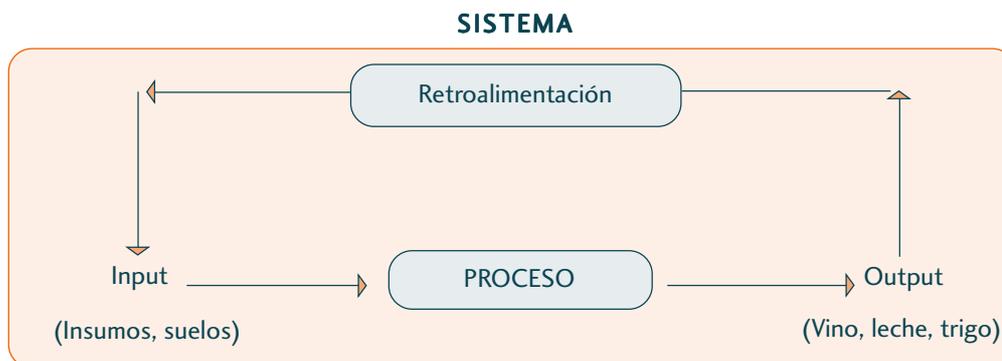
Es decir, *las actividades y recursos que interrelacionados transforman ciertos “elementos de entrada” (inputs) en “elementos de salida” (outputs) se definen como procesos.* Los recursos utilizados en dichas actividades incluyen: personal, finanzas, equipos, instalaciones, métodos y técnicas. El análisis de los procesos constituye un elemento esencial ya que en la medida que ellos sean eficientes, las empresas u organizaciones de los que forman parte también lo serán.

En el ámbito agropecuario, los **Inputs** serían los insumos y recursos productivos como agua, suelo, mano de obra, los que al interior del sistema son procesados (siembra, poda, labores culturales, molienda etc.), para entregar ciertos productos (trigo, vino, leche, etc.), que son los **Outputs**, como se muestra en la Figura III.1.

Los procesos en general cruzan varios niveles al interior de la organización, tanto vertical como horizontalmente. Para su planificación se debe diseñar e implementar un sistema de trabajo para la generación de los productos deseados en las cantidades requeridas, en los tiempos previstos y con costos aceptables. Durante el desarrollo de los procesos se mezclan factores del ambiente de mercado y de la base tecnológica de la organización, los que se fusionan en una actividad productiva económicamente eficiente. De este modo hoy es posible hablar de procesos en la transformación industrial como en la educación y la información.

*A través del siguiente ejemplo se pretende explicar lo que son los sistemas y sus procesos y cómo se pue-*

**Figura III.1.**  
**Representación esquemática de los sistemas y procesos**



**Figura III.2.**  
**Organigrama del Fundo El Maitén**



den implementar las distintas herramientas de gestión de operaciones.

El fundo “El Maitén” es un predio que se ubica a 15 kilómetros al norte de Los Ángeles, Provincia de Biobío, VIII Región, cuya superficie alcanza a las 235 ha. Su rubro principal es el hortofrutícola de exportación, con 65 ha de espárragos, 20 ha de arándano y 15 ha de frambuesas. Posee además plantaciones forestales, las que alcanzan las 65 ha (eucaliptos y pino insignie), 10 ha de vega y el resto de la superficie es suelo sin uso (60 ha). La información contenida en la presente descripción es fruto de un diagnóstico y evaluación productiva ordenada por los dueños de la empresa para analizar los procesos que se desarrollan en la empresa y mejorarlos.

El predio cuenta con un sistema de riego por goteo y por cinta. Esta es una empresa familiar, el administrador es hijo de uno de los socios, el cual presta permanente asesoría técnica al predio. Esto constituye una gran ventaja competitiva de la empresa, puesto que se produce una fluida comunicación entre las diferentes áreas y la confianza es un factor decisivo en el desarrollo de la empresa.

Los recursos humanos con que cuenta el predio se componen de un administrador (título profesional), un capataz y 15 obreros regulares. Además, se cuenta con un equipo de asesores especialistas en cada uno

de los rubros productivos de la empresa. El organigrama del Fundo El Maitén se muestra en la Figura III.2.

Los obreros en el transcurso del año realizan labores destinadas a la mantención del predio y de los cultivos. En el período de cosecha de la producción de arándanos y de frambuesa la dotación llega a 250 personas (temporeros) que se les paga a trato.

El capataz es el encargado de poner en cumplimiento las órdenes emanadas del asesor y la administración. Estos son los que realizan la administración predial, llevando a cabo labores como manejo de personal, manejo de los cultivos, de la maquinaria y otros. Al final del organigrama se ubican los obreros que son los que ejecutan las labores.

**Infraestructura:** El predio cuenta con un galpón de 100 mts<sup>2</sup>, el que se usa como cámara de frío. Además posee otro galpón (150 mts<sup>2</sup>) que se utiliza como bodega y para el acopio de las cajas y material de embalaje. En general, la infraestructura del predio se encuentra en buen estado.

**Maquinaria y equipos:** El predio posee maquinarias y equipos necesarios para el nivel tecnológico de la empresa, de manera que se realizan la mayoría de las labores culturales en forma mecanizada.

De acuerdo con la evaluación y diagnóstico realizados, el predio cuenta con una amplia dotación de recursos técnicos, humanos y económicos para un óptimo desarrollo. Sin embargo, estos instrumentos no son utilizados al total de su capacidad. Por ejemplo:

- El recurso suelo no es ocupado en su totalidad, representando esto un elevado costo de oportunidad.
- Los recursos humanos (obreros) no están dotados de una adecuada capacitación, y su trabajo no es lo suficientemente eficiente, lo que afecta el desarrollo de la empresa.

La empresa descrita desarrolla básicamente sus sistemas productivos en el rubro hortofrutícola. La dedicación a cada una de las distintas especies es en sí un sistema productivo diferente (arándanos, frambuesa y espárrago), lo que implica el desarrollo de diferentes procesos al interior de la empresa.

En general, el análisis de los **sistemas** al interior de un predio y los **procesos** involucrados ayudan a determinar las combinaciones de actividades con la idea de obtener utilidades satisfactorias durante un período determinado. Dicha selección al interior de un predio implica necesariamente conocer las relaciones que deben existir entre ellas y así analizar y estudiar el conflicto o competencia entre ciertas actividades. Por ejemplo, se debe analizar la competencia

entre cultivos por el uso del suelo a cultivar; así para aumentar la superficie de uno de los cultivos es necesario hacer la reducción correspondiente en la superficie dedicada a otro. Otro caso similar ocurre con la competencia entre rubros por mano de obra en la época de cosecha, como ocurre en el ejemplo del predio El Maitén con la época de cosecha de los arándanos y la segunda cosecha de frambuesas en el mes de marzo.

Una vez determinados los sistemas, y el ordenamiento y especificación de las actividades que involucra cada proceso dentro cada sistema, es posible determinar aquellas etapas en que algunos recursos o “inputs” pudiesen no estar siendo utilizados plenamente al interior del predio.

La importancia de modelar un predio radica en la selección, de acuerdo a los recursos disponibles (tierra, capital, trabajo, administración), de aquellas actividades o rubros agropecuarios que “prometen” las mayores utilidades por el uso de sus recursos.

Al interior del predio El Maitén se pueden describir un sinnúmero de procesos, por ejemplo en el sistema productivo de los arándanos se pueden encontrar los procesos de poda, riego, fertilización, control de malezas y plagas, cosecha, etc., cada uno con actividades que son propias y por ende factibles de estudiar y mejorar (ver Figura III.3.).

La representación de los procesos, el reconocimiento de sus características y la medición de los trabajos son una parte esencial en el análisis y posterior mejoramiento de ellos. Las herramientas permiten ir analizando los problemas de lo general a lo particular, haciendo diagramas y tomando datos, de manera de poder diagnosticar las causas de los problemas y concentrarse en aquellos aspectos cuyo mejoramiento tendrá un mayor impacto.

A continuación se presentan las principales herramientas que permiten un mejor análisis de los sistemas y procesos de una actividad productiva.

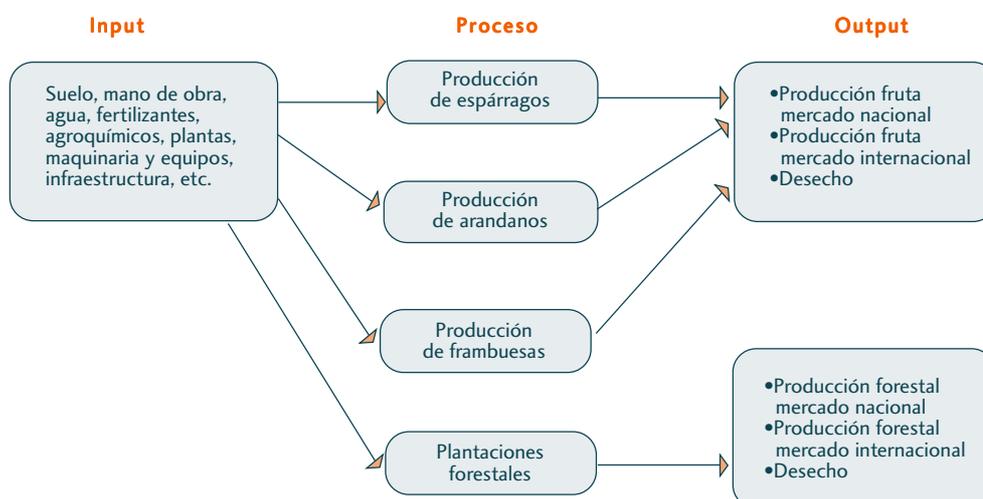
### 1.2.1 Representación de los Procesos

El primer paso para aplicar las distintas herramientas consiste en definir con claridad cuáles son las fronteras o los límites, y las diferentes partes de los sistemas productivos que se quieren mejorar. Es importante acotar los problemas, ya que siempre se encuentra que una variable se relaciona con otra, haciendo imposible analizar el problema por completo. Una vez definidos los límites del sistema productivo que se quiere analizar, se procede a subdividirlo en sus diferentes partes, para concentrarse en el análisis de cada una de ellas y en la forma cómo se interrelacionan entre sí. Al definir todas estas unidades es posible focalizarse en analizar las actividades y características de cada una de ellas, de manera de encontrar la forma de ir mejorando la productividad. Al realizar estos análisis normalmente se van encontrando ineficiencias y problemas.

La **diagramación lógica o de flujo** constituye una herramienta para entender el funcionamiento interno y las relaciones entre los procesos de la empresa. Es un método para describir en forma gráfica un proceso existente mediante la utilización de símbolos, líneas y palabras simples, mostrando las actividades y su secuencia, de forma que sean fácilmente comprensibles y útiles.

La elaboración de diagramas de flujos de uno o varios procesos ayudan a entender cómo se adaptan en conjunto los diferentes elementos y a identificar las áreas en que los procedimientos influyen negativamente en la calidad y en la productividad, ayudando por ende

**Figura III.3.**  
**Representación esquemática de sistemas al interior del Fundo El Maitén**



a analizar y mejorar los procesos, siendo particular según la situación o proceso que se quiera presentar. Al respecto, cabe considerar que la elaboración de un diagrama de flujo para la totalidad de un proceso, hasta llegar al nivel de tareas, es la base para analizar y mejorar el proceso en cuestión.

Los diagramas de flujo utilizan rectángulos y líneas con flechas, donde los rectángulos representan actividades y las líneas con flechas conectan los rectángulos para mostrar la dirección y orden que tiene el flujo o las relaciones entre actividades. Se utilizan los rectángulos cada vez que ocurre un cambio en un ítem (gasto en mano de obra, actividad de una maquinaria, etc.). Además, al inicio y al final del diagrama se incluyen círculos alargados que indican el comienzo y el final del diagrama. En el interior de los rectángulos se describe la actividad realizada con frases descriptivas concisas.

Además, es posible encontrar símbolos estándar como los que se señalan a continuación en el Cuadro III.1.

Existen muchos tipos diferentes de diagrama de flujo y cada uno tiene su propósito. Así es posible tener:

### Diagrama de bloque

Entrega una visión rápida de un proceso y corresponde al tipo más sencillo y frecuente de diagrama de flujo. Este tipo de diagramas se utiliza para simplificar procesos prolongados y complejos o para documentar tareas individuales. En general, los diagramas de bloque se elaboran en primer lugar para documentar la magnitud de un proceso ya que, en forma intencional, no se detallan muchas actividades e “inputs” para tener una gráfica simple de todo el proceso. El análisis más detallado de un proceso implica la utilización de otro tipo de diagramas.

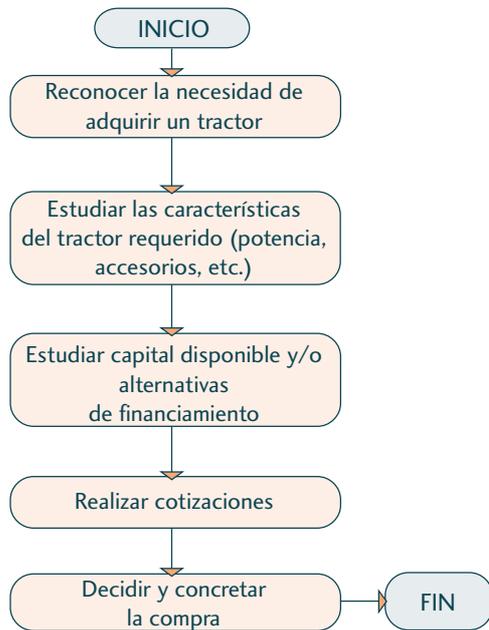
A modo de ejemplo, en la Figura III. 4. se muestra un diagrama de bloque para el proceso de compra de un tractor en un predio.

**Cuadro III.1.**  
Símbolos y descripción utilizados en la representación de procesos

Símbolo	Descripción
	<b>Diamante</b> , representa puntos de decisión, donde en la serie de actividades siguientes habrá una variación con base en esta decisión.
	<b>Círculo grande</b> , representa una inspección. Es decir, indica cuándo el flujo del proceso se detiene de manera que pueda realizarse una evaluación de la calidad del output.
	<b>Rectángulo con la parte inferior en forma de onda</b> , representa “documentación”, o sea información registrada en papel como informes escritos, cartas, etc.
	<b>Rectángulo obtuso</b> , indica “espera” y se utiliza cuando un ítem o persona debe esperar o cuando un ítem se coloca en un almacenamiento provisional antes de que se realice la siguiente actividad programada (i.e. esperar la llegada de insumos).
	<b>Triángulo</b> , indica almacenamiento y se utiliza cuando el output se encuentra almacenado esperando al cliente.
	<b>Rectángulo abierto</b> , señala “notación” y se utiliza conectando al diagrama de flujo por medio de una línea punteada para registrar información adicional sobre el símbolo al que esta conectado.
	<b>Flecha quebrada</b> , indica “transmisión” y se usa para identificar aquellos casos en los que ocurre la transmisión inmediata de la información, como por ejemplo correos electrónicos.
	<b>Círculo pequeño</b> , se usa como conector y en su interior lleva una letra para indicar al final del proceso que el output de dicho proceso servirá como input para otro.

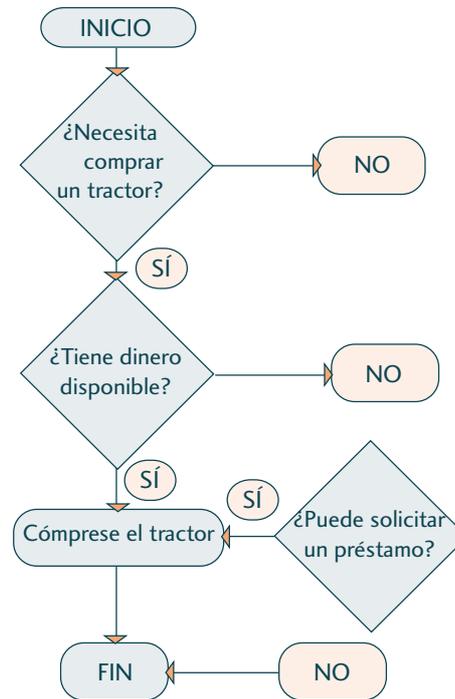
**Figura III.4.**

Ejemplo de diagrama de bloques: proceso de compra de un tractor



**Figura III.5.**

Diagrama de flujo ANSI, para el proceso de compra de un tractor



Como se mencionó anteriormente, en este tipo de diagramas de flujo no se detallan los “inputs” en forma intencional. Por ejemplo algunos “inputs” que se requieren para la actividad “Realizar cotizaciones”, son:

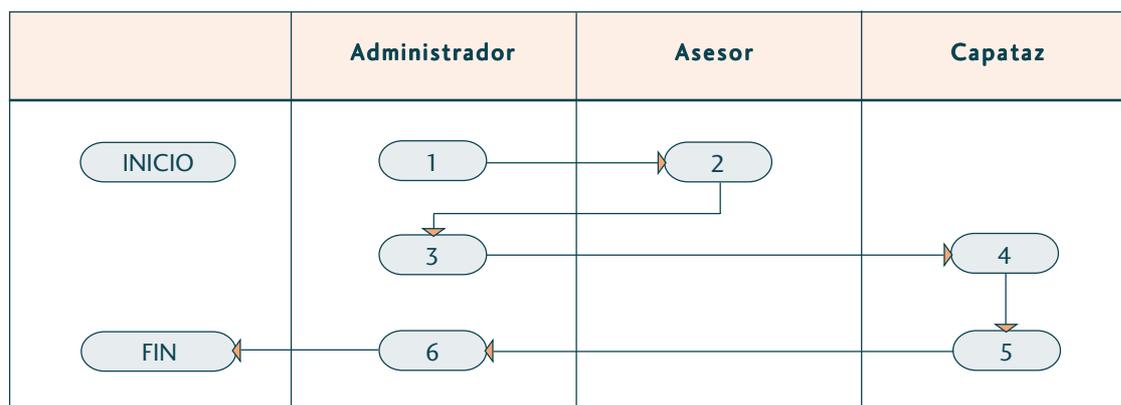
- La disponibilidad de tractores y marcas en el mercado local o nacional.
- La cantidad de dinero que puede invertirse.
- Las preferencias y reconocimiento de marcas o modelos.
- El servicio técnico y la disponibilidad de repuestos.

### Diagrama de flujo del Instituto Nacional Estadounidense de Estandarización (ANSI)

Analiza detalladamente las interrelaciones de un proceso. En general, este tipo de diagramas se utiliza para ampliar las actividades dentro de cada bloque al nivel de detalle deseado. Este tipo de diagramas contiene diamantes como símbolos de decisión, que indican puntos en los que es posible seguir diferentes caminos. Con respecto al proceso de compra de un tractor un ejemplo de este tipo de diagramas se muestra en la Figura III.5.

**Figura III.6.**

Diagrama de flujo funcional del proceso de contratación de mano de obra para el proceso de cosecha de arándanos en el Fundo El Maitén.



**Cuadro III.2.**

**Actividades y personas responsables involucradas en el proceso de contratación de mano de obra para la cosecha de arándanos en el Fundo El Maitén.**

Actividad	Responsable
1. Reconocer la necesidad de contratar temporeros para la cosecha de arándanos.	Administrador
2. Evaluación técnico-económica del número de personas a contratar y tiempo de cosecha requerido.	Asesor
3. Definición de criterios de selección de los temporeros.	Administrador
4. Selección y reclutamiento de temporeros.	Capataz
5. Control y evaluación del personal seleccionado.	Capataz
6. Análisis del rendimiento diario por persona.	Administrador

**Diagrama de flujo funcional**

Muestra el movimiento del proceso entre diferentes unidades de trabajo (organizaciones o áreas). Es decir, cómo los diferentes departamentos funcionales afectan un proceso que fluye a través de una organización. En la Figura III.6. se representa el diagrama de flujo funcional del proceso de contratación de mano de obra para la cosecha de arándanos en el Fundo El Maitén. En dicho diagrama de flujo, las actividades representadas y el responsable de cada una se detallan en el Cuadro III.2.

**Diagrama geográfico**

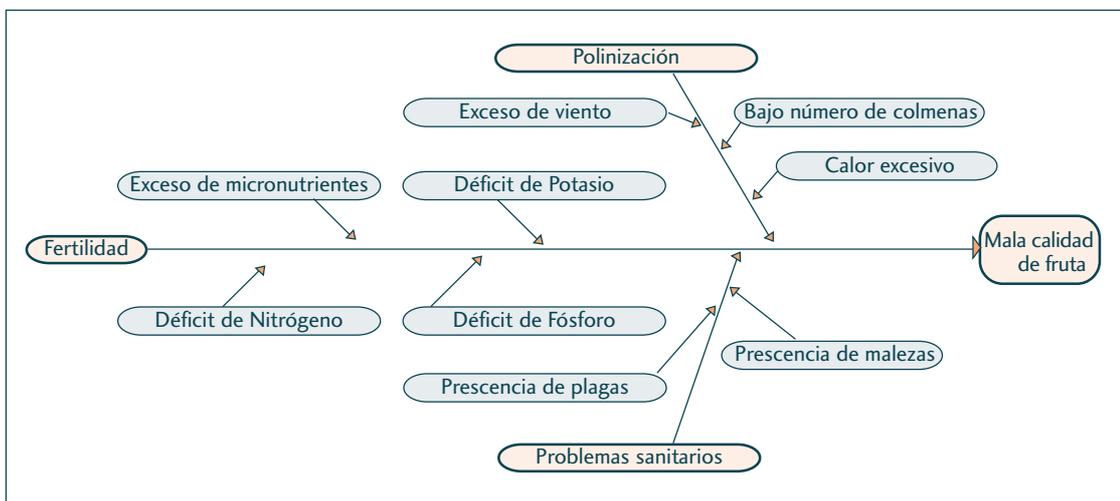
Muestra el flujo físico de las actividades del proceso y es una herramienta para la evaluación del flujo de papeles y del flujo de productos en la empresa. Un ejemplo de este tipo de diagramas lo constituye el ordenamiento territorial que tienen los potreros al interior de cualquier predio. En el “proceso de cosecha de trigo”, en general el agricultor ordena la se-

cuencia de potreros a trillar de forma de compatibilizar el estado de madurez de sus trigos y la operación de las máquinas trilladoras para disminuir costos de operación y los tiempos muertos de la maquinaria al interior del predio.

**Diagrama causa – efecto**

El diagrama causa-efecto, también llamado *espina de pescado* por su forma, es una manera gráfica de representar todas las posibles causas que generan un problema o todos los factores que intervienen en un resultado. Normalmente ocurre que un determinado resultado puede estar afectado por varios factores, y a su vez cada uno de esos factores se ve afectado por otros factores, haciendo el listado prácticamente infinito y, por lo tanto, inútil como herramienta de análisis. El diagrama causa-efecto permite ir identificando cuáles son los factores que afectan, y cuáles de ellos son los más importantes, de manera de cuantificar su efecto y concentrarse en las áreas de mayor impacto potencial.

**Figura III.7.**  
**Diagrama causa efecto para un huerto frutal**



El diagrama de Pareto consiste en un gráfico de barras en el que se ordena un problema de acuerdo a la frecuencia de las causas que originan el problema, de mayor a menor.

En la Figura III.7. se presenta un ejemplo de diagrama causa-efecto en el caso del Fundo El Maitén, que analiza el problema de mala calidad en la fruta. En este ejemplo, los tres principales factores que determinan la mala calidad son la polinización, la fertilidad y los problemas sanitarios. A su vez, en cada uno de estos tres factores intervienen otras variables. Al construir el diagrama causa-efecto se tiene un «mapa» de todas las posibles variables que causan un problema. Esto, sumado al conocimiento de la situación real, permite identificar las causas principales y posteriormente seleccionar medidas para solucionar el problema.

### Análisis por estratificación

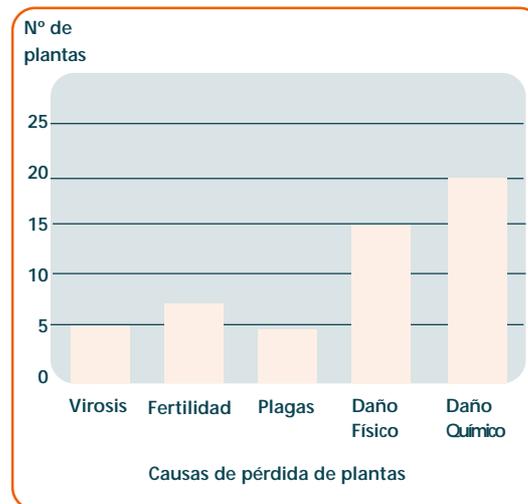
El análisis por estratificación consiste en separar un mismo grupo o unidad en diferentes estratos de acuerdo a alguna variable de interés. El objetivo de este análisis de estratificación es poder detectar las diferencias o variabilidad que existe entre los distintos componentes de un grupo, de manera de refinar el análisis de problemas y las soluciones a aplicar. Por ejemplo, en el caso de una plantación de arándanos puede ser conveniente estratificar los cuarteles por edad, variedades, niveles de producción, sistema de riego o cualquier otro criterio de separación que resulte útil para el análisis que se quiere hacer. Si se desea estudiar problemas de calidad de los cuarteles, tal vez sea conveniente estratificar según la edad de las plantas, su nivel productivo, variedades o cualquier otro factor que permita ir encontrando algún tipo de correlación entre sus características y el problema que se quiere estudiar.

### Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto consiste en un gráfico de barras en el que se ordena un problema de acuerdo a la frecuencia de las causas que originan el problema, de

Gráfico III.1.

Diagrama de Pareto para las causas de pérdida de plantas en una hectárea de arándanos



mayor a menor. Este diagrama fue propuesto por primera vez por el científico italiano Vilfredo Pareto, quien se percató que en muchos ámbitos productivos y económicos se daba el problema que llamó “80-20” es decir, que una alta proporción de los resultados depende de una baja producción de causas. Por ejemplo, el 80% de los problemas se deben al 20% de los factores que influyen en él, o que el 80% de la producción proviene del 20% de los productores. Si bien no siempre se cumple estrictamente la proporción “80-20”, es cierto que cuando existen muchos factores que afectan un resultado, normalmente, son pocos factores los que explican la mayor parte de los resultados.

Por ejemplo, cuando se analiza las causas de pérdida de plantas al interior del huerto de arándanos del Fundo El Maitén, existe un sinnúmero de causas que lo pueden originar, pero normalmente no son más de dos o tres problemas los que provocan la mayoría de las pérdidas. En el ejemplo presentado en el Gráfico III.1. se muestra una situación real donde se analizan las causas de pérdida de plantas. Se observa que se perdieron 20 plantas de arándanos por hectárea por problemas de daño químico al aplicar herbicidas, 15 por daño físico al momento de la poda o en el desarrollo de otras labores mecanizadas al interior del huerto, 8 plantas por problemas nutricionales, en tanto se perdieron 5 plantas por hectárea por problemas de virosis y 5 por ataque de plagas. La presentación visual del gráfico rápidamente permite comunicar y concentrarse en los aspectos más importantes.

### Diagrama de tendencia

El diagrama de tendencia es un gráfico en el que se presenta la evolución de una variable a través del tiempo, lo que permite observar visualmente el compor-

## Procesos



tamiento de esta variable. El objetivo es que visualmente es más fácil ir detectando los cambios en la tendencia. Por ejemplo se puede ir graficando las tendencias en los precios internacionales o los retornos mensuales a nivel de productor y así analizar el período óptimo de producción y las variedades que de acuerdo a las condiciones agroecológicas permitan obtener los mayores ingresos.

### 1.2.2 Características de los Procesos

En la medida que se comprendan los procesos de la empresa y sus características, el mejoramiento de ellos será más exitoso. La importancia de dicha comprensión radica en que ayuda a identificar las áreas que son claves dentro del proceso, entregando información fundamental para modernizarlo y distinguiendo los impactos que cualquier cambio ocasionará, fijando los objetivos y evaluando los resultados.

Los procesos tienen flujos (transformación del “input” en “output”), los que deben ser efectivos y eficientes, ocupando un tiempo y un costo determinado.

El conocimiento de los flujos del proceso implica necesariamente el reconocimiento de los “inputs” requeridos, del sistema de retroalimentación, de los procedimientos del personal, y del contenido de valor agregado, entre otros. Este conocimiento permite comprender lo que sucede en los procesos, de modo de encaminar las acciones para su mejoramiento y desarrollo.

La efectividad del proceso se refiere al cumplimiento adecuado de las etapas con las expectativas de los clientes finales y la valoración que hacen éstos del “output”. La efectividad en los procesos genera clientes más felices, mayores ventas y mejor participación en el mercado. Los indicadores más frecuentes de falta de efectividad en los procesos se reflejan en servicios o productos inaceptables, quejas de los clientes,

disminución de la participación en los mercados, repetición de trabajos, etc.

Igualmente, la eficiencia del proceso se refiere al logro de algún beneficio para el cliente y para los responsables del proceso. Es decir, el “output” por unidad de “input” utilizado. Las características típicas que denotan eficiencia son aquellas en que se refleja el tiempo del ciclo por unidad o transacción, recursos por unidad de “output”, porcentaje del costo del valor agregado en relación al costo total del proceso y tiempo de espera por unidad o transacción.

El tiempo y los costos de los procesos en general se consideran como medidas de la eficiencia. Estas son características fundamentales en los procesos críticos de las empresas ya que la reducción del tiempo y los costos liberan recursos, mejoran la calidad del output y aumentan las ventas y los beneficios de la empresa, permitiendo determinar problemas e ineficiencias del proceso en particular.

### 1.2.3 Calificación de los Procesos

La calificación de un proceso en particular implica la realización de una evaluación del proceso completo a fin de determinar si se puede producir, a un costo y tiempo adecuado, los productos y servicios que satisfagan las expectativas de los clientes. Durante la calificación de los procesos, se definen y verifican las capacidades de los equipos, los puntos de control del proceso, especificaciones de entrenamiento, limitaciones en la cantidad de información generada en un proceso y el tiempo del ciclo. No sólo se califica el proceso como tal sino que además se certifican las actividades y subunidades del mismo.

La calificación de los procesos, como ya se mencionó anteriormente, garantiza que su diseño proporcione a los clientes productos aceptables, ya que un proce-

La orientación al producto se sustenta en el argumento de que los consumidores desean por sobre todo productos de calidad, cuyo logro puede verse favorecido por la innovación tecnológica.

**Cuadro III.3.**  
**Nivel de calificación de determinados procesos y su descripción**

Nivel	Status	Descripción
6	Desconocido	No se ha determinado el status del proceso.
5	Comprendido	El proceso del diseño se comprende y funciona según lo establecido.
4	Efectivo	El proceso es sistemáticamente medido y se satisfacen las expectativas de los clientes.
3	Eficiente	El proceso se moderniza y es eficiente.
2	Sin Errores	El proceso es muy efectivo (sin errores) y eficiente.
1	Clase Mundial	El proceso es de clase mundial y continúa mejorando.

so deficiente puede destruir y dañar la imagen de la empresa, por lo que se requiere de un mejoramiento continuo de los procesos al interior de una organización o empresa.

La calificación de los procesos en seis niveles constituye una estructura y guía efectiva para determinar el conocimiento que se tiene y la trascendencia de ellos. Una descripción sería la representada en el Cuadro III.3.

En la medida que se van mejorando y re-evaluando los procesos, éstos van avanzando desde el nivel 6 al nivel 1. Al respecto, una visión rápida y general de los diagramas de los procesos entrega o da a conocer el status de los procesos al interior de las empresas.

Ahora bien, no todos los procesos en las organizaciones tienen necesariamente que pasar por todos los niveles antes descritos, ya que el avanzar hacia niveles mayores puede significar incurrir en altos costos que hagan inviable económicamente el proceso. Sin embargo, en la mayoría de los casos las empresas requieren de un mejoramiento de los procesos en que incurrir, debiendo considerarse para ello aspectos como mediciones realizadas a nivel del cliente final, mediciones del desempeño de los procesos, documentos, entrenamiento, benchmarking, adaptabilidad y mejoramiento continuo.

La calificación en nivel 6 implica el desconocimiento de información suficiente para determinar el verdadero status en que se encuentra un proceso. Al respecto cabe considerar que en general los procesos de las empresas agrícolas, debido al gran número de ellos que participan dentro de sus múltiples sistemas productivos, califican dentro de este nivel, dado el desconocimiento que existe respecto a la utilidad de su definición y descripción.

Los requerimientos para alcanzar el nivel 5 de descripción y comprensión del proceso implican la implantación de sistemas de medición de la efectivi-

dad y la eficiencia total. Además, se requiere la identificación de los proveedores, la existencia y reconocimiento del diagrama de flujo y su verificación, respecto al cumplimiento o no, y que son las condicionantes para su mejoramiento.

El nivel 4 dentro de la calificación de un proceso se alcanza cuando existe incorporado un sistema de medición sistemático que garantiza la calidad de los "outputs" o productos del proceso. Al respecto, deben estar claros los costos que implica una mala calidad, los tiempos utilizados y la falta de comprensión por parte de los empleados de las implicancias de los procesos como parte de un sistema que debe funcionar.

El nivel 3 se alcanza una vez que el proceso es eficiente, en cuanto a que se han registrado aumentos significativos en la eficiencia y eficacia de un proceso, existiendo reducciones significativas en los tiempos muertos y obteniendo resultados tangibles y medibles.

Un proceso alcanza el nivel 2 cuando está libre de errores, siendo altamente efectivo y eficiente. En los procesos que alcanzan el nivel 2 rara vez se presentan problemas y los programas se cumplen.



Finalmente, el proceso alcanza la calificación en el nivel 1 cuando ha mostrado que su nivel de eficiencia se encuentra dentro de estándares internacionales.

Las empresas en general, y las agropecuarias en particular, deben constantemente evaluar los diferentes procesos que están involucrados en su desarrollo, de forma de optimizar el uso de sus recursos. Al respecto, la creciente globalización y complementación económica exigen de parte de las organizaciones el mejoramiento continuo mediante la evaluación y seguimiento de cada una de las actividades involucradas en sus diferentes procesos y sistemas. Estos conceptos adquieren especial relevancia en la medida que los sistemas productivos apuntan a la exportación, donde el seguimiento, control y satisfacción de los clientes es fundamental para mantener la presencia en los mercados.

### 1.2.4 Medición de Trabajos

Generalmente, las empresas establecen *sistemas de control de calidad* para garantizar que los procesos y los productos satisfagan requerimientos definidos. La cuantificación de las actividades involucradas en los procesos, a través de mediciones en cada una de ellas, permite detectar los errores y las virtudes de cada uno de los agentes que están participando en dicha actividad. Las mediciones deben realizarse por quienes desarrollan la actividad y a través de la opinión de otras personas ajenas a ella. Todos estos antecedentes permiten retroalimentar el sistema y mejorar la calidad de las mediciones.

Es importante fijar objetivos de desafío de cada una de las actividades lo que implica que deben ser deter-

minados por el equipo o las personas que desarrollan la actividad propiamente tal, permitiendo que la retroalimentación sea un proceso continuo, necesario para saber cuán bien se desempeña cada una de las personas y el equipo en su conjunto, y cómo superarse.

Los sistemas de medición, cuantificación y retroalimentación de los trabajos al interior de cada proceso permiten identificar y establecer las prioridades en lo que se refiere al mejoramiento de los procesos y a las oportunidades de cambio, para así cumplir con las expectativas de la empresa (satisfacción de los clientes, mayor eficiencia, etc.) y alcanzar la excelencia en el trabajo. El logro y cumplimiento de estos alcances requieren conocimiento, deseo, entrenamiento para la solución de problemas, análisis de fracasos, sistema de seguimiento y reconocimiento hacia las personas que se desempeñan en el proceso.

En las operaciones de las empresas es fundamental medir la eficiencia, la eficacia y la adaptabilidad de los procesos. Por ejemplo en el proceso de ventas se podría medir:

- Ventas versus objetivo.
- Porcentaje de errores de cotización.
- Número de facturas no pagadas.
- Porcentaje de negocios perdidos.
- Tiempo transcurrido entre la recepción del pedido y el ingreso de éste.

La mejor manera de comenzar la medición de los trabajos es mediante la constatación en el diagrama de flujo de todas las actividades al interior de cada proceso e identificar aquellas que tienen un impacto significativo sobre la eficiencia y la efectividad del proceso total. Posteriormente, se deben establecer los indicadores para dichas actividades y someterlas a evaluación.

Las mediciones de trabajo son importantes porque se centran en la determinación de aquellos factores que contribuyen a lograr la misión de las empresas, manifiestan la efectividad con la que se emplean los recursos, ayudan a fijar metas y permiten identificar oportunidades de mejoramiento progresivo.

Un ejemplo de medición de trabajo en las empresas agropecuarias lo constituye el tiempo dedicado a la cosecha de frutas y hortalizas, donde aquellos temporeros que se caracterizan por una mayor rapidez y calidad de las frutas cosechadas son mejor remunerados que aquellos más lentos o cuya recolección ha sido de menor calidad. Lo anterior constituye un antecedente relevante en las contrataciones que se hacen en las temporadas posteriores.

Los sistemas de medición, cuantificación y retroalimentación de los trabajos al interior de cada proceso permiten identificar y establecer las prioridades en lo que se refiere al mejoramiento de los procesos y a las oportunidades de cambio.

## 1.3 PLANIFICACIÓN DE OPERACIONES

### 1.3.1 Introducción

Una vez analizada la estructura de operaciones, con su estructura organizativa, procedimientos, procesos y recursos, se debe llevar a cabo un proceso de planificación de la parte operativa de la empresa. Esto consiste en prever qué sucederá y cómo se cumplirán cada uno de los pasos que se ejecutarán en el proceso productivo.

Establecida la línea base, se requerirá generar una planificación para la producción; ésta puede tener distintos horizontes, *largo plazo* cuando se considera un horizonte superior a un año, *mediano plazo* cubre un periodo de 6 a 18 meses y *corto plazo* que abarca un periodo de un día a seis meses, generalmente con incrementos de una semana.

La *planificación de largo plazo* busca delimitar las líneas de productos, los niveles de calidad y precio, y las metas de penetración de mercado que la empresa pretende realizar en un plazo de un año o más. Por ejemplo, en la agricultura correspondería a la plantación de una nueva variedad

El objetivo de la *planificación de mediano plazo* es desarrollar la **planificación agregada de la producción** cuya función es *encontrar la combinación óptima de tasa de producción, nivel de fuerza de trabajo e inventario disponible*<sup>1</sup>. En este aspecto, se puede desarrollar una planificación agregada anual, en la que, por ejemplo, se detallan las fechas en que se deben realizar cada una de las labores, especificando la cantidad de mano de obra requerida, los insumos necesarios y la maquinaria a utilizar para realizar dicha labor.

En la *planificación de corto plazo* se establecen claramente los requerimientos de insumos y labores necesarias para realizar un trabajo.

La planificación de los procesos consiste en el diseño e implementación de un sistema de trabajo para generar los productos deseados, en las cantidades requeridas, dentro de los tiempos previstos y con costos aceptables. La planificación fusiona factores del ambiente de mercado y la tecnología de la organización para transformarlo en una actividad productiva y económicamente eficiente.

La planificación implica seleccionar misiones y objetivos y las acciones para alcanzarlos, requiriendo para ello tomar decisiones. En general, constituye un proceso por el que puede obtenerse una visión del futuro,



ro, en donde se determinan y logran los objetivos, mediante la elección de un curso de acción.

La planificación promueve el desarrollo de la empresa, disminuye los riesgos y maximiza el uso de los recursos y del tiempo. Además considera una serie de elementos entre los que se cuentan, entre otros:

- Los objetivos, que constituyen los fines que la empresa desea lograr para realizarse en un período específico.
- Las estrategias, que son los cursos de acción general que indican cómo deben emplearse los recursos para el logro de los objetivos.
- Las políticas, que son guías que orientan la acción y constituyen ciertos lineamientos generales para tomar decisiones.
- La programación, que establece cierta secuencia en las actividades para el logro de los objetivos.
- Los presupuestos, que son los planes expresados en términos económicos.
- Los procedimientos, que establecen el orden cronológico y la secuencia de actividades que deben seguirse durante la realización de un trabajo.

Este proceso de planeación debe tomar en cuenta las características de los productos que se están produciendo, las necesidades que tiene el mercado y, por supuesto, los costos que se incurren en su elaboración. **Se debe considerar que para lograr la mayor eficiencia en la producción se debe fabricar la cantidad requerida de un producto, en el tiempo exigido y al menor costo posible.** Por lo anterior, se analizarán previamente los métodos de producción que más se adecuan al rubro agrícola.

<sup>1</sup> Chase y Aquilano, 1994.

### 1.3.2 Métodos de Producción

Antes que todo se debe definir: ¿Qué es producción? La **producción** se define como el *proceso a través del que se crean productos físicos y/o servicios*. Los sistemas de producción combinan los materiales, el trabajo (mano de obra) y el uso del recurso capital. Estos sistemas de producción son válidos en todos los casos: bancos, comercio, industria y agricultura inclusive. En todos ellos se cumple con la característica de ingreso de cierto insumo al sistema, el que es procesado dentro del sistema, a fin de obtener como resultado un producto o servicio.

Los métodos de producción se pueden dividir en dos sistemas productivos con características propias, ellos son:

**Sistemas Continuos**, que se caracterizan porque el sistema productivo es posible de planificar con anterioridad, previendo las posibles falencias y utilizando un eficiente sistema de control de inventarios. Generalmente estos sistemas continuos son aplicados a:

- Sistemas de distribución para productos que se pueden inventariar.
- Sistemas de producción y distribución de grandes volúmenes de productos estandarizados, típicos de la industria manufacturera.

Estos sistemas de producción también son aplicables a rubros relacionados con la agricultura tales como la agroindustria y otros procesos que agregan valor a través de la transformación del producto. En este tipo de sistema se necesita procesar con una velocidad constante la materia prima obtenida del proceso agrícola. Un ejemplo de producción continua es un molino de harina, donde se hace necesario planificar la cantidad necesaria de trigo para realizar la fabricación anual respectiva y llevar un inventario de materias primas en bodega y productos terminados para ofrecer al mercado. El trabajo anual se planifica con anterioridad dada la estacionalidad de la oferta de materia prima considerando las desviaciones históricas que presenta el pasado.

**Sistemas Intermitentes**, son aquellos que se diseñan para artículos que cumplen cierta característica propia o para cumplir pedidos específicos. En la agricultura pocos productos cumplen estos requisitos pero un buen ejemplo sería la clasificación de frutas para supermercados que necesitan ofrecer sus productos en envases de forma y tamaño distintos. La necesidad que tienen los supermercados por diferenciarse entre ellos obliga al productor a realizar este trabajo como pequeños pedidos independientes dado que cada pedido es específico para cada supermercado.

¿Cuál de estos sistemas es el adecuado para planificar la producción agrícola? Dependiendo de la naturaleza de la producción, ambos sistemas se utilizan en la agricultura. Los productos que presentan intermitencia en su sistema productivo son aquellos cuya producción está dada por su anualidad. En cambio los productos que presentan sistemas continuos son en general aquellos cuyo valor agregado es mayor (harina, arroz, vinificación, entre otros). Es en ellos donde es posible planificar y prever las posibles desviaciones a corregir de forma tal de obtener el producto deseado. El sistema de producción debe adaptarse a las necesidades y dar solución al objetivo básico de planeación operativa, subsanando a tiempo las desviaciones que se presentan en un proceso productivo.

### 1.3.3 Elementos de Costos para Administración de las Operaciones

Como se señaló anteriormente, a nivel de empresa la integración y libre competencia es una realidad que debe considerarse en la toma de decisiones. En el caso específico de las empresas agrícolas esto significa cambios en los precios, intensa competencia, oportunidades y amenazas que exigen de la empresa ser más competitiva. Es decir, la empresa debe tener la capacidad y flexibilidad para adaptarse, haciendo un ajuste de sus condiciones endógenas (costos, tecnología, innovaciones, inversiones, etc.) frente a las condiciones cambiantes del medio exógeno, aun más hoy, cuando las políticas agrícolas se están orientando hacia acuerdos comerciales internacionales.

Uno de los principales objetivos de las empresas competitivas es la maximización de los beneficios (ingresos menos los costos). Esto implica que la empresa debe gestionar eficientemente sus actividades internas, evitando los gastos innecesarios, manteniendo un buen clima laboral y escogiendo procesos de producción eficientes.

***Uno de los aspectos más importantes en la gestión de operaciones de las empresas lo constituye la reducción de los costos de producción, ya que el análisis y control de los costos de producción es una herramienta de gran utilidad para medir el grado de competitividad de las actividades productivas.***

Al respecto, el Tópico II, *Contabilidad de Gestión Agropecuaria*, desarrolla la clasificación de los costos de producción en fijos, variables y mixtos, junto con los conceptos de costo unitario, utilidad y punto de equilibrio, propios de la contabilidad de costos en empresas agropecuarias.

En el ámbito agropecuario, a lo menos tres son los factores de mayor incidencia para determinar la macrolocalización de una actividad: a) mercado, b) tecnología, c) recursos naturales.

### 1.3.4 Localización y Disposición de los Sistemas Productivos

En general las empresas agropecuarias tienen definida esta variable, sin embargo, posibles ampliaciones o nuevas orientaciones hacia otros rubros obligan a la empresa a optimizar su localización de modo de obtener mayores ganancias. Es en estos casos donde el tema de la localización puede tener una importancia preponderante, sin dejar de lado también las evaluaciones sobre las ventajas competitivas que poseen las empresas desde la perspectiva de su actual localización.

La **localización** se podría definir como *elegir aquella ubicación que permita las mayores ganancias entre alternativas que se consideren factibles*.

Este aspecto es posible separarlo en dos grandes niveles de decisión, de acuerdo al grado de precisión con que se señala la localización de los sistemas productivos: a) macrolocalización y b) microlocalización.

#### Macrolocalización

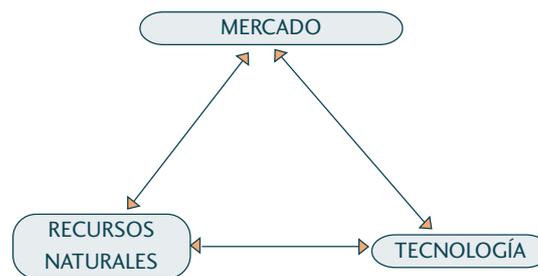
Es el nivel utilizado para los estudios de prefactibilidad<sup>2</sup>. Entrega un nivel de precisión que permite definir grandes zonas homogéneas (microregiones, comunas) factibles de desarrollar determinados sistemas productivos o la instalación de alguna agroindustria.

En el ámbito agropecuario a lo menos tres serían los factores de mayor incidencia para determinar la macrolocalización de una actividad: a) mercado b) tecnología y c) calidad y cantidad de recursos naturales.

Estos factores son interdependientes, es decir, tienen influencia recíproca en su determinación. Así, la tecnología puede determinar el tipo y cantidad de recursos naturales necesarios. Del mismo modo, el mercado puede determinar el tipo de tecnología requerida para ciertos sistemas productivos. Es decir las influencias son múltiples, como se muestra en la Figura III.8.

Sin desmedro de estas relaciones de influencia múltiples, en general el proceso de macrolocalización sigue un ordenamiento que comienza con el mercado, definido por los requerimientos de los consumidores, al establecer el tipo de producto agropecuario que desean para satisfacer sus necesidades. Posteriormente, en función de la tecnología disponible, es posible conocer los requerimientos agroclimáticos para esta

**Figura III.8.**  
Factores de macrolocalización



producción agropecuaria. Conocidos los requerimientos agroclimáticos es posible definir las zonas geográficas que cumplen con dichos requerimientos. En este punto son muy útiles los Sistemas de Información Geográfica (SIG), pues permiten superponer niveles de información, en este caso de requerimientos agroclimáticos, y por tanto definir las zonas geográficas en donde se cumplen los requerimientos deseados.

Algunos indicadores para definir zonas homogéneas desde la perspectiva agroclimática son:

**Suelo:** Profundidad, textura, ph, serie de suelo, fertilidad, clase según capacidad de uso, uso actual.

**Clima:** Temperaturas medias, período libre de heladas, suma anual temperatura base 5 °C y 10 °C, temperatura media máxima mes más cálido, temperatura media mínima mes más frío, humedad relativa media 6 meses más cálidos, humedad relativa media 6 meses más fríos.

<sup>2</sup> Estudio de prefactibilidad corresponde a un nivel de análisis de la idea productiva en que se evalúan diferentes "soluciones" y se propone una alternativa que sea viable y pueda considerarse en forma preliminar como la mejor. Ver Punto 1.1.4, "Etapas de un Proyecto de Inversión Agropecuario", del Tópico VII (Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Agropecuarios).

**Agua:** Precipitación anual, precipitación mes más lluvioso, duración del período seco, evaporación de bandeja anual, máxima evaporación mensual, mínima evaporación mensual, seguridad de riego, sistemas de distribución de aguas.

Una vez definido la macrolocalización, es posible avanzar en la microlocalización.

## Microlocalización

En esta etapa, inserto en una zona homogénea desde la perspectiva agroclimática, no son estos recursos naturales el factor localizacional de importancia, sino más bien la ubicación exacta del sistema productivo que se pretende desarrollar. En general, la literatura señala que el objetivo primordial al definir la localización del sistema productivo sería el disminuir los costos, sin descuidar la calidad. Sin embargo, existen otros factores que en el corto plazo pudiesen estar encareciendo la localización actual pero que en largo plazo pudiesen marcar la ventaja competitiva de la empresa agropecuaria. Por ello, el análisis de localización es de largo plazo e involucra variados aspectos tales como:

- Medios y costos de transporte
- Disponibilidad y costo de mano de obra
- Cercanía de las fuentes de abastecimiento
- Factores ambientales
- Cercanía del mercado
- Costo y disponibilidad de terreno
- Estructura impositiva y legal
- Disponibilidad de agua, energía y otros suministros
- Comunicaciones
- Posibilidades de desprenderse de desechos
- Disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de apoyo
- Condiciones sociales y culturales
- Consideraciones legales y políticas

Las metodologías para determinar la ubicación óptima de un sistema productivo van desde el desarrollo de un modelo que permita optimizar los factores que inciden en el sistema productivo a desarrollar, hasta métodos cualitativos tales como:

a) Método de antecedentes industriales: Se basan en la unión de negocios que poseen similar orientación, como una forma de hacer más fácil y segura la compra del consumidor y por ende mejorar su inserción en el mercado. Ejemplos de este sentido son los repuestos de automóviles que se ubican en una misma calle (10 de Julio en Santiago) o las carnicerías al interior de los mercados en diferentes ciudades de Chile, los restaurantes en sectores de la ciudad, etc. En el ámbito agropecuario pudiese ser la producción agropecuaria de determinados valles, por ejemplo, por la denominación de origen

en vinos o por su cercanía al mercado, como es la producción de hortalizas en los alrededores de grandes ciudades.

b) Método de factor preferencial: Basado generalmente en motivación o intuición del inversionista, quien luego del análisis de factores localizacionales decide más bien guiado por factores no cuantificables.

c) Método de factor dominante: Es el caso en que la dotación de los recursos naturales u otro factor localizacional hace imposible otra ubicación para el desarrollo del sistema productivo. Ejemplos en este sentido son los yacimientos mineros y, en el caso de producción agropecuaria, la producción de uva en el valle de Copiapó —que por las temperaturas de la zona permite realizar la cosecha antes que otros lugares del país— o la producción agropecuaria ligada a la dotación de recursos naturales particulares (suelo, clima, agua).

## Disposición de los sistemas productivos

En general, al definir la disposición de los sistemas productivos se busca optimizar, como variable relevante, la reducción de costos de traslado. Existen dos tipos básicos de disposición de los procesos productivos que pueden ser utilizados para alcanzar este objetivo.

a) **Disposición orientada hacia el proceso:** Proviene de la organización de actividades de acuerdo con la función. Todas las operaciones de naturaleza funcional semejante quedan agrupadas. Para los trabajadores esto significa adquirir habilidades y al final de cuentas una gran pericia. Ejemplos en el ámbito agropecuario son la poda, riego, manejo maquinaria, aplicación de pesticidas, algunas de las

Al igual que la distribución de los sistemas productivos, la distribución de máquinas y equipos posee como criterio principal el disminuir el costo de manejo de materiales.

que inclusive por su especialización han generado empresas de servicio. Estos ámbitos al interior de una gran empresa agropecuaria diversificada prestan el servicio para cualquier rubro, así los podadores son de varias especies frutales, aplican pesticidas a diferentes rubros que pudiesen estar presentes, riegan todas las superficies factibles, se prepara suelo independiente de la especie que se implantará. Esta forma de disponer los procesos ha originado que ciertas labores agrícolas se especialicen (regadores, tractoristas, podadores, etc.).

### b) Disposición orientada hacia el producto:

La organización de las instalaciones y los esfuerzos que se aplican a la elaboración de un determinado producto dan por resultado la distribución por línea. Dentro de esta estructura conceptual se requiere la integración de todos los recursos necesarios, con el fin de lograr la cantidad necesaria y satisfacer los requisitos de calidad del producto a bajo costo. Ejemplos agropecuarios en este sentido existen en empresas que se han especializado en un rubro en particular, tales como la producción de leche, en donde todos los procesos de la empresa se orientan a obtener una leche de adecuada calidad. Este tipo de disposición orientada hacia el producto se hace aún más evidente en el procesamiento de algunos productos agropecuarios, tales como la misma leche y uva, tanto para la industria vitivinícola o pisquera.

La distribución por procesos puede ser más económica que la distribución por productos. Esto se debe a que la distribución por proceso pone el equipo en condiciones de flexibilidad, de manera que se puede utilizar para la elaboración de diferentes productos. La utilización del equipo es buena y la inversión total es baja.

Sin embargo, cuando se satisfacen ciertas condiciones, la distribución por productos puede tener costos de fabricación muy bajos. Estas condiciones se podrían resumir en la forma siguiente: 1) que exista un volumen adecuado para una utilización razonable del equipo; 2) una demanda razonablemente estable del producto; 3) productos estandarizados y 4) suministro continuo de insumos.

En términos generales, ambos sistemas básicos de disposición rara vez se encuentran en forma exclusiva en una empresa y, por tanto, la elección de cada uno de estos enfoques dependerá del tipo de empresa que se trate (rubro y orientación) y del tamaño que posea.

## Distribución de equipos y maquinarias

Al igual que la distribución de los sistemas productivos, la distribución de maquinarias y equipos posee



como criterio principal el disminuir el costo de manejo de materiales. Así, se busca una combinación que sitúe las áreas de procesamiento en puntos relativos tales que resulte mínimo el costo de manejo de materiales que están involucrados en la fabricación de los productos<sup>3</sup>. Se puede considerar como **costo de manejo de materiales** a la *distancia multiplicada por el número de cargas que se deben transportar en un período determinado*. El dato que se necesita es el número de cargas que se deben transportar entre todas las combinaciones de centros de trabajo, el que se puede obtener de los itinerarios y flujos de materiales.

$$\text{Costo de materiales} = d \cdot n$$

donde,

**d:** distancia

**n:** número de cargas

Para cada combinación de departamentos, se podría simplemente sumar los productos de la multiplicación carga por distancia. La combinación que de un total más pequeño será la mejor distribución.

En la agricultura, con el objetivo de tratar de disminuir los costos de manejo de materiales, tanto de productos cosechados como de materiales (bandejas, pesticidas, insumos, mano de obra, etc.), esta metodología debería utilizarse con el fin de definir la ubicación de las bodegas de insumos (fertilizantes, pesticidas, etc.), de los galpones para la maquinaria (tractor, enfardadoras, etc.) o del parking, considerando siempre los diferentes rubros que posee el predio y las distancias entre los diferentes potreros.

Una vez establecida la distribución ideal de los centros de trabajo, se debe complementar con la estimación del área que requiere cada centro, lo que puede hacerse a partir del número de máquinas necesarias en cada centro y de la superficie que requiere cada

<sup>3</sup> Buffa, 1986.

máquina. Esta estimación de área por centro de trabajo se puede esquematizar en un diagrama de bloques, en que cada bloque representa la superficie necesaria por centro. Posteriormente, este diagrama se acomoda para confeccionar la distribución general acorde a un marco de referencia, ajustándose así a las restricciones de forma y dimensiones impuestas ya sea por el terreno o por la construcción existente. En esta etapa se procede a considerar la ubicación de los pasillos de tráfico, la disposición de las máquinas en los centros de trabajo, el diseño de áreas de servicio para planta y personal, entre otros.

A nivel predial, los centros de trabajo (packing, centros de acopio, bodegas etc.), deben ser ordenados en función de las labores y equipos necesarios para su eficiente desempeño. Es necesario considerar el espacio necesario para el desempeño de los equipos y maquinarias (anchos de equipos, por ejemplo tractores, camiones, circulación de mano de obra) y el flujo que deben tener los productos o insumos (desde recepción hasta su despacho). Por ello, confeccionar un diagrama de bloques permitirá además de conocer la dirección del proceso, dimensionar los espacios necesarios en cada estación o actividad.

### Distribución por línea de producto: balanceo de líneas<sup>4</sup>

Al diseñar una línea de producción el problema central es el equilibrio, el que se refiere a la simetría de producción de las operaciones sucesivas que forman la línea. Si todos los rendimientos son iguales estarán en equilibrio perfecto y se puede esperar que la producción fluya sin problemas. Si los rendimientos son desiguales se sabe que la producción máxima de toda la línea estará determinada por la *operación más lenta de la secuencia*. Esta operación lenta, llamada a menudo **cuello de botella**, restringe el flujo del proceso. Así cuando existe desequilibrio en la línea se está desperdiciando capacidad en todas las operaciones.

Para solucionar estos problemas se utiliza el procedimiento de **balancear la línea de producción**. Para estar en condiciones de lograr el balance es preciso conocer los tiempos necesarios para realizar las diferentes actividades involucradas en la generación de los productos y, también, la flexibilidad que existe en la secuencia de estas tareas o actividades. La flexibilidad en la secuencia es una ayuda importante para especificar los grupos de actividades que componen las operaciones o estaciones de una línea balanceada. Por tanto, la primera parte del procedimiento para balancear una línea es elaborar una lista de tareas que muestren las restricciones de secuencia y los tiempos necesarios para cada tarea. Con esta información y



con los tiempos indicados es posible establecer un diagrama del proceso. Este diagrama simplemente refleja en forma gráfica, los requisitos de secuencia que posee el proceso completo. Ahora se puede proceder a agrupar las tareas con el fin de buscar el balanceo. Para ello se debe tener presente la capacidad de cada línea y buscar un buen balanceo dentro de esa limitación. Esta situación ocurre en plantas elaboradoras de productos lácteos en donde la materia prima y los subproductos de ciertos procesos toman diferentes líneas de procesamiento; similar situación puede ocurrir en la elaboración de bebidas alcohólicas (vino, licores, etc.).

Si no hubiesen restricciones a la capacidad, el problema sería sencillo: Se seguiría el método del mínimo común múltiplo. Por ejemplo, si hubiera tres operaciones que absorbieran respectivamente 3,2, 2,0 y 4,0 minutos, se dispondría de 8 estaciones de la primera, cinco de la segunda y diez de la tercera (0,4 minutos es el mínimo común múltiplo), de manera que la capacidad de la línea estaría balanceada produciendo 150 unidades por hora en cada operación (60 minutos/0,4 minutos).

Sin embargo, a veces la restricción viene dada por el tiempo máximo de cada ciclo. Por ejemplo, si se solicita que la línea debe producir una unidad completa cada 10 segundos y los tiempos que se invierten en todas las tareas suman 45,8 segundos, el mínimo de **estaciones de trabajo** que se requieren es de 5. Cualquiera solución que exigiera más de cinco estaciones (por problemas de secuencia), incrementarían los costos de producción.

Una estación está constituida por un grupo de elementos de trabajo ejecutados por una cantidad determinada de personas o máquinas. De esta forma, las estaciones de trabajo agrupan un número de tareas permitiendo acortar el tiempo de proceso de una

unidad, sin aumentar el número de líneas sino que por medio de la ejecución simultánea de tareas. Las unidades de producto son transferidas de una estación de trabajo a otra hasta alcanzar su punto de despacho. Esto es aplicable a aquellos procesos de producción en lotes o tipo "batch", más que procesos continuos y/o automáticos.

### Pasos para lograr el equilibrado de una línea de producción<sup>5</sup>

1. Especificar cuáles son las relaciones de secuencia entre tareas, por medio de un **diagrama de precedencia**. El diagrama consiste en círculos y flechas. Los círculos representan tareas individuales y las flechas indican el orden de la ejecución de las tareas.

2. Determinar el **tiempo de ciclo requerido (C)** con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción por día en unidades}}$$

3. Determinar el **número teórico mínimo de estaciones de trabajo (N)** necesarias para satisfacer la restricción del tiempo de ciclo:

$$N = \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

4. Seleccionar una **regla inicial para la asignación de tareas** a las estaciones de trabajo y una regla secundaria para romper los empates.

5. **Asignar tareas** una por una. Empezar con la primera estación de trabajo, hacer que la suma de los tiempos de las tareas sea igual al tiempo de ciclo o no sea posible ninguna otra tarea debido a las restricciones de tiempo o secuencia. Repetir el proceso para la estación dos, para la estación tres, etc. Hasta asignar todas las tareas.

6. Evaluar la **eficiencia del equilibrado** con la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas}}{\text{Número real de estaciones de trabajo} * \text{Tiempo de ciclo}}$$

7. Si la eficiencia no es satisfactoria, se debería volver a obtener el equilibrado con otra regla de decisión.

Para explicar el procedimiento se desarrollará, como ejemplo, el balanceo de líneas de una planta elaboradora de quesos y yogurt para determinar el número mínimo de **estaciones de trabajo** teóricas que sería necesario para producir 8.400 kilos de queso por semana.

En el Cuadro III.4. se detallan las tareas que se efectúan en la planta, el tiempo de ejecución de cada una y la secuencia de éstas.

El primer paso corresponde a la especificación de las relaciones de secuencia entre tareas por medio de un diagrama de precedencia (Figura III.9.).

La empresa de productos lácteos trabaja 16 horas diarias, seis días por semana en dos turnos. Entonces, se tienen 96 horas a la semana disponibles de trabajo, es decir 5.760 minutos.

Como se deben producir 8.400 kilos de queso, la línea debe cada 0,68 minutos entregar un kilo de queso, lo que es su **tiempo de ciclo**. Igualmente, como la **suma de los tiempos de las tareas** es de 182 minutos para la producción de queso, el **número teórico de estaciones** sería de:  $182/0,68 = 267,6$  estaciones.

Las estaciones de trabajo agrupan un número de tareas permitiendo acortar el tiempo de proceso de una unidad, sin aumentar el número de líneas si no que por medio de la ejecución simultánea de tareas.

<sup>5</sup> Chase, 1994.

**Cuadro III.4.**

**Ejemplo balanceo de líneas: planta elaboradora de quesos y yogurt; tareas, tiempos estimados y restricciones de precedencia, por cada 1.000 litros de leche.**

TAREAS	TIEMPO DE EJECUCIÓN (minutos)	CADA TAREA DEBE SEGUIR A LA QUE SE INDICA ABAJO
Recepción, filtrado de leche (A)	5	-
Estandarización (B <sub>1</sub> )	10	A
Homogenización (B <sub>2</sub> )	10	B <sub>1</sub>
Pasteurización (C)	15	B <sub>2</sub>
Enfriado queso (D)	5	C
Calentamiento a 92 °C yogurt (E)	15	C
Enfriado yogurt (F)	10	E
Cultivos lácticos queso (G)	15	D
Cultivos lácticos yogurt (H)	120	F
Formación de cuajada (I)	40	G
Cortado (J)	2	I
Agitado queso (K)	15	J
Agitado yogurt (L)	10	H
Desuerado (M)	5	K
Moldeado (N)	10	M
Incorporación sabores yogurt (O)	2	L
Prensado queso (P)	50	N

Queso = 182 minutos  
 Yogurt = 197 minutos

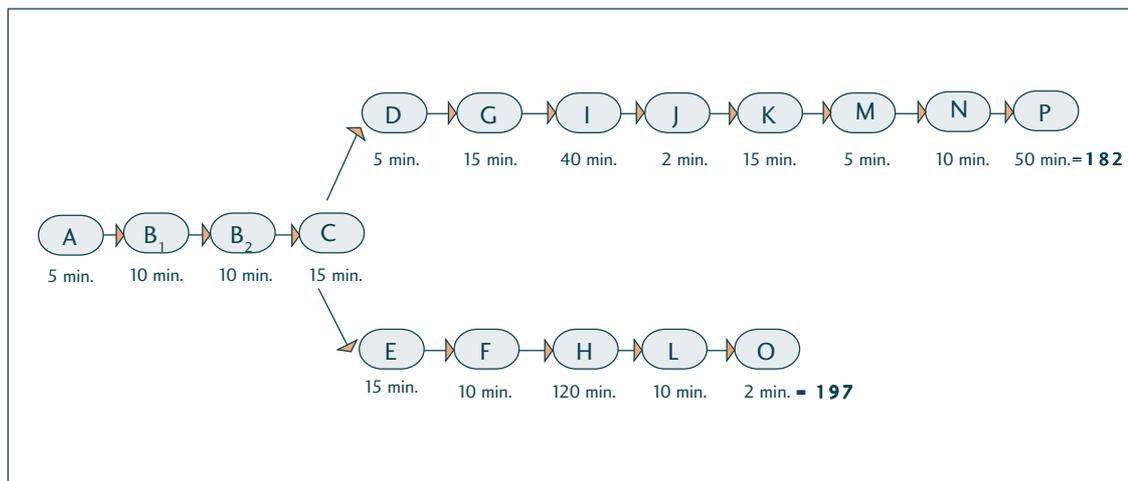
Este ejemplo supone la elaboración de unidades en forma individual, es decir, cada kilo de queso por separado, cuestión que no ocurre en este tipo de industria en donde se procesa por stocks de volúmenes. En este caso los tiempos de las tareas fueron calculados por cada 1.000 litros de leche y, dado que cada 10 litros de leche se obtiene aproximadamente un kilo de queso, en los 182 minutos (suma de tiempos

de las tareas) se obtienen 100 kilos de quesos. Por tanto el número de teórico de estaciones será 2,68 (182/68), es decir, 3 estaciones como mínimo.

Cada estación podrá demorar máximo 68 minutos, que corresponde al tiempo de ciclo para procesar 100 kilos de queso. *La regla inicial para la asignación de tareas a las estaciones de trabajo es respetar el or-*

**Figura III.9.**

**Ejemplo balanceo de líneas: diagrama de precedencia de una planta elaboradora de quesos y yogurt.**



**Cuadro III.5.**  
**Ejemplo balanceo de líneas: asignación de tareas a estaciones de trabajo**

TAREAS	TIEMPO EJECUCIÓN DE LA TAREA (min.)	TIEMPO ACUMULADO POR ESTACIÓN	TIEMPO MUERTO (min.)	ESTACIÓN DE TRABAJO
Recepción, filtrado de leche (A)	5	5		
Estandarización (B <sub>1</sub> )	10	15		
Homogenización (B <sub>2</sub> )	10	25	(68-60)	
Pasteurización (C)	15	40	=8	1
Enfriado (D)	5	45		
Cultivos lácticos queso (G)	15	60		
Formación de cuajada (I)	40	40	(68-57)	
Cortado (J)	2	42	=11	2
Agitado queso (K)	15	57		
Desuerado (M)	5	5	(68-65)	
Moldeado (N)	10	15	=3	3
Prensado queso (P)	50	65		
Queso = 182 minutos				

den del proceso. El Cuadro III.5. muestra la asignación de las tareas a las estaciones, siguiendo la regla inicial, hasta acumular un tiempo de trabajo igual o menor a 68 minutos.

Por lo tanto, la distribución de los procesos está definida como:

Estación 1: Recepción, estandarización, pasteurización, enfriado, cultivos lácticos.

Estación 2: Formación cuajada, cortado, agitado queso.

Estación 3: Desuerado, moldeado, prensado.

La eficiencia del equilibrado es:

$$\text{Eficiencia} = \frac{172}{3 \times 68} = 84.3\%$$

## Método de centro de gravedad<sup>6</sup>

El método de centro de gravedad es una técnica para localizar instalaciones únicas que considera las instalaciones existentes, las distancias entre ellas y la nueva instalación, y el volumen de bienes que hay que transportar. Muchas veces se emplea esta técnica para ubicar fábricas o centros de distribución intermedios. Este método, en su forma más sencilla, supone que son iguales los costos de transporte de entrada y salida y no incluyen costos especiales de envíos por no completar la carga.

El método de centro de gravedad comienza por colocar en un sistema de coordenadas las instalaciones existentes. La elección del sistema de coordenadas es totalmente arbitraria, el propósito es establecer las

distancias relativas entre instalaciones. El centro de gravedad se determina calculando las coordenadas X e Y que corresponden al menor costo de transporte. Este método puede ser utilizado para determinar la ubicación de centros de acopio en leche, salas de ordeñas, packing, bodegas de insumos, bodegas vinificadoras etc., considerando las diferentes fuentes proveedoras, sean internas al predio o externas, y minimizando los costos de traslado.

### 1.3.5 Técnicas de Mejoramiento de Productividad

Dentro de la gestión de operaciones existe una amplia gama de enfoques, filosofías, métodos y herramientas que permiten ir mejorando las operaciones productivas en la empresa. A continuación se describen algunos de los enfoques más utilizados.

## Diseño óptimo de las instalaciones físicas y de campo

Un buen diseño de las instalaciones físicas y de campo tiene por objetivo optimizar el transporte y movimiento en las actividades productivas, ya sea de animales, maquinaria, forrajes, o insumos en general. Se puede aplicar tanto a nivel del diseño físico del campo como a un todo (potrero, caminos, puertas, etc.) como a nivel de una instalación específica, como puede ser un patio de alimentación, sala de ordeña, bodega, packing, entre otros. Un diseño inadecuado conlleva a una mayor pérdida de tiempo, mayor gasto de combustible y de los equipos, mayor estrés de los animales y de los trabajadores, entre otros.

<sup>6</sup> Chase, 1994.

## Diseño de trabajo

El diseño del trabajo se refiere a la organización y naturaleza de todas las actividades y movimientos que deben realizar los trabajadores en sus faenas, como puede ser la siembra y cosecha, ordeña, etc. El diseño del trabajo incluye aspectos tales como las instalaciones en que se realiza el trabajo, las herramientas utilizadas, la organización de un equipo o cuadrilla de trabajadores, la planificación de las actividades, etc. Este es un área central del mejoramiento de la productividad laboral, puesto que incide en la eficiencia, en la calidad y también en la seguridad del trabajo. Al igual que cualquier empresa industrial o manufacturera, las empresas agropecuarias deben cumplir con las normas relativas a leyes laborales con todo lo que ello implica.

En las empresas agrícolas, las preguntas como: ¿qué cantidad de mano de obra se requiere durante la cosecha? o ¿habrá suficiente trabajo para ocupar la mano de obra disponible durante todo el año? deben ser respondidas antes de iniciar el proceso productivo. Al respecto la experiencia propia o aquella adquirida por otros empresarios agrícolas es relevante al momento de realizar el diseño de los trabajos. La forma más eficiente de utilizar la mano de obra depende en gran parte de la cantidad de fuerza motriz o maquinaria utilizada y de la cantidad del equipo mediante el que se aprovecha esa energía. Por ejemplo la decisión está entre usar exclusivamente caballos o un tractor o una combinación de ambos como fuente de fuerza motriz. También deberá resolverse sobre el número de caballos o la potencia del tractor, para lo que se requiere conocer previamente la cantidad de fuerza que se necesita durante la época de mayor actividad al interior de un predio.

## Análisis y diseño de procesos

Todas las actividades productivas están interrelacionadas entre sí, conformando lo que se puede llamar un flujo de actividades. Un proceso es un conjunto de actividades que generan algún producto o servicio valioso. El objetivo del análisis y diseño de procesos es analizar el tipo de actividades que se realiza y la secuencia que se sigue, de manera de simplificarlas y eliminar actividades ineficientes o riesgosas, aumentando así la productividad total.

El análisis y diseño de los procesos al interior de una empresa agropecuaria así como la planificación ganadera o de los cultivos y el uso de la mano de obra y maquinarias, previa consideración de las exigencias de los negocios en que se ha decidido incursionar, en general se traduce en que las empresas agropecuarias puedan mantenerse competitivas en los mercados modernos. Por ejemplo, una buena rotación de culti-

**La calidad total no sólo se refiere al producto o servicio en sí, sino que es la mejoría permanente de la organización en donde se compromete cada trabajador.**

vos conserva la fertilidad del suelo, evita la erosión, contribuye al control de malezas y plagas, etc., ayudando a aumentar la competitividad y sostenibilidad de los sistemas productivos.

## Reingeniería

El concepto de reingeniería utilizado en la administración significa volver a comenzar de nuevo, de forma de hacer lo que ya se está haciendo, pero de mejor forma. Es decir, consiste en la "reinvención" de la empresa para rediseñar los procesos de forma que estos no estén fragmentados.

A continuación se presentan algunas características comunes de procesos renovados por medio de la reingeniería:

- **Varios oficios se combinan en uno:** La característica más común y básica de los procesos rediseñados es que desaparece el trabajo en serie. Es decir, muchos oficios o tareas que antes eran distintos se integran y comprimen en uno solo, permitiendo terminar con los errores, demoras y repeticiones. Además, se reducen los costos indirectos de administración dado que los empleados encargados del proceso asumen la responsabilidad de ver que los requisitos del cliente se satisfagan a tiempo y sin defectos.

Un caso típico al respecto lo podría constituir el proceso al interior de un huerto, en donde la cosecha debiera ser realizada en forma tal que la selección posterior a nivel de packing sea lo más rápida posible. Ello requiere tener operarios o trabajadores a nivel de huerto con un alto compromiso y responsabilidad por lo que están haciendo. Sin embargo, en ocasiones aquello no es posible por diversos factores (salarios, educación, cultura, etc.), que no es del caso analizar, pero que debiesen ser evaluados en forma particular para evitar la duplicidad de trabajos y mejorar la eficacia de las tareas.

- **Los trabajadores toman decisiones:** En lugar de separar la toma de decisiones del trabajo real, la toma de decisiones se convierte en parte del trabajo, lo que implica comprimir verticalmente la organización, de manera que los trabajadores ya no tengan que acudir al nivel jerárquico superior y tomen sus propias decisiones, permitiendo que existan menos demoras, costos indirectos más bajos, mejor reacción de la clientela y mayores atribuciones para los trabajadores.

En el caso de las empresas agropecuarias, en donde la mano de obra prácticamente no tiene ningún nivel capacitación, el desarrollo de actividades de formación así como de programas de incentivos (no sólo monetarios), constituye un aliciente para que los trabajadores tomen más y mejores decisiones para el logro de los objetivos que se ha planteado la empresa, ayudando en su funcionamiento y eficiencia.

- **Los pasos del proceso se ejecutan en orden natural:** En los procesos rediseñados, el trabajo es secuenciado en función de lo que realmente es necesario hacerse antes o después, acelerándolos ya que muchas tareas se hacen simultáneamente y disminuye el tiempo que transcurre entre los primeros pasos y los últimos.

La *reingeniería de los procesos* implica ciertos cambios, entre los que se cuentan:

- Cambio en las unidades de trabajo: de departamentos funcionales a equipos de procesos
- Los trabajos cambian: de tareas simples a trabajo multidimensional
- El papel del trabajador cambia: de controlado a facultado
- La preparación para el trabajo cambia: de entrenamiento a educación
- El enfoque de medición de desempeño y compensación se desplaza: de actividades a resultados
- Cambian los criterios de ascenso: de rendimiento a habilidad
- Los gerentes cambian: de supervisores a entrenadores
- Estructuras organizacionales cambian: de jerárquicas a planas

Hoy en día las empresas agropecuarias deben dirigirse a fortalecer la capacidad propia de innovar, y generar nuevas estrategias de producción y comercialización. La interacción entre los productores, la comunicación de ellos con otros agentes económicos, sociales y políticos, y la búsqueda de soluciones es básica frente a los cambios del entorno. Ello implica la incorporación de temas nuevos, complementarios al tema productivo, como la capacidad

organizacional y empresarial, lo agroindustrial y comercial. La reingeniería a nivel agropecuario implica una nueva forma de enfrentar los problemas y entrega nuevas soluciones que son parte del mejoramiento continuo de la gestión de operaciones a nivel de empresas agrícolas. Ejemplos actuales se pueden visualizar en el desarrollo de los grupos de transferencia tecnológica y en la activa participación que están teniendo los centros de gestión a lo largo de Chile, como agentes de cambio permanente en las diferentes actividades productivas.

## Gestión de calidad total

La creciente globalización económica hace necesario un cambio total de enfoque en la gestión de las organizaciones, en donde las empresas buscan elevar los índices de productividad, tener mayor eficiencia y entregar productos y servicios de calidad.

El concepto de calidad total constituye un modelo de hacer negocios con orientación hacia el cliente. *La calidad total no sólo se refiere al producto o servicio en sí, sino que es la mejoría permanente de la organización en donde se compromete cada trabajador, desde el gerente hasta el funcionario del más bajo nivel jerárquico, con los objetivos empresariales.*

La gestión de la calidad total requiere dentro de los insumos primarios la educación previa de sus trabajadores, de forma de lograr una mejor predisposición y capacidad de asimilar los problemas de la calidad, una mejor capacidad de análisis y observación de los procesos, de tal manera que cualquier empleado pueda aplicarse a la calidad de los productos o servicios que ofrece la compañía. Igualmente importante es el establecimiento de los estándares de calidad, y así poder cubrir todos los aspectos relacionados al sistema de calidad.



La implantación de un sistema de gestión de calidad total es un proceso largo y complicado ya que implica modificar la filosofía de la empresa y la forma de trabajar que tienen los funcionarios dentro de la organización.

La gestión de calidad total se fundamenta dentro de otros aspectos en la competitividad como objetivo básico y para ello se requiere realizar un trabajo bien hecho, incorporando un mejoramiento continuo en los procesos y con la colaboración de los diferentes agentes que desarrollan alguna actividad al interior de la organización.

En ocasiones el sistema de calidad total tiene problemas para su desarrollo e implementación debido a que no se encuentra definido lo que lo se entiende por calidad y se desconoce lo que el cliente opina y lo necesario para que esté satisfecho.

Así, el mejoramiento continuo teniendo como fin la calidad implica que los esfuerzos de todo el personal se orienten hacia el mejoramiento constante de sus actividades y a ofrecer un valor agregado al cliente final.

Un ejemplo de empresas agropecuarias que debiesen centrar su proceso productivo hacia este tipo de modelo lo constituyen aquellas dedicadas al abastecimiento de hortalizas en supermercados, en donde existen altas barreras de entrada, alta competencia entre los proveedores y los clientes día a día son más exigentes en cuanto a presentación, madurez, aromas, etc., es decir, en cuanto a calidad. El descuido en cualquier etapa del proceso productivo (exceso de agroquímicos, falta de madurez, sobremadurez, etc.), que afecte la calidad del producto final se traducirá rápidamente en la pérdida de clientes y por ende de mercado para dichos productos debiendo reasignarlos a nichos menos exigentes y con disposición a cancelar menores precios.

## Benchmarking

El benchmarking de una empresa u organización se define como el proceso que permite medir y comparar a la empresa con otras de carácter mundial, entregando información que ayuda a la ejecución de acciones para mejorar el desempeño. Es decir, el benchmarking es un instrumento eficaz para descubrir, analizar e implementar el modo en que las empresas líderes efectúan sus procesos y de este modo aprender a ser competitivos, mediante el análisis y mejoramiento de los procesos claves de una empresa.

Mediante el benchmarking la organización mira hacia afuera para aprender de las otras empresas acelerando su capacidad de innovación y cambios, lo que reduce la distancia que la separa de las mejores empresas y posteriormente superarlas.

**El benchmarking es el proceso que permite medir y comparar a la empresa con otras de carácter mundial, entregando información que ayuda a la ejecución de acciones para mejorar el desempeño.**

En general, un proceso de benchmarking se puede describir mediante el entendimiento de los procesos propios de la organización y de los factores que efectivamente influyen en el éxito de ésta, aprendiendo de otras organizaciones la razón por la que hacen esos procesos mejor que la propia organización y adaptando el aprendizaje realizado.

### Pasos para la realización del benchmarking

- 1) Determinar el área o proceso en el que se desarrollará el benchmarking, según lo realmente importante para la empresa u organización.
- 2) Creación del equipo de trabajo, el que determinará los factores claves a medir, cómo medirlos y desarrollar indicadores que permitan realizar las comparaciones.
- 3) Determinación de las empresas a las que se va a estudiar.
- 4) Desarrollar y diseñar la metodología para la obtención información.
- 5) Resumir los datos encontrados en el proceso de benchmarking, determinando los factores de éxito y jerarquizando los factores según su importancia y desempeño.
- 6) Establecer las diferencias entre la organización y aquella que se analizó.
- 7) Desarrollar un plan para igualar y superar a la empresa analizada.

Un ejemplo de proceso de benchmarking lo constituye el desarrollo y producción de nuevas alternativas agropecuarias (ej: frutales, plantas medicinales y aromáticas, avestruces, etc.), en donde en general se importan tecnologías, material genético y sistemas de producción desde otros países en que ya se han probado y, posteriormente, se adaptan a las condiciones locales vía investigación y financiamiento de forma de desarrollar ventajas competitivas que permitan a las empresas nacionales competir en los mercados mundiales.

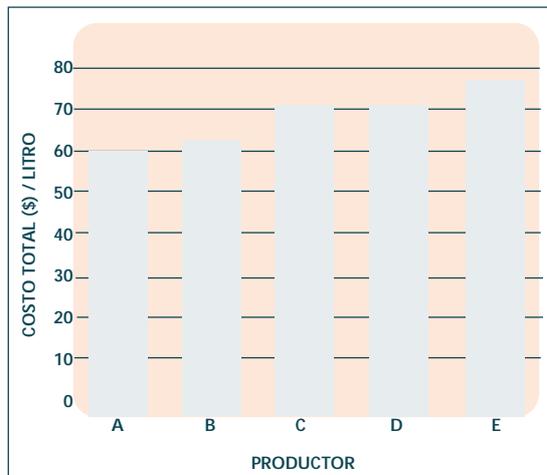
**Cuadro III.6.**

**Ejemplo de benchmarking: comparación de costos por litro de leche de cinco productores de la zona sur del país.**

Código / Ítem	Productor A	Productor B	Productor C	Productor D	Productor E
Alimentación	18,1	19,3	32,6	15,4	27,6
Mano de Obra	6,4	7,2	6,0	10,8	9,1
Inseminación	1,1	2,4	0,8	0,0	1,1
Farmacia	1,0	2,3	1,2	1,5	2,6
Servicio Veterinario	1,1	0,2	1,0	0,5	1,5
Mantenciones	4,1	6,2	1,7	5,4	3,6
Arriendo de Maquinaria	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Control Lechero	1,0	1,2	0,8	0,0	0,0
Depreciación	6,5	7,2	4,5	13,1	0,8
Arriendo Terreno	1,4	0,0	5,1	0,0	0,0
<b>Total Costos Directos</b>	<b>40,7</b>	<b>46,0</b>	<b>53,7</b>	<b>46,8</b>	<b>46,2</b>
Gastos Generales	19,0	19,4	17,2	24,5	31,0
<b>Costo Total</b>	<b>59,7</b>	<b>65,4</b>	<b>70,9</b>	<b>71,3</b>	<b>77,2</b>

**Gráfico III.2.**

**Ejemplo de benchmarking: comparación de los costos totales por litro de leche de cinco productores.**



Otro ejemplo de benchmarking es la comparación a nivel local de los resultados económicos de la empresa con otras que se desempeñan bajo condiciones similares. En el Cuadro III.6.<sup>7</sup> se muestra la comparación de cinco productores de leche de la zona sur del país que pertenecen a un Centro de Gestión. A través de éste se recopilaban los principales ítemes de costos por litro de leche y se hizo una comparación de los costos totales observados.

Como se muestra en el Gráfico III.2., el productor denominado por la letra A es el que presentó los menores costos por litro de leche, a la vez que el productor "D" registró los más altos. Para los agricultores, un análisis comparativo de esta naturaleza es de

gran importancia por cuanto permite detectar el nivel de desempeño frente a otros agricultores que producen en circunstancias similares. Luego de este primer análisis, corresponde que el agricultor prosiga revisando su desempeño en los ítemes que él considere de mayor incidencia para detectar el origen de sus resultados.

### Supply Chain Management (gestión de cadenas de suministro o aprovisionamiento)

Hoy en día las empresas deben hacer más eficientes sus procesos internos de negocio para mantener su competitividad. Además deben monitorear la información externa a la organización y estar preparadas para reaccionar rápida y automáticamente a través de la cadena de suministro.

La gestión de aprovisionamiento o suministro de materiales como un modelo de eslabonamiento de proveedores y clientes constituye una oportunidad empresarial para la reducción de costos, agregando valor a la empresa cliente. A la gestión de este modelo logístico eslabonado se le denomina Supply Chain Management (SCM).

La cadena de aprovisionamiento significa que el trabajo es hecho por cada uno que contribuye al producto y por el servicio de una empresa que conduce al cliente final. El objetivo es la integración entre las empresas de cliente a cliente, permitiéndoles trabajar juntas.

<sup>7</sup> Fundación Chile, 2000.

La SCM busca mejorar el funcionamiento financiero, bajando costos y haciendo más fácil para clientes hacer negocios con sus proveedores, mediante la agregación de valor a los clientes.

Los sistemas deben ser capaces de proporcionar una integración completa de actividades como planeación, optimización, ejecución y medición del desempeño. Estas actividades deben integrarse en forma automática a través de cada proceso de negocio (diseño de la cadena del valor, planeación, fuentes de abastecimiento, manufactura, entrega y atención de clientes).

La SCM permite a las empresas analizar en tiempo real las condiciones cambiantes del mercado a lo largo de la empresa, tomar decisiones rápidamente, desarrollar planes optimizados de producción, compras, distribución y posteriormente ejecutarlos ágilmente a través de toda la cadena de suministros.

Aplicaciones y ejemplo de esta técnica de mejoramiento de la productividad lo constituyen el desarrollo de los programas de desarrollo de proveedores, donde una empresa se asocia con un gran número de proveedores de forma de capacitarlos y transferir tecnología para que le entreguen los productos que realmente requiere la empresa.

## Customer Relationship Management (gestión de relaciones con el cliente)

La competencia actual y la globalización dificultan enormemente la diferenciación entre los productos.

La implementación de un sistema CRM requiere del análisis de la información de los clientes, planificación de estrategias para llegar al cliente e interacción y nuevo análisis de la información.

Como resultado, las empresas se han volcado sobre una nueva fuente de diferenciación, el cliente. Para los altos ejecutivos que se dan cuenta del valor de pasar de un enfoque centrado en el producto a uno centrado en el cliente, la solución de la gestión de las relaciones con el cliente (CRM) es clave ya que permite crecer y optimizar la productividad en el mercado actual.

El concepto de CRM constituye una nueva forma estratégica y exitosa de hacer negocios, con ventajas tales como una rápida implementación, una total integración con las aplicaciones y comercio electrónico.

El uso de Internet y el desarrollo de bases de datos han permitido que los sistemas CRM se desarrollen ampliamente por diferentes empresas que prestan servicio a aquellas empresas que deseen acercarse y satisfacer a sus clientes, permitiéndoles ganar mercados y competitividad.

La implementación de un sistema CRM requiere del análisis de la información de los clientes, planificación de estrategias para llegar al cliente e interacción y nuevo análisis de la información.

Dentro de los factores para una implementación exitosa del sistema CRM se requiere que en las empresas exista compromiso de la gerencia, contar con información depurada, actualizada y a tiempo, compromiso del equipo de ventas en el ingreso de datos con calidad, conocimiento detallado de la herramienta, seguimiento y cumplimiento de compromisos establecidos, disposición del personal de ventas para consigo y para la compañía y tener una mentalidad de servicio hacia los clientes y no sólo de ventas.

El desarrollo de páginas web de comercio electrónico es una clara señal de cómo las empresas se acercan y capturan el interés de sus clientes y permiten conocer sus necesidades con gran velocidad y precisión. Un ejemplo de este tipo a nivel agropecuario, lo constituye un sinnúmero de empresas productoras de bienes o servicios que permiten hacer sugerencias y comentarios respecto a la calidad de los productos y servicios que ofrecen y que realizan ventas por este medio.

En Chile, los servicios y empresas estatales que trabajan en el ámbito agropecuario (Ministerio de Agricultura, SAG, Indap, FIA, Corfo, etc.), mediante la interacción con las personas que visitan y se inscriben en sus sitios web, pueden detectar fácilmente las necesidades y requerimientos por parte de agricultores, empresas, etc., permitiendo un mejoramiento permanente en la comunicación y en los servicios ofrecidos.

### 1.3.6 Herramientas para Mejorar la Productividad

#### La investigación de operaciones

La investigación de operaciones se define como *la aplicación del método científico a los problemas de decisión de las empresas y otras organizaciones*, permitiendo tomar decisiones a nivel de la gerencia, mediante la construcción de modelos matemáticos basados en la obtención de resultados óptimos.

Algunas de las aplicaciones de la investigación de operaciones se relacionan con:

- *Procesos de control de inventarios*, minimizando los costos y deterioro por la mantención de inventarios.
- *Procesos de líneas de espera o teoría de colas*.
- *Procesos de asignación de recursos*.
- *Procesos de sustitución o reemplazos*, que pueden realizarse de manera preventiva o correctiva, ya sea por vejez, desgaste o muerte.
- *Procesos competitivos o teoría de juegos*, que tienen como dato característico al menos dos competidores con varias acciones a seleccionar.
- *Proceso combinado*, haciendo uso de más de uno de los procesos de la Investigación de Operaciones.
- *Procesos de simulación*, modelando la esencia de una actividad o de un sistema que puedan conducir a evaluar el comportamiento del sistema o su respuesta en el tiempo.

Un proyecto de investigación de operaciones hace uso de una metodología para resolver problemas. Ésta considera una serie de etapas, dentro de las que se cuentan:

- 1) Estudio de la organización.
- 2) Interpretación de la organización como un sistema.
- 3) Aplicación del *Método Científico*, el que consta de las siguientes fases:
  - Formulación del problema.
  - Construcción del modelo matemático que represente el sistema en estudio.
  - Derivación de la solución a partir del modelo.
  - Comprobación del modelo y de la solución derivada de él.
  - Aplicación de la solución (ejecución).

#### Los modelos matemáticos

Los modelos son representaciones idealizadas que constituyen una expresión que resume un problema de decisión, en forma tal que haga posible la identi-

La investigación de operaciones se define como la aplicación del método científico a los problemas de decisión de las empresas y otras organizaciones.

cación y evaluación sistemática de todas las alternativas de decisión del problema. Después se llega a una decisión seleccionando la alternativa que se juzgue mejor.

Los modelos pueden clasificarse como:

- **Modelos icónicos.** Representan en forma física un sistema real, en una escala aumentada o reducida. Ej: autos de juguete respecto a los autos verdaderos.
- **Modelos análogos.** Representan cualidades y propiedades del modelo y requieren la sustitución de estas propiedades por otras para poder manipular al modelo. Ej. Un modelo de distribución de la planta puede utilizarse como modelo análogo para el estudio de movimientos de la misma.
- **Modelos simbólicos o matemáticos.** Utilizan símbolos (signos, letras, números, etc.) y funciones matemáticas para representar las variables de decisión y sus relaciones que determinan el comportamiento del sistema.

Un modelo matemático comprende principalmente tres conjuntos de elementos:

- 1) *Variables y parámetros de decisión*, donde las variables son las incógnitas o decisiones que deben determinarse según se vaya resolviendo el problema.
- 2) *Restricciones*, que son aquellas limitaciones que se deben tomar en cuenta, como las tecnológicas, económicas y otras del sistema que van a restringir a las variables de decisión en un rango de valores que resulte factible.

- 3) *Función objetivo*, que define la medida de efectividad que obtiene el sistema, cuando los valores de las variables de decisión, con sus respectivos parámetros y restricciones, dan como resultado un mejoramiento del sistema.

## Optimización matemática y aplicaciones en gestión de operaciones agrícolas

El concepto de optimización generalmente se relaciona con la maximización o minimización de una o más funciones, sujeto posiblemente a un conjunto de restricciones. Las técnicas de optimización permiten solucionar un amplio rango de problemas.

El uso de la optimización matemática permite modelar el comportamiento de los agentes económicos dentro de un marco coherente de análisis, teniendo como base el hecho que dichos comportamientos susceptibles de ser modelados entregarán explicaciones y permitirán realizar predicciones.

Dentro de los métodos de optimización se pueden mencionar:

- a) La programación lineal, con aplicaciones para la toma de decisiones en mezclas de productos, fabricación o compra, raciones alimenticias, administración de carteras de valores, planificación de la producción, etc.
- b) La optimización multiobjetivo con programación de metas, con aplicaciones en problemas en que existen objetivos múltiples, es decir, dos o más metas por lograr.
- c) Administración de Proyectos: CPM y PERT.
- d) Pronósticos.

En el mercado existe hoy día gran disponibilidad de soportes computacionales que facilitan la resolución de los problemas, haciendo fundamental el entendimiento y comprensión de los conceptos que hay detrás de cada uno de estos métodos de optimización.

### Programación Lineal

La programación lineal es el estudio de modelos matemáticos concernientes a la asignación eficiente de los recursos limitados en actividades conocidas, con el objetivo de satisfacer la meta deseada, como es maximizar beneficios o minimizar costos. Es decir, el objetivo principal de la programación lineal es el de maximizar o minimizar funciones lineales.

La utilización de funciones lineales requiere que todas las relaciones entre las variables sean de tipo lineal. Por ejemplo, si una máquina cosechadora cubre una cierta cantidad de hectáreas de viñas en una hora, para que la relación sea lineal entre las variables, en

dos horas deberá cubrir el doble de hectáreas. Es importante considerar que muchas relaciones no son lineales o dejan de serlo en el tiempo. La productividad de la mano de obra es un ejemplo de esto.

Para utilizar la programación lineal se deben definir los siguientes elementos:

- *Las variables de decisión*, que corresponden a los factores que pueden ser controlados por el tomador de decisión (por ejemplo, el número de horas de trabajo de una máquina cosechadora).
- *La función objetivo* es la expresión matemática del objetivo buscado (por ejemplo, maximizar el beneficio o minimizar el costo de cosecha).
- *Las restricciones* limitan el desempeño de las variables de decisión (por ejemplo, la velocidad máxima de funcionamiento de la máquina, las horas de trabajo en el día). Estas restricciones se deben expresar en términos matemáticos.

La meta de la programación lineal es encontrar los valores óptimos para las variables de decisión de manera de lograr maximizar o minimizar la función objetivo, respetando las restricciones que existan.

La programación lineal abarca diversas técnicas matemáticas. Una de ellas es la solución gráfica de problemas, llamada *programación lineal gráfica*. Aunque su aplicación se limita a problemas que incluyen dos variables de decisión (hasta tres utilizando gráficos tridimensionales), este método de solución permite lograr una percepción rápida de la naturaleza de la programación lineal.

A continuación se desarrolla un **ejemplo de programación lineal gráfica**<sup>8</sup> aplicado a la obtención de una ración de mínimo costo.

## Optimización



Para aplicar la programación lineal en la elaboración de las raciones para vacas lecheras, partimos de una ración hipotética donde intervienen los siguientes datos:

- la ración se compone de dos alimentos: un **concentrado** (al que llamaremos X) y un **forraje** (Y)
- se considerarán tres nutrientes:  
 Proteína Cruda (PC)  
 Energía Neta de lactancia (ENI)  
 Fibra Cruda (FC)

El precio por kilogramo y la composición nutritiva de cada uno de los alimentos se presenta en el Cuadro III.7, y las necesidades nutritivas de las vacas lecheras consideradas en el ejemplo, en el Cuadro III.8.

La solución del problema pasa necesariamente por cubrir las necesidades nutricionales de las vacas lecheras. Para esto se busca que las cantidades de cada alimento, multiplicadas por su contenido nutritivo, cubran el mínimo necesario de proteína cruda, de energía neta y de fibra cruda, a la vez que no superen el máximo de fibra establecido para una ración. Estas restricciones se expresan de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} (2) \quad & 120 X + 200 Y \geq 1.500 \\ (3) \quad & 2,0 X + 1,3 Y \geq 16,5 \\ (4) \quad & 100 X + 280 Y \leq 2.000 \\ (5) \quad & 100 X + 280 Y \geq 1.300 \end{aligned}$$

**Cuadro III.7.**  
**Ejemplo de programación lineal: composición nutritiva y precio de los alimentos considerados en la ración.**

ALIMENTOS	VARIABLES	PC ( gr )	ENI ( Mcal )	FC ( gr )	PRECIO ( \$ )
Concentrado	X	120	2,0	100	100
Forraje	Y	200	1,3	280	50

**Cuadro III.8.**  
**Ejemplo programación lineal: necesidades nutritivas de las vacas lecheras.**

	PC ( gr )	ENI ( Mcal )	FC ( gr )
MÁXIMO			2.000
MÍNIMO	1.500	16,5	1.300

El objetivo es lograr una ración de mínimo costo, utilizando el método gráfico de la programación lineal. La función multiplica las cantidades del alimento a utilizar por el precio asociado para buscar el mínimo posible.

$$(1) \text{ MIN } 110 X + 50 Y$$

La ecuación (1) corresponde a la **función objetivo**, que se trata de minimizar. La restricción (2) es de la proteína cruda (PC), que como mínimo debe tener 1.500 gramos; la restricción (3) es de la energía neta de lactancia (ENI), que como mínimo debe tener 16,5 Mcal.; la restricción (4) es de la fibra cruda (FC max), que como máximo debe tener 2.000 gramos; y la restricción (5) es también de la Fibra Cruda (FC min), que a la vez debe tener un mínimo de 1.300 gramos.

Por medio de la confección de un gráfico se va a determinar los kilogramos de concentrado (X) y los kilogramos de forraje (Y) que permiten que la ración cubra los requerimientos nutritivos al mínimo costo posible.

Para pensar en una interpretación geométrica de nuestro problema, se transforman las inecuaciones 2, 3, 4 y 5 como ecuaciones:

$$\begin{aligned} (2) \quad & 120 X + 200 Y = 1.500 \\ (3) \quad & 2,0 X + 1,3 Y = 16,5 \\ (4) \quad & 100 X + 280 Y = 2.000 \\ (5) \quad & 100 X + 280 Y = 1.300 \end{aligned}$$

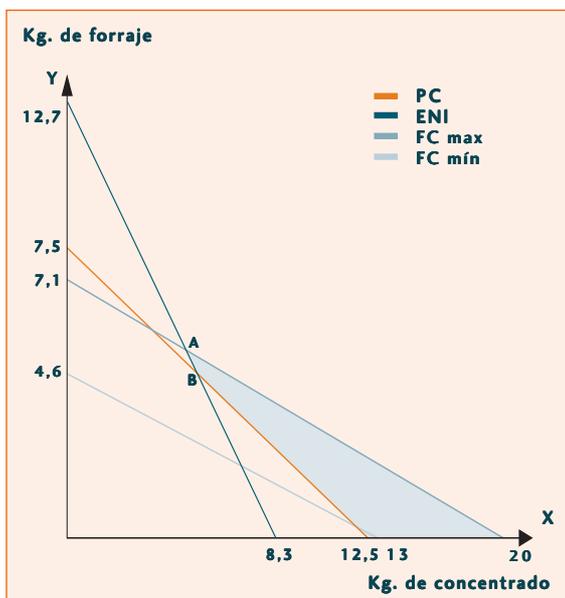
Para trazar las ecuaciones en el gráfico se reemplaza una variable por cero en cada una de ellas y se resuelve el valor de la otra variable que permite mantener la igualdad. Por ejemplo, para la ecuación (2):

$$\begin{aligned} 120 \cdot 0 + 200 \cdot Y &= 1.500 \\ 200 \cdot Y &= 1.500 \\ Y &= 1.500 / 200 = 750 \end{aligned}$$

Luego se repite la operación igualando la otra variable (en este caso Y) a cero para encontrar otro punto de solución para la ecuación. Finalmente, en el gráfico se dibuja la línea que une ambos puntos (X = 0; Y = 750) y (X = 12,5; Y = 0). Esto se realiza para cada una de las cuatro ecuaciones.

**Gráfico III. 3.**

**Ejemplo programación lineal gráfica: raciones de mínimo costo**



Una vez trazadas las ecuaciones se procede a buscar el área factible de solución que cumple con todas las restricciones planteadas. Para este caso, el área debe estar bajo la línea que representa la FC max, pero sobre la que corresponde a la FC min, a la PC y a la ENI. De esta manera el área factible de solución se observa coloreada en el Gráfico III.3. La proporción de forraje y concentrado que permite minimizar el costo de la ración, y que a su vez cumple con las restricciones entregadas, corresponde a alguno de los vértices del área definida. Dado que las vacas lecheras requieren que al menos el 50% de la ración corresponda a forraje, sólo dos vértices son factibles de analizar, el Punto A y el B que se señalan en el gráfico.

En el Punto A se intersectan la FC max con la ENI y en el Punto B se intersectan la ENI con la PC. Para encontrar las coordenadas de estos puntos, se debe

despejar una de las dos variables de las dos ecuaciones que se intersectan, para luego igualarlas. De esta manera, para encontrar el Punto A:

**FC max**

$$\begin{aligned} 100 X + 280 Y &= 2000 \\ 100 X &= 2.000 - 280 Y \\ X &= 2.000/100 - 280/100 Y \\ X &= 20 - 2,8 Y \end{aligned}$$

**ENI**

$$\begin{aligned} 2,0 X + 1,3 Y &= 16,5 \\ 2,0 X &= 16,5 - 1,3 Y \\ X &= 16,5/2 - 1,3/2 Y \\ X &= 8,25 - 0,65 Y \end{aligned}$$

En el Punto A, las variables son iguales para ambas ecuaciones que se intersectan. Por lo tanto, es posible igualarlas:

$$\begin{aligned} 20 - 2,8 Y &= 8,25 - 0,65 Y \\ 1,75 &= 2,15 Y \\ Y &= 5,47 \end{aligned}$$

Se reemplaza el valor de Y en cualquiera de las dos ecuaciones para encontrar el correspondiente a X:

$$\begin{aligned} 100 X + 280 \cdot 5,47 &= 2.000 \\ X &= 4,7 \end{aligned}$$

**Punto A (4,7; 5,47)**

Para el Punto B se repite la misma operación con las ecuaciones de ENI y PC, encontrándose que X = 5,53 e Y = 4,18.

**Punto B: (5,53; 4,18)**

Sustituyendo los valores de estos puntos en la **ecuación del costo (1)**:

**Punto A:**

$$110 \cdot (4,7) + 50 \cdot (5,47) = \$ 791$$

**Punto B:**

$$110 \cdot (5,53) + 50 \cdot (4,18) = \$ 818$$

El mínimo costo de la ración se logra con las combinaciones de concentrado y forraje del Punto A. Por lo tanto, la ración de mínimo costo se compone de 4,7 kilos de concentrado y 5,47 kilos de forraje.

Los aportes de nutrientes de la ración son:

**Proteína Cruda (PC):**  
 $120 \cdot (4,7) + 200 \cdot (5,47) = 1.658$  gr., que es poco más del mínimo impuesto por la restricción de 1500 gr.

**Energía Neta de lactancia (ENI):**  
 $2,0 \cdot (4,7) + 1,3 \cdot (5,47) = 16,5$  Mcal., que es el mínimo requerido e impuesto por la restricción.

**Fibra Cruda (FC):**  
 $100 \cdot (4,7) + 280 \cdot (5,47) = 2.000$  gr., que es límite máximo requerido e impuesto por la restricción.

La programación lineal es el estudio de modelos matemáticos concernientes a la asignación eficiente de los recursos limitados en actividades conocidas, con el objetivo de satisfacer la meta deseada.

Actualmente existen programas computacionales especializados en la solución de problemas de programación lineal. La información utilizada para desarrollar un programa de programación lineal es básica para la obtención de buenos resultados y para que éstos sean aplicables. De esta forma, mediante la programación lineal se pueden realizar, por ejemplo, cálculos de raciones alimenticias de mínimo costo y que cumplan con los requerimientos nutricionales que los animales requieren. Para ello se deberá disponer a lo menos de la siguiente información:

- Requerimientos nutricionales del tipo de animal a alimentar
- Alimentos que se encuentran disponibles.
- Precios por kilo de los alimentos.
- Composición nutricional de los alimentos
- Cantidad de animales en el predio.
- Período de alimentación.

En el caso de la utilización de forrajes, se puede realizar programación lineal para minimizar costos o maximizar beneficios; maximizar la producción de carne o leche o maximizar la carga animal. Para ello se requiere conocer a lo menos:

- Recursos forrajeros disponibles y su superficie.
- Producción de carne o leche.
- Carga animal.
- Prácticas agronómicas realizadas.
- Mano de obra utilizada o disponible.
- Costos.
- Utilidades.

Otra utilización común de la programación lineal es en la optimización de cultivos utilizando como criterios el mínimo costo, el máximo beneficio o la máxima producción. Para ello se requiere conocer:

- Listado de cultivos.
- Superficie total a cultivar.
- Producción de los cultivos.
- Insumos utilizados.
- Mano de obra disponible y utilizada por cultivo.

- Costos por cultivo.
- Beneficio por cultivo.

Cuando las variables de decisión sólo pueden asumir valores enteros se habla de **Programación Lineal Entera**. Esto ocurre cuando se deben asignar personas, máquinas, animales u objetos a las actividades. El modelo matemático de programación lineal entera es simplemente el modelo de programación lineal con la restricción adicional que las variables deben tener valores enteros. Esta técnica de optimización matemática se aplica en la planificación y programación de personal, en el presupuesto de capital, en problemas de ubicación, en la división de existencias, entre otros.

### Programación Multiobjetivo

La investigación operativa basa su estrategia de solución de problemas en el método científico, dando gran importancia a la construcción de modelos y cuantificación del sistema. La mayoría de estos modelos presentan desventajas como la dificultad de que el sistema formal propuesto corresponda inequívocamente al real y el hecho de no poder considerar más que un sólo criterio como elemento base de la decisión. Para disminuir tales limitaciones se encuentra la programación multiobjetivo. Este tipo de modelos de optimización entrega *soluciones eficientes* o llamadas también *Pareto óptimas*. Es decir, todas las funciones objetivos puedan alcanzar el mismo o mejor resultado, siendo necesariamente mejor para al menos un objetivo. El concepto de soluciones eficientes o *Pareto óptimas* conduce a otro concepto que es la decisión multicriterio, o sea, el valor de dos intercambios entre dos objetivos. El intercambio entre dos objetivos mide lo que se sacrifica de un objetivo, frente a una mejora unitaria de otro.

La programación multiobjetivo constituye una metodología para realizar una evaluación ex-ante, en donde se maximiza por ejemplo el margen bruto de una explotación, se minimiza el riesgo económico y se optimiza el uso de la mano de obra familiar, permitiendo conocer mejor cómo se relacionan cuantitativamente entre sí los distintos objetivos.

### Administración de Proyectos: CPM y PERT<sup>9</sup>

Un proyecto se puede definir como una serie de tareas relacionadas que, por lo general, están dirigidas a la consecución de un resultado importante y que requieren de un período considerable para realizarse. La **administración de proyectos** es la *planeación, dirección y control de los recursos (personas, equipos, materiales) para cumplir con las restricciones técnicas, de costos y de tiempo del proyecto*.

Un proyecto comienza con una declaración de trabajo donde se describen los objetivos a alcanzar, se de-

<sup>9</sup> Chase, Aquilano y Jacobs, 2000.

clara el trabajo a realizar y se propone una programación con las fechas de inicio y término especificadas. La **programación de ruta crítica** se refiere a una serie de técnicas gráficas que se utilizan en la planeación y el control de proyectos. En cualquier proyecto, los tres factores que interesan principalmente son el tiempo, el costo y la disponibilidad de recursos. Las dos técnicas de programación de ruta crítica más conocidas son la técnica de evaluación y revisión de programas (PERT) y el método de ruta crítica (CMP). Ambas se orientan a controlar el tiempo de duración de un proyecto y tienen una misma base, ya que muestran un proyecto de forma gráfica y relacionan las tareas que lo componen de modo que la atención se concentre en aquellas que resultan cruciales para terminar el proyecto. Para poder aplicar ambas técnicas, un proyecto debe tener las siguientes características:

- i. Las tareas (o funciones) deben estar bien definidas y su finalización debe señalar el término del proyecto.
- ii. Las tareas deben ser independientes, de manera que puedan ser iniciadas, detenidas y realizadas por separado.
- iii. Las tareas deben tener un orden; deben seguir una secuencia determinada.

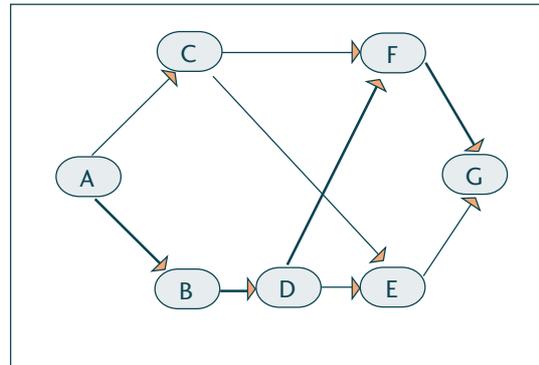
Por ejemplo, un proyecto se divide en 7 tareas llamadas A, B, C, D, E, F, G, las que tienen un tiempo de ejecución y siguen un orden de precedencia detallado en el Cuadro III.9.

**Cuadro III.9.**  
**Ejemplo programación de ruta crítica: tareas que componen un proyecto, tiempo de ejecución de cada una y orden de precedencia que sigue.**

Tareas	Tiempo de ejecución	Tarea que precede
A	21	-
B	5	A
C	7	A
D	3	B
E	5	C, D
F	9	C, D
G	2	E, F

La representación gráfica ubica la tarea o actividad en un nódulo y las flechas indican la secuencia que siguen las tareas. De esta forma, la representación gráfica de las tareas del proyecto se muestra en la Figura III.10.

**Figura III.10.**  
**Ejemplo programación de ruta crítica: representación gráfica del proyecto**

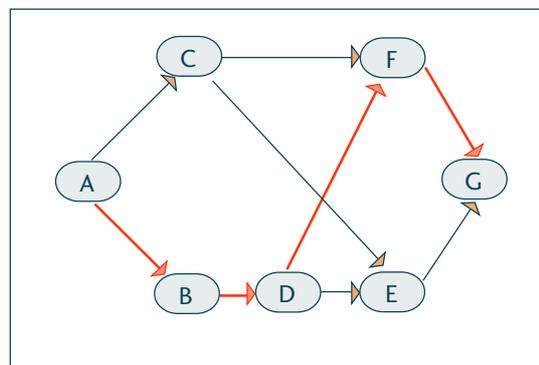


A partir de la representación gráfica se pueden determinar cuatro caminos dentro de la red de tareas. Al sumar el tiempo de ejecución de las tareas que componen cada camino o ruta se obtiene la duración de la secuencia correspondiente. De esta manera los tiempos de duración de las rutas encontradas son:

- A-C-F-G: 39 días
- A-C-E-G: 35 días
- A-B-D-E-G: 36 días
- A-B-D-F-G: 40 días

La ruta crítica es la destacada en la Figura III.11, ya que determina el largo del proyecto y, por lo tanto, cualquier demora en las tareas A, B, D, F o G retrasará el término de éste.

**Figura III.11.**  
**Ejemplo programación de ruta crítica: representación gráfica del proyecto**



**Pronósticos<sup>10</sup>**

Las proyecciones o pronósticos son vitales para toda organización empresarial ya que constituyen la base de la planeación corporativa a largo plazo. En las áreas funcionales de finanzas y contabilidad, las proyeccio-

<sup>10</sup> Chase, Aquilano y Jacobs, 2000.

nes proporcionan la base de la programación presupuestaria y del control de costos. Es necesario tener en mente que la proyección perfecta es imposible ya que existen demasiados factores en el medio que no se pueden predecir con certeza. En consecuencia, en lugar de buscar una proyección perfecta, es más importante establecer la práctica de revisar continuamente las proyecciones y analizar las causas de las diferencias entre éstas y lo que ha ocurrido realmente.

Existen cuatro tipos básicos de proyección: la cualitativa, de relaciones causales, de análisis de las series de tiempo y de simulación. Estas dos últimas son desarrolladas con mayor profundidad dada su aplicabilidad en el sector agropecuario.

**a) Las técnicas cualitativas** son subjetivas o de juicio y están basadas en cálculos y opiniones. Ejemplos de estas técnicas son la investigación de mercado, que recopila distintas opiniones a través de entrevistas, encuestas, etc.; y el consenso de grupo, que consiste en debates abiertos entre distintas personas que tienen opinión del tema.

**b) La proyección causal** supone que la demanda está relacionada con algún factor del medio y por lo tanto se analiza a través de la técnica de regresión lineal<sup>11</sup>.

**c) El análisis de las series de tiempo** se basa en la idea que los datos de los eventos ocurridos pueden ser utilizados para predecir el futuro. Ejemplos de estas técnicas de pronóstico son el promedio movimiento simple, el promedio de movimiento ponderado y el suavizamiento exponencial.

- **Promedio de movimiento simple:** consiste en promediar los datos registrados de los eventos anteriores para pronosticar el próximo evento. A medida que se utilice un mayor número de registros anteriores (un período más largo), se suprimen con más fuerza las fluctuaciones aleatorias que pueden haber ocurrido en el período. Pero si existe una tendencia, ya sea creciente o decreciente, conviene utilizar un menor número de registros anteriores de manera de seguir en forma más cercana a esa tendencia. Por ejemplo, para la proyectar  $A_t$  utilizando los 3 eventos anteriores se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{Pronóstico de } A_t = (A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3}) / 3$$

- **Promedio de movimiento ponderado:** mientras que el promedio de movimiento simple otorga igual ponderación a los datos utilizados en la proyección, el promedio de movimiento ponderado permite aplicar un factor de ponderación a cada elemento según su importancia para la proyección, siempre que la suma de los factores sea igual a 1. La experiencia, la prueba y el error son las formas

más sencillas de escoger las ponderaciones. Como norma general, el pasado más reciente es el indicador más importante de lo que se espera en el futuro y, en consecuencia, debe tener una mayor ponderación. Sin embargo es importante considerar si los datos son estacionales para establecer los factores consecuentemente a esta condición.

Por ejemplo, si una empresa determina que la mejor proyección se logra utilizando el 40% de las ventas del último mes, el 30% de las de dos meses atrás, el 20% para tres meses atrás y el 10% para cuatro meses atrás, el pronóstico del próximo período es:

$$\text{Pronóstico de } A_t = 0,4 A_{t-1} + 0,3 A_{t-2} + 0,2 A_{t-3} + 0,1 A_{t-4}$$

- **Suavizamiento o ajuste exponencial simple:** esta técnica entrega mayor ponderación a los datos más recientes, disminuyendo en forma exponencial en la medida que los datos se vuelven más antiguos. El ajuste exponencial es la más utilizada de todas las técnicas de proyección. Para utilizarla se necesitan tres datos: la proyección más reciente, el evento real ocurrido durante ese período de proyección y una constante de ajuste (k). La constante de ajuste determina la velocidad de reacción a las diferencias entre las proyecciones y los eventos reales. En el caso que la demanda sea estable, la constante de ajuste deberá ser baja (5-10%), en cambio en una industria en alto crecimiento la constante de ajuste deberá ser mayor (15-30%). En el Punto 1.3.8., "Manejo de Inventarios", se utilizará esta técnica de pronóstico para proyectar la demanda que enfrenta una empresa.

#### d) Simulación

La simulación consiste en construir un recurso experimental que actúe como el sistema de interés en algunos aspectos importantes. Constituye un proceso de desarrollo de un modelo con un problema para estimar medidas de su comportamiento llevando a cabo experimentos muestrales sobre el modelo en cuestión. Es decir, se obtiene información sobre acciones alternativas por la vía de la experimentación. Ejemplos de simulación son:

- Pruebas de medicina con animales de laboratorio.
- Manejar automóviles en pistas de pruebas.
- Comprobar diseños de alas de avión en túneles de viento.
- Entrenamiento de pilotos.

A diferencia de los enfoques analíticos que buscan soluciones óptimas mediante el planteamiento y construcción de modelos matemáticos y su solución analítica o matemática, el enfoque de simulación es un proceso descriptivo del planteamiento de modelos. En general, implica recopilar datos para describir fac-

<sup>11</sup> La regresión lineal es una técnica que permite analizar si dos variables están relacionadas, es decir, si el cambio en una afecta el comportamiento de la otra. La regresión nos permite, además, determinar el grado de dependencia de las series de valores de las dos variables, prediciendo el valor de una en base al comportamiento de la otra.

La eficiencia técnica es una medida de los insumos necesarios para la generación de productos. Por su parte, la eficiencia económica se refiere a minimizar los costos de producción por unidad de producto.

tores de entrada y factores operativos y para definir las interrelaciones que existen entre los factores (variables), las entradas y otros componentes del problema que se estudia.

El planteamiento de modelos y simulación sigue la siguiente metodología:

1. Identificación del problema. Se recopilan datos mediante la descripción de las variables de entrada, se identifican los límites o cotas del sistema y se definen los componentes del problema y sus interrelaciones.
2. Planteamiento del modelo. Consiste en la construcción del modelo de simulación y se definen los procedimientos estadísticos (diseño experimental) que se utilizarán para aplicar el modelo.
3. La validación. Esta etapa pretende asegurar que las entradas al modelo de simulación sean adecuadas y que el modelo responda a esas entradas de manera similar al problema real mediante el uso de pruebas y procedimientos estadísticos.
4. Comienzo del proceso de simulación. En esta etapa se generan las entradas al sistema, se aplica el modelo y se recopilan los datos provenientes de la simulación. Es de gran importancia el considerar un número adecuado de experimentos muestrales, o sea, el número de repeticiones que va a tener la simulación y analizar las diferentes condiciones y parámetros del modelo.

Dentro de los métodos de simulación el muestreo Monte Carlo es uno de los de mayor difusión y consiste en utilizar un sistema aleatorio para elegir valores muestrales a partir de una distribución probabilística. Posteriormente, esos valores muestrales se utilizan como entradas o valores operativos para un modelo de simulación.

Existen variadas aplicaciones de la simulación en la gestión de operaciones agrícolas, como por ejemplo:

- Planificación de la producción en invernaderos.
- Evaluación de sistemas de producción.
- Estudios de manejo de sistemas pastoriles.

### 1.3.7 Eficiencia y Calidad

Dada la tendencia mundial, la **Eficiencia y Calidad** determinan en gran medida la capacidad competitiva de toda empresa. Sin embargo, a pesar de su relevancia aún no existe un consenso sobre las metodologías e instrumentos a utilizar para abordar estos temas.

#### Eficiencia

Este término no debe confundirse con eficacia la que es la obtención de los resultados deseados, sin considerar las cantidades de insumos necesarios para ello. Por el contrario, la eficiencia, desde una perspectiva general, se logra *cuando se obtiene un resultado deseado con el mínimo de insumos*. En este punto, y especialmente en el ámbito agropecuario, conviene separar el concepto de eficiencia técnica del concepto de eficiencia económica.

La **eficiencia técnica** es una medida de los insumos necesarios para la generación de productos. Así, un proceso productivo será técnicamente eficiente si hace un mínimo uso de insumos para generar una determinada cantidad de productos. Si se emplean más recursos de los necesarios para generar un producto dado, el proceso productivo será técnicamente ineficiente. Asimismo, un mejoramiento tecnológico puede hacer más eficiente el proceso productivo, si con menor o igual cantidad de recursos puede generar la misma o más cantidad de productos, respectivamente.

Por su parte, la **eficiencia económica** se refiere a minimizar los costos de producción por unidad de producto. La eficiencia económica exige que se maximice el valor en pesos del producto por cada peso gastado en insumos.

En la actividad agropecuaria esta separación de tipos de eficiencia posee mucha importancia pues existen actividades en donde se han alcanzado altos índices de eficiencia técnica, lo que queda demostrado en los altos niveles de rendimiento en algunos rubros agropecuarios; sin embargo, no necesariamente ello implica una alta eficiencia económica. Así, un productor puede presentar altos rendimientos de trigo, remolacha u otros cultivos por hectárea, demostrando una alta eficiencia técnica. No obstante, sus costos unitarios pueden ser más altos que los de algún otro productor que utilice una tecnología no tan demandante de insumos externos al sistema productivo, que tenga un sistema de producción más extensivo, o que utilice recursos más baratos (suelo, mano de obra, etc.). Este último productor puede poseer costos

unitarios más bajos para igual producto generado y por ende tendrá una eficiencia económica mayor, siendo por lo tanto más competitivo. De ahí la importancia de *considerar la eficiencia económica al momento de evaluar el resultado de un sistema productivo*.

## Calidad

La calidad se puede definir como un nivel específico que se necesita obtener debido a exigencias de mercado y de costo, y a los efectos posibles que las desviaciones con respecto a las normas puedan producir en otros bienes<sup>12</sup>. Otra definición planteada por Montgomery (1991) señala calidad como la *aptitud para el uso*, haciendo énfasis en que los productos o servicios generados deben cumplir con las expectativas que el consumidor espera al usar dicho bien.

Esta definición nos muestra dos ámbitos en la definición de la calidad: un primer ámbito *externo* al sistema productivo, denominado “mercado” o “consumidor”; y un segundo ámbito *interno* al sistema productivo y que dice relación con el diseño del sistema productivo, los costos de producción y el cumplimiento de normas y procedimientos.

Respecto al ambiente externo, existirían dos grandes posiciones al momento de definir los estándares de calidad. El primer enfoque señala que el cliente es el que al fin de cuentas define la calidad. Esto quiere decir que un producto no es confiable a menos que el cliente lo diga (Dirección de la Calidad Total —TQM). En el segundo enfoque, las organizaciones han creado normas para resguardar la calidad de los productos ofrecidos, en este sentido se tienen normas específicas, que son de carácter internacional y muy utilizadas actualmente (ISO 9.000 y 14.000 de la International Organization for Standardization, HACCP —Hazard Analysis and Critical Control Points— de la Food and Drug Administration (FDA), entre otras). Sin desmedro de ellas, cada país normalmente posee sus propias normas de calidad.

En el ámbito agrícola, además de las normas anteriormente nombradas, existen otras normas de calidad orientadas hacia una producción agrícola más “limpia”; en este sentido la producción integrada (PI) y las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) son referentes para este tipo de producción.

La Producción Integrada se rige por las normas indicadas por la Organización Internacional para la Lucha Biológica e Integrada contra los Animales y Plantas Nocivas (OILB), creada en 1956. Sin embargo, recién en la década de los '70, cobra una mayor importancia por motivo de los problemas generados con algunos pesticidas sintéticos como el DDT.

Los principios de la Producción Integrada (PI) son<sup>13</sup>:

- Aplicación de la PI en forma holística, es decir, considerando aspectos que van más allá de lo exclusivamente productivo, por ejemplo, políticas sectoriales, organización de productores, compromiso y capacitación etc.
- Minimización de los efectos indeseables (contaminación, sedimentación por erosión)
- Puesta en práctica de la PI en todo el cultivo o huerto
- Actualización periódica de los conocimientos sobre las técnicas de PI
- Obtención de ciclos de nutrientes equilibrados y minimización de pérdida de nutrientes
- Adopción del control integrado de plagas (CIP) como base de la toma de decisiones en la protección de cultivos
- Conservación y aumento de la fertilidad del suelo
- Mantenimiento de la diversidad biológica
- Evaluación de la calidad de los productos obtenidos no sólo mediante parámetros de la calidad interna y externa, sino también mediante parámetros ecológicos del sistema de producción
- Respeto de las necesidades básicas de comportamiento de cada especie animal en su hábitat
- Mantenimiento de las densidades animales en la explotación a niveles compatibles con otros principios de PI, tales como el equilibrio de los ciclos de nutrientes

Así, la PI se basa en la racionalización del uso de los recursos, para lo que cada acción que se emprenda debe ser debidamente justificada. En este sentido, constituye un cambio radical en la forma de llevar a cabo la gestión agrícola y exigirá capacitación y asimilación de esta nueva forma de producción. Pese a todas las dificultades de la PI, ella debe ser observada cuidadosamente desde el punto de vista del mercado mundial. Puede darse el caso que los estándares ecológicos cambien en favor de la PI, de acuerdo a las tendencias observadas y en cuyo caso una importan-



<sup>12</sup> Buffa, 1991.

<sup>13</sup> Avilla, 1995.

te parte de la producción agrícola nacional que aborda dichos mercados puede quedar sin un espacio en él, de ahí la importancia de incorporar estas prácticas a la nueva producción agrícola.

En este mismo sentido las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)<sup>14</sup> son un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas, aplicables a las diversas etapas de producción de productos agropecuarios. Su aplicación tiene como objetivo ofrecer al mercado productos de elevada calidad e inocuidad, producidos con un mínimo impacto ambiental. Producir productos agroindustriales bajo un sistema de buenas prácticas agrícolas es una necesidad derivada de las exigencias impuestas directamente por los compradores de distintos países y de aquellas impuestas por exportadoras o empresas agroindustriales que trabajan bajo un sistema HACCP. Este sistema se fundamenta en la preferencia por la prevención, donde los agricultores, procesadores, empaques y transportistas deben usar las buenas prácticas en aquellas áreas donde se puede ejercer cierto control.

Al considerar estos principios básicos, las áreas que se debieran abordar dentro de las Buenas Prácticas Agrícolas son las siguientes:

1. Agua
2. Estiércol animal y desechos orgánicos municipales sólidos
3. Salud e higiene de los trabajadores
4. Instalaciones sanitarias
5. Sanidad en el campo
6. Limpieza de las instalaciones de empaque
7. Transporte
8. Rastreo

En el ámbito interno la calidad afecta los costos, acuñándose el concepto de **Costo de Calidad**. Existen varias definiciones e interpretaciones del concepto de costo de calidad. En un sentido más estricto, son todos los costos atribuibles a la producción cuya calidad no sea ciento por ciento perfecta. Una definición menos rigurosa considera sólo aquellos costos que son la diferencia entre lo que puede esperarse de un desempeño excelente y los costos reales.

Los costos de calidad generalmente se clasifican en los siguientes tipos:

- a) Costos de evaluación: Los costos de inspecciones, pruebas y otras tareas para asegurar que sea aceptable el producto o proceso.
- b) Costos de prevención: La suma de todos los costos para prevenir defectos, como los costos para identificar la causa del efecto, implementar acciones correctivas, capacitar personal y rediseñar los sistemas productivos.

- c) Costos por fallas internas: Los costos que ocurren al interior del sistema productivo tales como desperdicios, reparaciones, reprocesos, etc.
- d) Costos por fallas externas: Los costos por defectos que tienen lugar fuera del sistema productivo tales como fallas en el almacenamiento, reposición por garantías, reparación del producto, etc.

En la empresa agropecuaria la calidad de un determinado producto no significa necesariamente muchas categorías, sino más bien el término se refiere al cumplimiento de normas, para lo que son necesarios los controles y mediciones correspondientes para asegurarse que estas normas se cumplan. Dependiendo del producto, las normas son determinadas por organismos gubernamentales. Es el caso principalmente de productos con destino a mercado nacional en donde las normas son de naturaleza genérica en productos como vinos, leche, carne, trigo etc., y por lo tanto aquellas empresas que deseen diferenciarse deben esperar que el mercado defina la calidad. En el caso del mercado de exportación existen organizaciones tanto gubernamentales como privadas en los países de origen y en los de destino, que regulan la calidad de los envíos definiendo las distintas calidades según mercado y producto que se trate.

Para asegurarse que la calidad del producto llegue al consumidor, se recomienda que el control de calidad se realice en todas las etapas de desarrollo del producto, tales como:

- a) Al establecer las políticas para determinar el nivel de calidad para el mercado.
- b) En la etapa de diseño de ingeniería, que es cuando se especifican los niveles de calidad necesarios para lograr los objetivos de mercado.
- c) En la etapa de producción en la que se requiere el control de las materias primas y de las operaciones de producción con el fin de cumplir con las políticas y con las especificaciones del diseño.
- d) En la etapa de distribución y comercialización, las que pueden influir en la calidad y se debe hacer efectiva la garantía de calidad.

La metodología más utilizada para verificar la calidad es el muestreo estadístico de la calidad, el que se puede dividir en Muestreo de Aceptación y Control de Procesos.

El *muestreo de aceptación* implica verificar una muestra aleatoria de productos existentes y decidir si debe aceptarse todo un lote, con base en la calidad de la muestra aleatoria. Este sistema es muy utilizado en la exportación hortofrutícola.

El *control de procesos* comprende la verificación de

<sup>14</sup> En el idioma inglés son llamadas «Good Agricultural Practices» (GAP).

una muestra aleatoria de las salidas de un proceso para determinar si éste produce bienes con unas características dentro de un intervalo determinado. Este sistema se utiliza en la industria láctea y vitivinícola.

### 1.3.8 Manejo de Inventarios

Si fuera posible ajustar a la perfección y en todo momento el ritmo de producción a las necesidades del consumidor, y seguir en forma rigurosa las fluctuaciones que el mercado presenta producto de la estacionalidad en el consumo o de los imprevistos que ocurren, no habría necesidad de tener permanentemente en existencias costosos stocks. Por desgracia esto no es posible y se hace necesario contar un nivel de stock mínimo que permita suplir estas desviaciones del consumo o imprevistos y así permitir la continuidad del mercado.

En toda empresa los stocks constituyen una gran inversión que permite garantizar en óptimas condiciones la continuidad:

- De sus ventas, si se trata de stocks de productos terminados destinados al consumidor.
- De productos semiterminados, materias primas o de algunos otros materiales que la empresa utiliza en su funcionamiento.

Los inventarios representan un costo que se asume para no obtener una pérdida producto de una paralización en la producción o de una disminución en la actividad productiva. Cuanto mayor es la necesidad de contar con un respaldo contra la posibilidad de tener un stock insuficiente, mayor será la cantidad de éste que será necesario guardar en bodegas.

El gran problema se traduce en cuantificar el costo que tiene este nivel de inventario, en relación con el costo de perder una venta por falta de producto terminado o de paralizar el sistema productivo por falta de materias primas. Por lo tanto, se debe encontrar un equilibrio económico, lo que exige elegir y dosificar los productos.

¿Es necesario almacenar todos los materiales susceptibles de ser utilizados, o sólo algunos de ellos?

¿Cuál es el nivel óptimo del inventario a mantener?

¿Cómo calcular el costo que se debe incurrir por la falta de algún ítem?

La respuesta correcta a estas preguntas permitiría minimizar los costos o perjuicios causados por la inmovilización inevitable que representan los stocks de materias primas o productos terminados, los que, por mucho que se trate, no se puede suprimirlos aún en condiciones de producción y disposición óptima.



Por lo anterior, se hace necesario que la administración de inventario se analice bajo tres aspectos relevantes que son:

- Saber clasificarlos por orden de importancia.
- Poder contarlos y cuantificarlos fácilmente, es decir, tomar existencia de ellos.
- Reducir sus costos de mantención

### Definición de inventario

El término inventario se refiere a las existencias de un artículo o recurso que se usa en la empresa u organización cualquiera. Un sistema de inventario es el conjunto de políticas y controles que supervisa los niveles de existencias y determina cuáles son los niveles que deben mantenerse, cuándo hay que reabastecer el inventario y de qué tamaño deben ser los pedidos.

En una empresa agrícola el inventario podrá estar compuesto por las existencias de productos cosechados después de finalizado todo el proceso, podrá también tener un inventario de materiales agroquímicos que se utilizan en su mantención, o un inventario de herramientas a utilizar dentro del predio, etc.

La *evolución del inventario* se refiere al conjunto de mercaderías o artículos acumulados en espera de ser utilizados próximamente, que permiten alimentar regularmente el sistema productivo sin permitir discontinuidades inherentes a la fabricación por posibles retrasos en las entregas por parte de nuestros proveedores.

Por definición, un inventario estará sujeto a fluctuaciones de volumen.

En la producción es inevitable mantener inventarios tanto de materias primas como de productos terminados. En un predio agrícola debemos mantener materias primas tales como alambres, grapas, productos agroquímicos, maquinarias, elementos de mantención

**Los inventarios representan un costo que se asume para no obtener una pérdida producto de una paralización en la producción o de una disminución en la actividad productiva.**

de maquinarias; y productos terminados, ya sea granos, productos elaborados como vino, harinas, fardos de pasto, quesos, derivados de frutas, etc. Todos estos son ejemplos de productos que se deben llevar bajo un sistema de control de inventario para hacer fluido el proceso productivo. Para disminuir costos y mejorar la eficiencia de estos ítemes es que se hace necesario un sistema de inventario que proporcione una estructura organizada y políticas claras a seguir dentro del predio para favorecer la acción operativa y el control de la producción.

### Costos asociados al manejo de inventarios

En los predios agrícolas mantener un inventario es necesario al igual que en toda empresa, pero nos lleva a incurrir en costos no despreciables en el valor final de nuestro producto. Entre los más comunes tenemos el costo de aprovisionamiento, costo de mantenimiento, costo de rotura de stock y costo de revisión y control. Todos ellos son importantes y por lo tanto es necesario estudiarlos para que no signifiquen una carga excesiva en la empresa.

Los costos que influyen en el manejo de inventarios son los siguientes:

#### Costos de aprovisionamiento

Este costo está representado por la adquisición de la mercadería para reponer los inventarios e incluye el precio del producto, costo de pedido, transporte y manipulación. Por ejemplo, si nos aprovisionamos de trigo para la siembra de la próxima temporada, entonces este costo estará dado por el precio del trigo, el valor de los transportes y negociaciones requeridas para llegar al acuerdo, el transporte del trigo al predio y los valores de carga u descarga de este en su traslado.

#### Costo de mantenimiento

Este costo es la consecuencia de tener insumos almacenados y productos por períodos determinados

e incluyen:

- Costo del espacio físico, como bodegas y arriendos.
- Costo de capital, que se refiere al interés que se debe pagar por mantener esos niveles de inventarios, si es con préstamos; o bien el interés que se deja de percibir si este inventario es financiado con dineros propios.
- Costo de servicio y riesgo del inventario, que incluyen los seguros contratados e impuestos, cuyos valores no sólo dependen del valor almacenado sino de los valores que están en juego si por alguna razón fallan estos niveles de inventario.
- Costo por pérdida de producto (vencimiento, robo, etc.) o disminución de calidad.

En el ejemplo del trigo, aprovisionarse de semilla para la próxima siembra significa mantener costos de bodegas donde se almacenará adecuadamente el producto, costos relacionados con el interés que significa mantener este inventario hasta la próxima temporada o el interés que se deja de percibir si se ha financiado con recursos propios y los costos de pérdidas inevitables por deterioros, ataques de roedores, humedad, etc.

#### Costo de rotura de stock

Surge cuando no es posible cumplir un pedido. Este costo se debe a dos motivos:

1. Costo por pérdidas de ventas, el que es posible valorarlo en función de lo que se hubiese percibido con esta venta.
2. Costo por paralización o retraso de la venta. Se puede cuantificar por el costo que significará esta situación, según sea el sistema de producción.

En empresas agrícolas tienen gran relevancia los costos de rotura de stock, ya que además de atrasar los procesos productivos, se puede dejar de aprovechar la mano de obra contratada y mantener la maquinaria ociosa.

Tomemos el caso de una viña que está en plena cosecha para lo cual necesita agregar a sus lagares de fermentación anhídrido sulfuroso. Si este producto se termina y no se encuentra en los inventarios, se está frente a una rotura de stock, que significará obtener un producto, en este caso el vino, de mala calidad y por ende de bajo precio; la compra del anhídrido será más costosa por la premura, llamadas telefónicas, pagos inmediatos, despachos de transportes, etc.

#### Costo de revisión y control

Este costo está representado por el trabajo que significa controlar y revisar periódicamente, de acuerdo

a la naturaleza de cada producto, la calidad y mantención de éstos. La revisión de los inventarios puede realizarse para controlar los deterioros físicos, vencimientos de los productos según fecha de fabricación, el orden existente de manera que permitan utilizar los productos que tengan fecha de vencimiento más próxima y que no pierdan efectividad sobre los cultivos, entre otros.

El control de inventario es de gran relevancia en las existencias de agroquímicos.

## Sistemas de inventario

Existen dos tipos generales de sistemas de inventario, los modelos de cantidad fija (también llamados de cantidad económica de pedido o EOQ) y los modelos de período fijo (también conocidos como sistema periódico o sistema de cantidad fija a intervalos).

Los modelos de cantidad fija son activados por situaciones, en cambio los modelos de período fijo son activados por tiempo. Es decir, en los modelos de cantidad fija las solicitudes de pedido se inician cuando las existencias llegan a un mínimo de seguridad según se esté comportando la demanda, independiente del tiempo transcurrido. En cambio, en los modelos de período fijo los pedidos se inician al término de un período determinado, es decir, únicamente el paso del tiempo activa el modelo. A continuación se desarrolla el modelo de cantidad fija por ser éste el más utilizado dentro de los sistemas de inventario.

### Modelo de Cantidad Fija o Cantidad Económica de Pedido (EOQ)

Los modelos de cantidad fija son sistemas de control de inventarios que consideran los volúmenes utilizados en el sistema productivo como el agente determinante de la reposición necesaria para no afectar la continuidad del sistema. Por ejemplo, en un predio donde se está trabajando con maquinaria agrícola se hace necesario mantener una cantidad de petróleo que permita que las máquinas funcionen fluidamente. Este sistema trata de determinar cuál es el punto específico, en este caso, cuál es el volumen mínimo de petróleo a mantener para no paralizar las faenas. Así,



el sistema de cantidad económica de pedido busca minimizar los costos asociados a la mantención de inventarios acercándose a la cantidad óptima de inventario a mantener.

El punto mínimo de inventario a mantener que minimice los costos de operación se basa en los siguientes supuestos:

- La demanda del producto es constante y uniforme a través del tiempo. Esto permite calcular linealmente el consumo por período de tiempo y así poder reponerlo adecuadamente.
- El tiempo de entrega es constante, lo que refuerza la idea anterior de consumo constante y no afectar su disponibilidad.
- El precio de producto es constante, por lo que al calcular el costo de inventario no se hace necesario hacer ajustes de precios. El costo de almacenamiento estará basado en el inventario promedio que se tenga en bodegas durante el período de análisis.
- El costo de pedido y de preparación serán constantes dada la continuidad del consumo y la estabilidad de los precios.
- Todos los pedidos se satisfarán adecuadamente no permitiendo desfases de pedidos.

Ejemplo de insumos que cumplen estos supuestos son los fertilizantes usados en sistemas de riego presurizados donde la aplicación de nutrientes es constante durante el período de desarrollo del cultivo. Se debe tomar en cuenta que para muchos de los productos en inventario estos supuestos son irreales.

Bajo este sistema, la reposición de las materias primas se realiza continuamente de acuerdo a los parámetros fijados, produciéndose el efecto "diente de sierra", el que indica que se formula un pedido cuando el inventario desciende a un punto mínimo.

El costo anual de un inventario se puede obtener de la siguiente manera:

$$TC = D \cdot C + \left(\frac{D}{Q}\right) \cdot S + \left(\frac{Q}{2}\right) \cdot H$$

donde:

- TC** = costo anual total
- D** = demanda (anual)
- C** = costo por unidad
- Q** = cantidad para el pedido (a la cantidad óptima se le denomina *cantidad económica de pedido* o  $Q_{opt}$ ).
- S** = costo de formulación del pedido
- H** = costo anual de almacenamiento por unidad

La **cantidad económica de pedido (EOQ)** es la cantidad óptima de inventario, o de costo mínimo, que debería ordenarse. Para determinar la cantidad económica de pedido se debe conocer la demanda, el costo de formulación del pedido y costo anual de almacenamiento por unidad. El cálculo asume demanda y tiempo de entrega constantes, no siendo necesario mantener existencias de seguridad. Entonces:

$$Q_{opt} = \left[ 2 \frac{S}{H} (D) \right]^{1/2}$$

El  $Q_{opt}$  determina el número de pedidos que se realizan al año (N). De esta manera:

$$N = \frac{D}{Q_{opt}}$$

El *costo por unidad (C)* se refiere al costo por la adquisición del producto, mientras que el *costo de formulación del pedido (S)* se compone de los costos asociados a la formulación, transporte y recepción del pedido, principalmente. Ambos costos constituyen el *costo de aprovisionamiento* que se desarrolló en el título anterior, “Costos Asociados al Manejo de Inventarios”. Igualmente, el *costo anual de almacenamiento por unidad de inventario (H)* corresponde al *costo de mantenimiento* de la misma sección.

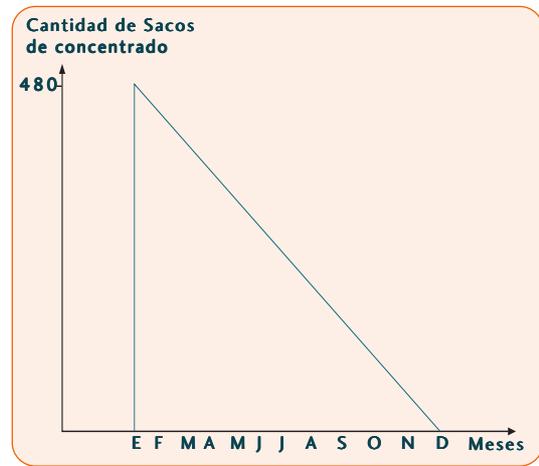
En el Gráfico III.4. podemos observar un ejemplo de mantención de inventario de sacos de concentrado para alimentar bovinos durante todo un año. Estos animales necesitan que se les suministre en forma oportuna y permanente el concentrado. En enero se cosecha el grano con que se elabora el concentrado, el que se mantiene en inventario hasta el mes de diciembre. En este mes se termina de consumir todo el inventario, pues el consumo mensual de concentrado es de 40 sacos. Los niveles del inventario se recuperan en enero próximo con la siguiente cosecha de granos.

**Falta de inventario:** Es evidente que no debe producirse la situación de falta de inventario. Para ello será preciso renovar el nivel de inventario en un tiempo oportuno, de modo que no se presente una “rotura de stock” al continuar necesitándose el producto faltante.

**Inventario promedio:** El inventario evoluciona constantemente entre los límites máximos y mínimos que se producen por las salidas y reaprovisionamientos que se realizan de acuerdo a lo proyectado. Matemáticamente el inventario promedio corresponde a la mitad del pedido, y corresponde a la cantidad sobre la que se calculan los costos asociados a la mantención de inventario.

Grafico III.4.

**Sistemas de inventario: ejemplo mantención de inventario de sacos de concentrado para alimentación de bovinos.**



**Punto de reorden:** El punto de reorden es el nivel de inventario que determina el momento en que se debe realizar un nuevo pedido. Éste se debe formular considerando el tiempo que demoran en llegar los productos solicitados y el consumo que se produce de ellos.

Considerando el ejemplo de la empresa que tiene un inventario de 480 sacos de concentrado para el año, si su pedido de reposición lo debe hacer a principios del mes de agosto de cada año, la demora del pedido es equivalente a 5 meses (agosto a diciembre). Así, el *punto de reorden*, es decir la cantidad de inventario que indica que es necesario realizar el nuevo pedido, se muestra en el Gráfico III.5. y equivale a:

$$R = L * D$$

- R** = punto de reorden
- L** = tiempo de demora del proveedor
- D** = demanda mensual

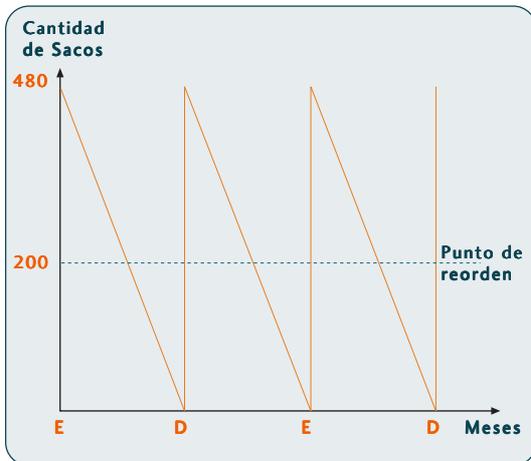
$$R = 5 * 40 = 200 \text{ sacos}$$

Si se supone que para esta empresa el consumo anual es de 480 sacos de concentrado y que el inventario es reconstituido una vez al año, entonces su volumen variará de 480 unidades a cero unidades y el *inventario promedio* será de 240 unidades.

El Modelo de Cantidad Fija o Cantidad Económica de Pedido (EOQ) se basa en una serie de supuestos sin considerar elementos de riesgo. Es posible que la orden se demore más de lo previsto o que se produzcan pérdidas en el nivel de inventario que obliguen a comprar un volumen mayor. Para enfrentar estas eventualidades, es conveniente mantener un **inventario de**

**Gráfico III.5.**

**Sistemas de inventario: punto de reorden para el ejemplo de pedido de sacos de concentrado.**



**seguridad** en bodega que cubra el tiempo necesario para activar y ejecutar medidas de emergencia. Si en el ejemplo la empresa requiere de dos semanas para contactar a otro proveedor y reaprovisionarse de más concentrado, el inventario de seguridad será equivalente a 20 sacos. Es importante tener presente que el considerar un inventario de seguridad modifica los valores antes calculados para el costo de mantenimiento de inventario. Esto se puede ver en el Gráfico III.6.

**Técnica selectiva de control de existencias**

Es fundamental contar con un adecuado control de existencia de los inventarios, sin embargo, la gran cantidad de productos hace tedioso y caro este proceso.

Para lo anterior es necesario considerar:

- El número de artículos diferentes que componen el inventario
- El valor del inventario promedio de cada uno de los mismos

Normalmente un gran porcentaje del valor invertido, se halla concentrado en un pequeño número de artículos. Es común ver que el 70% u 80% del valor final del inventario, corresponde sólo a un 10% o 15% de los artículos almacenados.

Para realizar este análisis selectivo se puede usar el **Método ABC**, que consiste en dividir el inventario de acuerdo a su importancia en tres grupos claramente diferenciables asignándoles una letra (A, B, C, etc.). El objetivo de este método es aplicar un control de inventario específico a cada uno de los grupos seleccionados.

El grupo A es el de mayor importancia económica o de mayor inversión, representando generalmente un 75% del valor total del inventario y el 10% de su existencia física. Por la importancia económica que este grupo tiene se hace necesario someterlo con mayor frecuencia a un riguroso control. Por extremado que sea este control no se debiera considerar costoso, dado el valor económico que representa y porque se ejerce sobre un número reducido de artículos.

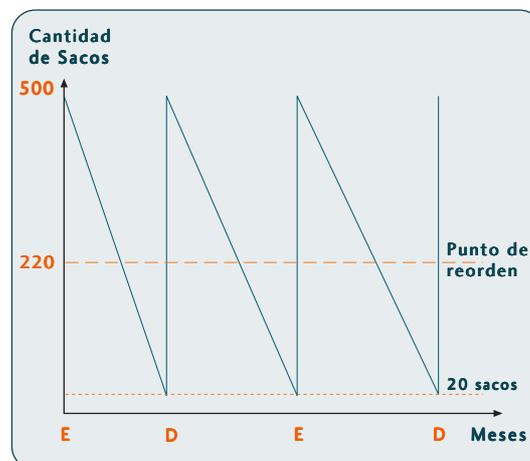
Si como ejemplo se toma el caso de una empresa dedicada a la siembra de maíz, cuyo cultivo requiere aportes significativos de nitrógeno, entonces sus inventarios se podrían clasificar de la siguiente manera:

- Grupo A: Abonos nitrogenados que representan el 10% de los artículos y el 75% del valor invertido.
- Grupo B: Productos agroquímicos que representan el 25% de los artículos y el 20% del valor invertido.
- Grupo C: Implementos e insumos varios que representan el 65% de los artículos y el 5% del valor invertido en el inventario.

Se puede aplicar un control selectivo del inventario dado que la magnitud de importancia económica de cada grupo dentro del inventario se mantiene constante, a menos que varíe la forma de cultivar y por lo tanto cambie la estructura de costos del sistema productivo.

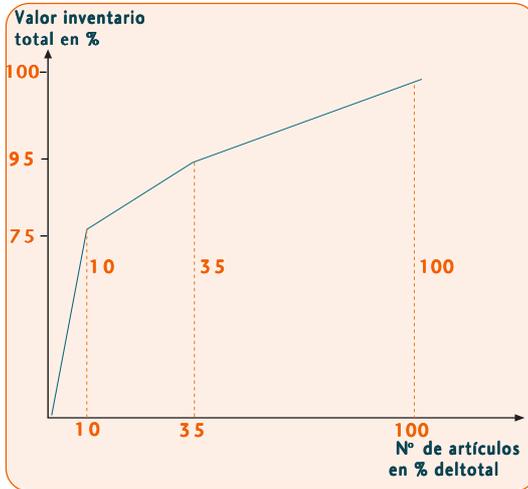
**Gráfico III.6.**

**Sistemas de inventario: punto de reorden considerando un inventario de seguridad equivalente a dos semanas de operación.**



El ejemplo citado se puede explicar gráficamente de la siguiente forma:

**Gráfico III. 7:**  
Representación gráfica del inventario según método ABC



Cualquiera sea el nivel de inventario analizado o el tipo de empresa utilizada, la relación que existe entre el número de artículos y el valor invertido permanece aproximadamente en el mismo nivel de importancia.

### Previsión de demanda

La administración de inventarios debe considerar una proyección de la demanda que enfrentará la empresa ya que ésta proporciona los datos básicos de entrada para la planificación y el control de las áreas de compras, bodega y administración de stock.

Para lo anterior es posible utilizar el **suavizamiento exponencial**<sup>15</sup>, desarrollado previamente como una de las técnicas de pronóstico dentro del Punto 1.3.6, “Herramientas para Mejorar la Productividad”.

Si se toma el ejemplo de una proyección de demanda de 1.000 unidades de sandías para el presente mes y la venta real es de 950 unidades, entonces:

$$\text{Nuevo inventario} = k * (\text{venta actual}) + (1 - k) * (\text{previsión anterior})$$

Si se reordena la ecuación, obtenemos:

$$\text{Nuevo inventario} = \text{previsión anterior} + k * \frac{(\text{venta actual} - \text{previsión anterior})}{\text{Error pronóstico anterior}}$$

El control de gestión en las operaciones corresponde a la medición y corrección del desempeño de los diferentes departamentos al interior de una organización de forma que se cumplan los objetivos de la empresa y los planes diseñados para alcanzarlos.

Donde k es una constante cuyo valor está entre cero y uno. La constante k se debe estimar previamente según la importancia que tenga el comportamiento de las ventas dentro de las estimaciones. A mayor valor de k se estará renovando el inventario considerando con mayor importancia la variación que mostraron las ventas del último período en comparación con el pronóstico anterior. En cambio, si la variación observada, o error del pronóstico anterior, no la consideramos relevante para el futuro cercano, daremos un valor de k inferior.

Aplicando la relación para determinar el nuevo *inventario*, con un  $k = 0.3$ , se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Nuevo inventario} \\ = 1000 + 0.3 * (950 - 1000) = 985 \text{ sandías} \end{aligned}$$

Es decir, el nivel de inventario que debe tener la empresa para enfrentar sin problemas el mercado el mes siguiente es de 985 sandías

### Plazo de entrega

Corresponde al tiempo que transcurre entre la emisión de un pedido de reaprovisionamiento de un producto y la recepción de éste en las bodegas. El plazo de entrega, en conjunto con la proyección de la demanda, tiene una gran importancia sobre la cantidad mínima de inventario a mantener.

En el ámbito agrícola, dependiendo del tipo y volumen de insumo necesario, existen diferentes plazos de entrega. Así, para fertilizantes y agroquímicos los plazos son relativamente breves. En cambio para la producción de plantas, dependiendo del tipo (ya sea frutal u hortaliza), los plazos se pueden extender de una temporada agrícola a otra.

La importancia de asegurar los plazos de entrega en la empresa agrícola tiene un componente extra con respecto a otros sectores de la economía, ya que en el ámbito agrícola gran parte del éxito del negocio radica en la oportunidad de realizar las labores. Por ello no es extraño que algunos empresarios agrícolas mantengan inventario de fertilizantes y semillas para sus siembras, a pesar que los plazos de entrega puedan ser breves.

## 1.5 CONTROL DE GESTIÓN

El Control de Gestión se desarrolló en el Tópico II, *Contabilidad de Gestión*, y a su vez en el *Manual de Criterios Comunes*, publicación del Programa de Gestión Agropecuaria de Fundación Chile. Por la importancia que reviste, en el presente punto se aborda este tema, pero bajo el prisma de la gestión de operaciones.

Una adecuada gestión de la empresa agropecuaria pasa a ser el eje fundamental para la empresa agrícola, que le permitirá seguir siendo competitiva. Sin embargo, sobre el concepto de gestión no siempre existe unanimidad. Se puede definir Gestión como:

*“Un proceso que permite conducir y guiar a la empresa hacia la obtención del objetivo que ésta se ha fijado y el controlar hasta qué punto y en qué forma está siendo logrado.”*

A partir de esta definición se puede concluir que la gestión es un proceso continuo y que involucra varios aspectos, tales como:

1. Es realizada sobre la empresa, concepto que va más allá de lo meramente material, sea una infraestructura o predio, y que en su accionar desarrolla cuatro funciones principales: Producción, Finanzas, Comercialización y Recursos humanos.

Cuando se analizan estas funciones en el ámbito agropecuario es posible observar que la mayor importancia se asigna a la función producción en desmedro de las otras funciones. La mayoría de las empresas agropecuarias se preocupa de implementar técnicas que permitan hacer más eficiente la función de producción y no colocan el mismo énfasis en las de comercialización o recursos humanos.

Por tanto cuando se habla de Gestión, está implícito que se refiere a **hacer eficientemente las cuatro funciones de la empresa** y no solamente una o dos.

2. Cumple el objetivo que la empresa se ha fijado  
El objetivo u objetivos que la empresa se fije de-

ben estar insertos en lo que se conoce como misión que no es otra cosa que su razón de existir o área de la empresa. Lamentablemente muchas empresas existen sin haberse detenido a analizar su misión, lo que las lleva a diferentes rumbos sin una orientación clara, con los peligros que ello implica.

3. Considera guiar y controlar el accionar de la empresa. Lo anterior implica el proceso administrativo y sus fases que son: planificación, organización, integración de personal, dirección y control.

En resumen, ejecutar una adecuada Gestión no es algo sencillo, involucra muchos aspectos y cada uno de ellos posee diferentes metodologías que la ciencia económica y administrativa posee y a las que el empresario agrícola debiese recurrir para hacer su actividad más competitiva.

El control de gestión en las operaciones corresponde a la medición y corrección del desempeño de los diferentes departamentos al interior de una organización de forma que se cumplan los objetivos de la empresa y los planes diseñados para alcanzarlos.

El control de gestión comprende el establecimiento de estándares, la medición del desempeño para dichos estándares y las correcciones necesarias para el logro de los objetivos de la empresa. El control de gestión se basa fundamentalmente en la disponibilidad de información para la toma de decisiones, la que debe formar parte de un sistema integrado de información que permita determinar aquellos factores o elementos que forma inciden en el comportamiento y eficiencia de la organización. La información requerida puede provenir desde organismos internos de la organización, por ejemplo en un predio desde el contador, administrador, jefe de huerto, etc. y en una agroindustria desde el departamento de contabilidad, departamento de recursos humanos, departamento de mercadotecnia, etc. También puede provenir de fuentes externas como organismos públicos, empresas de la competencia, publicaciones especializadas, etc. La rapidez en la disponibilidad de la información es un factor clave para el desarrollo de acciones correctivas y la velocidad en la toma de decisiones,



aspectos claves a la hora de enfrentar los nuevos modelos de negocios que se están desarrollando en los diferentes mercados.

Los indicadores utilizados en el control de gestión constituyen una herramienta de ayuda para que al interior de las organizaciones se mantenga una evaluación permanente de los resultados de la empresa con el objeto de analizar el impacto de ciertas acciones tomadas en el pasado y detectar posibles fallas que permitan aumentar la productividad. Así, con el control de gestión es posible comparar los progresos alcanzados y la realización de planes a futuro con base en los resultados obtenidos.

## Informes de gestión

La globalización de la economía obliga a las empresas a utilizar procesos de trabajo que generen productos y servicios que cumplan los requerimientos del cliente, bajen los costos y aumenten la productividad de los recursos empleados. Asegurar que los procesos sean eficaces y eficientes es posible mediante la planificación ordenada y consecuente con los factores productivos, controlando el desempeño y mejorando continuamente. Lo anterior implica medir, registrar y analizar los datos permanentemente a fin de obtener la información del desempeño de procesos y productos antes, durante y después que se interviene en los procesos.

Los informes de Gestión constituyen generalmente un conjunto de indicadores, cuadros y gráficos, cuya base es la información disponible y que forman parte de un sistema en el que se integran. De acuerdo con los indicadores y la interpretación de ellos se podrá determinar la marcha global del negocio y el resultado de las políticas aplicadas a fin de analizar el desempeño pasado, las metas a futuro y las estrategias para el logro de los objetivos de la organización.

Dentro de los factores a considerar están la producción (consumo de materia prima, uso de mano de obra, costos de mantención y reparación de equipos y maquinaria, etc.), el mercado (volumen de ventas, canales de distribución, competencia, satisfacción y cambios de hábitos de los clientes, relación con los proveedores, etc.), finanzas (indicadores financieros, etc.) y personal (despidos y renuncias, motivación del personal, capacitación, etc.).

Los informes de gestión deben realizarse al interior de una organización en particular siempre con la misma metodología, de forma que sean comparables con otros períodos y situaciones semejantes.

Los informes de gestión deben entregar antecedentes analizados como:

- Situación actual de la empresa (estado de la em-

presa en general).

- Estructura organizacional (niveles organizativos, forma de relacionarse y coordinarse, etc.).
- Antecedentes del personal (productividad, eficiencia, clima social al interior de la empresa, promoción y seguridad, remuneración, etc.).
- Situación de los productos o servicios.
- Situación económica de la empresa.
- Situación financiera (análisis de la estructura financiera, rotación de activos, márgenes de venta y su rentabilidad, etc.).
- Situación comercial (análisis de las ventas, distribución, relación con proveedores y clientes).

La elaboración correcta y pertinente de los informes de gestión, asociada a su correcta interpretación, genera beneficios como la optimización de los costos de inventario y transporte de materiales; la optimización de los costos de producción, identificación y caracterización de la cadena de valor de la empresa permite coordinar en forma exitosa a los proveedores, procesos productivos, distribución de productos y clientes, logrando así una optimización integral en el diseño de las actividades del o los procesos productivos.

## Presupuestos

Un presupuesto se define como un plan de acción dirigido a cumplir una meta prevista en un tiempo determinado y que se expresa en términos financieros. La función principal de la elaboración de los presupuestos se relaciona con el control financiero y con roles preventivos y correctivos al interior de la empresa, con el fin de minimizar los riesgos económicos. Además, los presupuestos sirven para ayudar en la cuantificación en términos financieros de los componentes de un plan de acción y guían mientras se ejecuta algún programa, permitiendo realizar comparaciones y análisis cuando éstos se han completado.

Es decir, la elaboración de presupuestos permite a la organización:

- Planificar los resultados de la empresa en dinero y volúmenes.

**Los informes de gestión deben realizarse al interior de una organización en particular siempre con la misma metodología, de forma que sean comparables con otros períodos y situaciones semejantes.**

- Controlar el manejo de ingresos y egresos de la empresa.
- Coordinar y relacionar las actividades de la organización.

Los presupuestos constituyen una excelente herramienta de evaluación y control, pero pueden fracasar cuando se estudian solamente cifras de un momento particular sin considerar algunos antecedentes y las causas de los resultados, o bien cuando la responsabilidad administrativa de cada área de la organización no está bien definida y cuando no existe un sistema contable que entregue confianza y credibilidad.

Los presupuestos se pueden clasificar desde diversos puntos de vista:

#### a) Según Flexibilidad

- Rígidos: Aquellos que se elaboran para un único nivel de actividad y a los que no se les puede realizar ajustes, ya que dejan de lado el entorno de la empresa (económico, político, cultural, etc.).
- Flexibles: Aquellos que se elaboran para diferentes niveles de actividad y se pueden adaptar a las circunstancias cambiantes del entorno. Son dinámicos, pero complicados y costosos.

#### b) Según el Periodo de Tiempo

- De corto plazo: Se realizan para cubrir la planificación de la organización en el ciclo de operaciones de un año.
- De largo plazo: Corresponden a los planes de desarrollo que, generalmente, adoptan los estados y las grandes empresas.

#### c) Según el Campo de Aplicación en la Empresa

- De operación o económicos: Toman en cuenta la planificación en detalle de las actividades que se desarrollarán en el periodo siguiente. Incluyen presupuestos de ventas, presupuestos de producción, presupuestos de compras, presupuestos de costo-producción, presupuesto de flujo de efectivo y presupuesto maestro.
- Financieros: Se incluyen los rubros y partidas que inciden en el balance. Hay dos tipos: presupuesto de caja y presupuesto de capital.
- De tesorería: Toma en cuenta las estimaciones previstas de fondos disponibles en caja, bancos y valores de fáciles de realizar. También se le conoce como presupuesto de caja o de flujo de fondos porque se utiliza para prever los recursos monetarios que la organización necesita para desarrollar sus operaciones.
- Presupuesto de erogaciones capitalizables: Controla todas las inversiones en activos fijos. Permite evaluar las diferentes alternativas de inversión y el monto de recursos financieros que se requieren para llevarlas a cabo.



#### d) Según el Sector de la Economía en el que Se Utilizan

- Presupuestos del Sector Público: Involucran planes, políticas, programas, proyectos, estrategias y objetivos del Estado.
- Presupuestos del Sector Privado: Son los usados por las empresas particulares. Se conocen también como presupuestos empresariales y buscan planificar todas las actividades de una empresa.

Los agricultores pueden construir sus presupuestos una vez que han estimado los ingresos y gastos. Los ingresos pueden determinarse a partir de las cantidades que se estima se obtendrán por la venta de las cosechas de los cultivos, de los productos ganaderos y de los frutales u hortalizas que se cultiven en el predio. Asimismo, los gastos estimados deben aparecer totalizados en el presupuesto según los distintos rubros en que el productor esté involucrado (cultivos, ganadería, frutales, etc.).

Posteriormente una vez construido el presupuesto se procede a estimar los ingresos y los costos totales, cuya diferencia corresponderá al ingreso líquido si todo funciona como está planificado.

La elaboración de los presupuestos ayuda a los agricultores a descubrir en forma anticipada los factores más determinantes que no producen una remuneración satisfactoria.

## Costos y contabilidad de las empresas

El control de costos permite revisar los procesos productivos de modo de poder disminuir los niveles de costos excesivos en algunos ítemes, posibilitando detectar las alzas reales del costo de producción que se producen de una temporada a otra y asignar de mejor forma los recursos productivos y financieros. Para ello la contabilidad de costos juega un rol preponderante. La contabilidad se ocupa de los beneficios y las pérdidas que tiene una empresa y de llevar un balance. La cuenta de pérdidas y ganancias muestra el flujo de ventas, costos e ingresos generados durante un período contable, midiendo el progreso

que ha experimentado la empresa en el año. El balance de la situación es un registro de la condición financiera en una determinada fecha, registrando lo que vale la empresa en un momento dado. Sin embargo, la contabilidad para fines tributarios no entrega información oportuna (en el momento) de las deficiencias o de los costos más importantes en que incurre la empresa agrícola, de ahí que tener un sistema de control de costos es de gran utilidad en el proceso de toma de decisiones.

### Sistema de Control de Costos

El control de costos se basa principalmente en la implementación de un sistema de información y registros productivos. Su utilidad consiste en disponer de un estado de medición del comportamiento de las actividades de la empresa y su concordancia con los planes y objetivos de la misma. Sus elementos son:

- Registro de actividad por costo y beneficio.
- Metas y objetivos.
- Estándares técnicos.
- Medición y monitoreo del desempeño.

El *registro de actividad por costo* se constituye de los registros de costos que generan los procesos productivos, sea por el pago de servicios o por la utilización de recursos propios. Funcionan basados en el presupuesto al que se le asignan los costos directos. Igualmente, el *registro de actividad por beneficio* se compone de registros de las ventas directas o las transferencias que ocurren al interior de la empresa.

De esta forma las empresas deben seleccionar los factores de producción de costo mínimo, dado un conjunto de precios de los factores. Es decir, las empresas competitivas minimizan sus costos de producción, incorporando el concepto de sustitución ya que si baja el precio de un factor, mientras que el de todos los demás permanece constante, las empresas se beneficiarán sustituyendo estos factores por el que ahora es más barato.

Los agricultores deben llevar registros de forma de conocer a tiempo cuándo se aparta del plan o presupuesto previamente elaborado, para reconocer su error, corregirlo y evitar pérdidas. El sistema de registro que se adopte dependerá de lo completo que sea el análisis del negocio. En una primera etapa los productores deben procurar que sus registros les permitan hacer una comparación anual de los inventarios o balances que muestran la situación del negocio. En etapas más avanzadas, mediante el uso de registros, se puede añadir una serie de datos estadísticos sobre rendimientos de las cosechas, la producción de ganado, el uso de forraje, concentrado y mano de obra. Ejemplos de registros hay muchos, pero si estos no son analizados y comparados, la utilidad de realizarlos es bastante limitada. La comparación del presupuesto anual con los registros de lo efectivamente realizado en el año es una buena herramienta de control ya que permite detectar las desviaciones de costo en las distintas actividades y, por lo tanto, buscar las causas posibles de éstas.

A continuación, y sólo a modo referencial, se presenta un ejemplo de comparación de registros reales versus un presupuesto.

En el Cuadro III.10 se observa que existe una diferencia de -33% entre el margen antes de impuestos real y el presupuestado. Esta desviación se debe a una disminución del 9% en los ingresos por venta, un aumento del 10% en los costos de producción y un aumento de un 28% en los gastos generales. Si bien el aumento porcentual en los gastos generales fue importante, el valor de diferencia es bastante menor en comparación a otros ítemes. Una vez identificados los ítemes de mayor incidencia sobre el margen antes de impuestos, es recomendable iniciar el análisis de los componentes en los distintos meses del año y de la magnitud de sus desviaciones, con el objeto de encontrar las causas del menor desempeño real en comparación con lo que se había presupuestado.

**Cuadro III.10.**

#### Comparación y desviación entre los registros reales y el presupuesto para el total de la temporada.

Empresa: AGRÍCOLA CASTRO				
Temporada: 2002-2003				
Maíz Grano				
Valores Nominales				
	Totales		Desviación	
	Real	Presupuestado	%	\$
Ingresos por Venta	12.489.000	13.650.000	-9%	1.161.000
Costos Directos de Producción	-8.337.585	-7.575.000	10%	762.585
Margen Bruto	4.151.415	6.075.000	-32%	1.923.585
Gastos Generales	-200.000	-156.000	28%	44.000
Resultado Operacional	3.951.415	5.919.000	-33%	1.967.585
Resultado no Operacional	0	0	0%	0
Utilidad antes de Impuestos	3.951.415	5.919.000	-33%	1.967.585



## 2. ESTUDIO de Casos

### 2.1 CASO I: COMERCIAL CRUZ LEÓN Y CÍA. LTDA.

#### 2.1.1 Descripción General de la Empresa

La empresa Comercial Cruz León y Compañía Limitada es una empresa familiar fundada por don Avelino Cruz Oyarce hace más de 80 años. Los socios actuales corresponden a dos hijos y un sobrino del fundador. Desde su fundación la empresa ha aumentado su capacidad y cobertura de mercado; de ser una empresa local, ha pasado a estar hoy presente en toda la zona centro sur del país. Sus oficinas comerciales se ubican en la comuna de Chillán, Provincia de Ñuble, en la Región del Biobío.

El giro comercial de la empresa corresponde a "Elaboradora de Vinos", dedicándose principalmente a la compra y venta de vinos corrientes a granel o en garrafas y actualmente se encuentra incursionando en vino embotellado y en cajas. Dispone de una capacidad de almacenamiento de 500.000 litros, dispuestas en tres bodegas construidas de 1.000 metros cuadrados habilitados, de un total de 5.000 metros cuadrados disponibles.

La empresa cuenta con una planta de treinta empleados entre los que se hallan un gerente, secretaria, contador, choferes-vendedores y obreros.

Las ventas anuales oscilan alrededor de los 1.200.000 de litros de vino distribuidos durante el año, en promedio los últimos tres años, como se muestra en el Cuadro III.11.

**Cuadro III.11.**  
**Caso I: Distribución promedio mensual de las ventas de vino de la Comercial Cruz León y Cía. Ltda.**

MESES	LITROS
Enero	150.000
Febrero	130.000
Marzo	120.000
Abril	110.000
Mayo	90.000
Junio	80.000
Julio	70.000
Agosto	70.000
Septiembre	100.000
Octubre	70.000
Noviembre	90.000
Diciembre	120.000

En años anteriores las ventas han sufrido una fuerte baja, sin embargo este último año las ventas han subido un 30%.

Respecto a los mercados, el vino en garrafas es vendido en diferentes ciudades y pueblos de la VIII Región, con un sistema de venta y distribución a través de camiones arrendados, los que realizan semanalmente rutas previamente establecidas, con venta en los locales según los requerimientos de los clientes al momento de la visita, haciendo los conductores las veces de vendedores. Los conductores-vendedores ganan un porcentaje de comisión sobre las ventas, entre un 5 a 10%, según volumen vendido.

En cuanto al vino embotellado y cajas de un litro, ésta es realizada con preventa, por lo que existen dos vendedores, que abarcan desde Talca hasta Temuco.

La empresa comercializa sus productos a través de cuatro marcas comerciales: Vinos Coelemu, Vinos Ranquil, Don José y Santa Hernalda. La empresa a través de estas marcas diferencia sus productos por variedad, calidad, precio de venta, etc. Así, en orden de precio Coelemu, es el de mejor calidad, seguido por Ranquil, Don José y Santa Hernalda, respectivamente. Las ventas poseen una distribución diferente ya que Don José representa un 45% de las ventas, seguido de Coelemu con un 35%, Ranquil 8% y Santa Hernalda con un 4%. El vino en botella y cajas actualmente representa solamente un 8% de las ventas pero ha experimentado un alza sostenida.

### 2.1.2 Definición del Problema

Esta empresa produce y distribuye vino corriente a granel y en garrafas y vino embotellado y en cajas, apuntando a un segmento de consumidores de medianos y bajos ingresos, por lo tanto el precio es uno de los factores más importantes en la decisión de compra. Además, la posibilidad de diferenciación es baja, ya que cualquier competidor puede comprar los mismos vinos.

El proceso de venta es por venta directa. Los camiones van donde sus clientes recorriendo las ciudades y pueblos, siguiendo rutas previamente establecidas. No se realiza preventa, la venta se efectúa en el momento dado que es necesario que el cliente entregue las garrafas vacías, las que son retornables y no existe diferenciación entre ellas (cualquier garrafa sirve, ya que sólo se cambia la etiqueta). Este sistema de venta directa tiene como ventaja que los choferes son a la vez fuerza de ventas, pero la desventaja es que al momento de salir los camiones no saben la cantidad de ventas que van a realizar y pueden volver con mercadería.

Dado que el vino es un producto de consumo huma-

no, sensible a los cambios de temperatura y oxígeno, es muy importante un control de calidad en todos los puntos del proceso ya que un deterioro de la calidad del vino puede ocasionar la pérdida total del producto.

Actualmente se lleva un control de inventario periódico cada semana, los días sábado se revisa el inventario físico de vino, y la regla es:

***Inventario (t-1) + compras – ventas < inventario (t),***

es decir, el inventario del sábado anterior más las compras menos las ventas debe ser menor o igual al inventario del sábado actual. Esto ocurre porque al vino se le puede agregar agua para lograr la graduación alcohólica requerida. Los costos de inventario por litro se estiman en \$2 y el costo de pedido se estima en \$1.

El proceso en la bodega consiste en llenar un formulario de entrada y salida de bodega y cada sábado se realiza el control de inventario. Si las existencias en bodega son menores a lo que debería haber según la regla enunciada, los encargados de bodega deben explicar la discrepancia satisfactoriamente.

## 2.1.3 Principales Procesos de la Organización

### 1. Captación de proveedores

Los posibles proveedores envían una muestra de su producto, el que es analizado por la empresa, que procede a calificar el tipo de vino y, si se acepta, procede a efectuar la decisión de compra.

### 2. Proceso de compra

Una vez tomada la decisión de compra se fijan los precios y plazos de común acuerdo con el proveedor y se procede a elaborar y firmar el contrato.

### 3. Retirar vino

Se toman muestras testigos, se traslada el vino a las bodegas de la empresa, donde el vino se recibe en cantidad y calidad conformes, y se coteja el vino recibido de acuerdo con las muestras "testigo". Si no corresponde a las muestras se finiquita el contrato y se cobra la indemnización pactada en el contrato. Si se está de acuerdo se formaliza la compra.

### 4. Recepción bodega

Al recibir la mercadería se realizan dos muestras por cada viaje, esto es para realizar un control interno y para verificar que lo que está en bodega corresponde a lo recibido, es decir, para evitar la posibilidad de adulteraciones.

### 5. Elaboración del vino

Primero se realizan los **cortes de vino** en el la-

El control de inventario es muy importante debido a que volumen de ventas es grande (aproximadamente 1.200.000 litros al año). Un ahorro en este ítem puede ser muy significativo.

boratorio y luego se procede a la **mezcla de los vinos** para obtener la calidad deseada (pH, color, olor, acidez total). Se procede a determinar bajo cuál de las cuatro marcas se embotellará, se realiza el **Tratamiento Enológico y Filtrado**, y el **Análisis Físico-químico** del vino. Si éste corresponde a las especificaciones iniciales se procede a la fase de **Maduración** del vino. En los casos que el vino tiene algún defecto, se debe corregir y se vuelve a realizar el tratamiento enológico. En esta etapa existen dos equipos cruciales: el equipo de filtrado, el que en este caso posee una capacidad de 5.000 litros/hora, y las bombas para realizar los tratamientos que poseen una capacidad de 12.000 litros/hora.

## 6. Envasado

Los envases son lavados cuidadosamente hasta quedar totalmente limpios, pasan a la máquina llenadora, a la sala de sellado y, luego etiquetado y finalmente van a la sala de almacenaje y despacho. La capacidad de la máquina de llenado de garrafas es de 800 garrafas/hora; para el caso de llenado de cajas, la capacidad es de 350 cajas litro/hora.

## 7. Venta

Los camiones son cargados y hacen sus recorridos habituales por las ciudades y pueblos. El chofer, que es a la vez vendedor, detecta las necesidades del cliente, recibe los envases vacíos emite la guía de despacho por los vinos y el flete, y recibe el pago en efectivo, cheque o anotación en cuenta corriente. La empresa dispone de 4 camiones con las siguientes capacidades: 2 camiones de 500 Kg, uno de 4.000 Kg y uno de 14.000 Kg.

### 2.1.4 Preguntas y Temas de Discusión

1) Estructure un Diagrama de Bloque que represente los principales procesos de la organización.

- 2) Determine los principales problemas que enfrenta la empresa Comercial Cruz León y cómo éstos afectan las operaciones de la empresa.
- 3) En función de los problemas detectados elabore las medidas correctivas, abarcando aspectos de disposición de sistemas productivos, secuencia de actividades, manejo de inventarios, etc.

### 2.1.5 Marco de Análisis

Para esta empresa es crítico el control cuidadoso de sus costos. Dado que los márgenes de utilidad son pequeños frente a un gran volumen de compra y venta, los procesos más importantes son:

- Compra de vinos
- Manejo adecuado de los vinos en bodega (inventarios)
- Proceso de venta

El control de inventario es muy importante, debido a que el volumen de venta es grande (aproximadamente 1.200.000 litros al año). Un ahorro en este ítem puede ser muy significativo, por lo que sería importante el control de existencias, calidad y reducción de los costos de mantención. Además el período de una semana entre controles puede ser muy largo, ya que el nivel de compra y ventas cada semana es de aproximadamente 25.000 litros.

Para esta empresa, la forma de venta de las garrafas constituye un problema ya que encarece los costos de transporte y constituye un riesgo de seguridad ya que los choferes manejan dinero exponiéndose a posibles asaltos.

Así como estos problemas, se debe buscar otros que estén implícitos en el caso y tratar de resolverlos utilizando algunos conceptos teóricos desarrollados en el tópico. De esta forma, se puede proponer un sistema de producción (continuo o intermitente), una distribución de los sistemas productivos (por proceso o por producto) y una metodología para llevar los inventarios de la empresa. A continuación se entregan tres propuestas para mejorar el sistema productivo de la empresa:

**Alternativa 1: Sistema continuo, por proceso.** Esta propuesta se basa en una producción más o menos constante, sin grandes variaciones, y en la posibilidad cierta de disponer de materia prima durante toda la temporada. Se justificaría en momentos en que existe en el mercado materia prima disponible, sin una gran demanda de poderes compradores como son las grandes viñas. La situación actual aconsejaría este tipo de proceso ya que permite ahorrar el costo por inventario, además de mejorar la rotación del capital de trabajo, a la vez que no es necesario realizar grandes pedidos y el riesgo de guardar la materia prima lo asumirían los proveedores de la empresa. También se

puede recomendar una orientación de los sistemas productivos por proceso, cuando exista capacidad instalada ociosa y pudiese ser utilizada en otras labores o cuando los mismos equipos, tales como filtro, bombas y camiones, pudiesen ser utilizados para varios productos distintos además de vino (como licores, ponche y champañas, entre otros). Bajo esta situación se recomendaría llevar un inventario siguiendo la metodología señalada como la *cantidad económica de pedido (EOQ)*. El supuesto de esta alternativa es que la estrategia comercial es tender hacia la diversificación, por ende al desarrollar varios productos se recomienda una distribución por proceso y un sistema continuo.

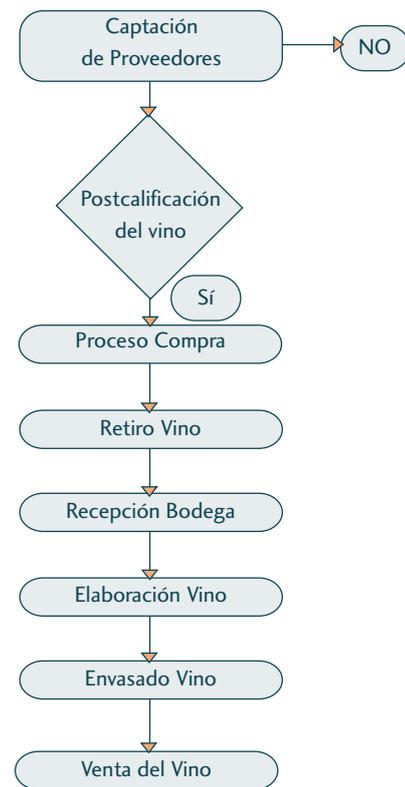
**Alternativa 2:** Sistema continuo, por producto. En este caso se asume una estrategia comercial de especialización y diferenciación, por tanto el sistema se orienta a generar un producto de alta calidad y a bajo costo, especializándose en el vino, tendiendo a añadir valor agregado al producto, ya sea embotellando o en envases bag in box, tetra, etc. En esta situación es factible mantener un sistema continuo o intermitente y utilizar la metodología ABC para llevar los inventarios y diseñar la distribución de los sistemas productivos por producto.

**Alternativa 3:** Sistema intermitente por producto o por proceso. En las alternativas 1 y 2 debería quedar claro los fundamentos necesarios para optar por una distribución por producto o por proceso. En esta alternativa se hace referencia a un sistema intermitente, el que establece ciertos períodos de operaciones. Esta alternativa puede ser recomendable para esta empresa si se asume que existirán problemas de abastecimiento de materia prima y, dado que se posee una capacidad de almacenamiento sobre el 40% de las ventas anuales, se podría interrumpir el proceso durante a lo menos en un período considerable de tiempo y aprovechar la estacionalidad de la materia prima obteniéndola a menores precios. Para evaluar esta alternativa habría que comparar los costos de inventario y los costos asociados a esta inversión, versus los menores precios de la materia prima.

Como es posible apreciar, solamente combinando los sistemas de producción y la distribución de los sistemas productivos es factible encontrar cuatro opciones igualmente válidas según sean los supuestos considerados para tomar la decisión. La metodología para el manejo de inventarios se debiese adecuar al sistema elegido.

**Figura III.12.**

**Caso I: Diagrama actual simplificado de los principales procesos de la Comercial Cruz León y Cía. Ltda.**



**2.2 CASO II: SOCIEDAD AGRÍCOLA LAS VEGAS DE DIGUILLÍN**

**2.2.1 Antecedentes del Caso**

La Sociedad Agrícola Las Vegas de Diguillín es una sociedad que se dedica a la producción y venta de hortalizas en los mercados de Chillán y Concepción. La empresa tiene un predio a 35 kilómetros de Chillán hacia el sur-oriente, en la comuna de San Ignacio, VIII Región de Chile.

Los rubros desarrollados por este predio y las superficies correspondientes se muestran en el Cuadro III.12.



**Cuadro III.12.**

**Caso II: Rubros desarrollados en el predio de la Soc. Agric. Las Vegas de Diguillín.**

HORTALIZA	SUPERFICIE
Repollo y coliflor	2,5 hectáreas
Cebollas	2,5 hectáreas
Zanahoria	7 hectáreas
Zapallo italiano	3 hectáreas
Tomate	1 hectárea

Antiguamente el predio era manejado en forma convencional, es decir, el uso de fertilizantes y pesticidas se realizaba de acuerdo a recomendaciones de los asesores y a la experiencia de don Mario (Administrador y socio principal). Sin embargo, a partir del año 2000 se comenzó a realizar en el predio un manejo integrado de plagas, es decir, la aplicación de agroquímicos se hace efectiva sólo cuando se es estrictamente necesario y en bajas dosis que aseguren efecto sobre los patógenos que se quiere controlar e inocuidad en el producto a cosechar. Este cambio se explica por el ahorro económico en la carga de pesticidas y en la posibilidad de dar un mayor valor agregado a los productos al ser éstos más sanos.

Dentro de las razones que don Mario da para cultivar algunas de estas hortalizas están: los márgenes obtenidos entre ingresos y costos; la rápida rotación del capital, ya que se trata de cultivos intensivos de corta duración y venta rápida; y el uso de otras alternativas de comercialización como producto fresco (por ejemplo las zanahorias pueden ser vendidas a la industria para jugos o cubitos).

Además señala que *“la empresa posee un buen nivel tecnológico (fertilización sobre la base de análisis*

*químico de suelo, riego tecnificado, material genético, variedades adecuadas a la zona, etc.), orientación de la producción a especies de consumo masivo y obtiene productos de buena calidad (fitosanitaria y alimentaria)”*.

Los costos de producción se muestran en el Cuadro III.13.

La información es general y no se llevan registros de cada uno de los cultivos porque *“es muy engorroso y no son necesarios, ya que al final de la temporada se sabe, pero si lo necesita están las facturas”*. Además, no se maneja información de precios ya que *“depende de la fecha de venta y a cómo esté la feria el día en que se llegue”*. Respecto a las posibilidades de buscar otros rubros *“es factible, pero da miedo introducirse en otros en los que no se conoce”*.

La sociedad no se ha planteado la búsqueda de otros canales de comercialización como supermercados o empresas asociadas al rubro gastronómico debido a las dificultades para ingresar a ellos y a las exigentes condiciones para permanecer en forma estable. Sin embargo, no les preocupa mayormente ya que hasta la fecha les ha ido bien, aunque en ocasiones han debido afrontar fuertes pérdidas por el deterioro de las hortalizas debido al transporte, las condiciones climáticas y los bajos precios, pese a que periódicamente recurren a fuentes de información de precios, pero *“las verduras no pueden esperar y hay que cosecharlas, no más”*.

### 2.2.2 Preguntas y Temas de Discusión

Respecto a este caso:

¿Qué contradicciones desde el punto de vista de la gestión de operaciones se plantean en el caso?

¿Cómo debería la Sociedad Agrícola Las Vegas de Diguillín enfocar su producción de forma de disminuir los riesgos que lleva implícito su negocio de hortalizas (precios, otras alternativas, etc.)?

**Cuadro III.13.**

**Caso II: Costos de producción de la Soc. Agric. Las Vegas de Diguillín**

ESPECIE	PRODUCCIÓN COMERCIAL	COSTOS POR HA
Tomate	54.000 Kg.	\$2.000.000
Repollo y coliflor	20.000 cabezas	\$1.000.000
Cebollas	150.000 bulbos (30 TON)	\$2.000.000
Zanahoria	600 sacos de 80 Kg.	\$900.000
Zapallo italiano	200.000 unidades	\$1.500.000

### 2.2.3 Marco de Análisis

En el caso se plantea una evidente contradicción ya que por una parte se está trabajando en manejos modernos en torno a la seguridad alimentaria e inocuidad de los alimentos y, por otra, no se está buscando la diversificación de los mercados hacia aquellos que son más exigentes y que valoren esta ventaja competitiva de la empresa. Si bien, la búsqueda de nuevos nichos en ocasiones añade complejidades a la comercialización y al proceso productivo, en general se traduce en mayor seguridad de venta y margen de utilidad. Para ello se requiere **evaluar** diferentes alternativas, **planificar y organizar** los procesos y establecer **objetivos y metas**, los que deben ser **controlados** a fin de realizar evaluaciones y correcciones a tiempo.

Aunque el productor tiene claramente establecidos sus niveles productivos y los costos, el hecho que se manejen cifras globales y la incertidumbre en los precios justifican un reordenamiento de la gestión productiva a través del establecimiento de **centros de responsabilidad** por especie y el análisis o búsqueda de nuevas alternativas productivas. Al respecto, la ordenación y el análisis del sistema a través de la construcción de modelos matemáticos lineales de optimización pueden entregar herramientas para la toma de decisiones que permitan disminuir los riesgos implícitos en la actividad, aunque no evitará las equivocaciones o errores. Respecto a los precios, la combinación de elementos de gestión de operaciones, como la programación matemática, el ordenamiento por medio de registros y la búsqueda y consolidación de nuevos mercados, sin duda evitarán sorpresas a la hora de realizar las ventas.

## 2.3 CASO III: LECHERÍA PAILLACO

### 2.3.1 Descripción General de la Empresa

El señor Juan Ramón Jara Díaz es un agricultor de la comuna de Paillaco, ubicada en la Provincia de Valdivia, en la X Región. Como agricultor de toda la vida siempre se ha dedicado casi exclusivamente a la lechería. Actualmente cuenta con un rebaño de 120 vacas de la raza overo colorado (doble propósito), con una producción promedio de 15 litros por vaca, los que entrega exclusivamente a la planta lechera Los Puquios en la comuna de Paillaco, ubicada a 23 kilómetros de su predio.

Además, posee una sala de ordeña construida toda en madera, con piso de cemento. La sala cuenta con cuatro unidades de ordeña y con un estanque de frío de 500 litros, el que adquirió hace 10 años. El gana-

do es alimentado en un ciento por ciento en base a pastoreo y forrajes producidos en su explotación.

La clave del negocio es la producción y utilización del forraje, y el factor más determinante para lograr una alta utilización de las praderas es la carga animal (1 vaca / ha). El promedio de producción por vaca por lactancia durante la última temporada fue de 3.376 litros, con un contenido de 156 kilos de grasa, 119 kilos de proteína y un número de células somáticas inferior a 200.000. El período de lactancia llegó a los 210 días.

Tradicionalmente, el señor Jara ha manejado un sistema productivo estacional con el 80% de las pariciones en primavera y el secado de las vacas en otoño. Esta forma de producción ha llevado, entre otras cosas, a que indirectamente el productor haya ido realizando una selección por fertilidad, ya que la vaca que no queda preñada en un período de 3 meses es descartada de manera de mantener la homogeneidad del rebaño en cuanto a la etapa de lactancia.

Desde un tiempo a esta parte, el señor Jara ha empezado a transformar su sistema productivo para disminuir la estacionalidad de su oferta en respuesta a los bajos precios pagados por la planta lechera en la época estival. De esta manera, ha aumentado la adquisición de forraje suplementario durante el invierno con el consiguiente incremento en sus costos productivos. Los bajos precios de la leche, en conjunto con el aumento en los costos, han disminuido considerablemente los resultados económicos del señor Jara.

Por esta razón, el señor Jara ha decidido dar un vuelco en su empresa y, junto con su asesor técnico, se ha planteado diferentes alternativas para mejorar sus resultados económicos. Algunas de las alternativas sometidas a estudio son:

- Aumentar el tamaño de la masa en ordeña y la producción promedio.
- Lograr un nivel de producción más parejo a lo largo del año.
- Avanzar en la cadena del valor de la leche.
- Aumentar el nivel tecnológico a través de la incorporación de genética nueva y exclusivamente lechera (Ej: ganado Holstein).
- Incorporar nuevas especies forrajeras y mejorar el manejo de las praderas ya existentes.

Sin embargo, al recopilar la información disponible de diferentes tipos de experiencias nacionales e internacionales, el asesor del señor Jara ha llegado a la conclusión que cualquier innovación que se realice depende de la capacidad de gestión que tenga el empresario para su éxito, ya que es éste el denominador común de los agricultores lecheros exitosos.

Consciente de lo anterior, el señor Jara ha decidido incursionar en la fabricación de quesos. Por esto ha

desarrollado un estudio donde ha llegado a la conclusión que puede producir un volumen mensual de 10.000 quesos y venderlos a \$600 cada uno. Los costos variables de producción alcanzan los \$350 por unidad y se requiere de una inversión inicial \$10.000.000 para la adquisición de un pasteurizador, tina, prensa y refrigerador industrial.

El agricultor se ha planteado producir dos diferentes tipos de queso y ha presupuestado alcanzar los volúmenes de producción que se muestran en el Cuadro III.14.

Al evaluar su proyecto, el señor Jara está decidido a realizar las inversiones necesarias para instalar la quesería ya que estima que es la única salida para la difícil situación productiva y comercial que enfrenta.

### 2.3.2 Preguntas y Temas de Discusión

Respecto a este caso:

¿Cómo podría el señor Jara implementar un sistema de control de gestión que le permita conocer y evaluar el avance y los problemas que enfrenta su decisión, durante su funcionamiento?

¿Qué puntos críticos ha obviado el señor Jara?

Respecto al plan presupuestado:

¿Qué tipo de presupuesto es? ¿Es correcto tener presupuestos de este tipo? ¿Qué factores podrían afectarlo? ¿Cómo determinaría la estructura de costos?

### 2.3.3 Marco de Análisis

El análisis del caso deberá detectar ciertas omisiones que se han hecho a propósito de no reparar mayormente en lo que significa una buena gestión empresarial, como es el planteamiento de una serie de actitudes y acciones tendientes a realizar negocios y a enfrentar los procesos productivos. En este contexto, el caso no trasluce en ningún momento la idea de adquirir conocimientos, ni rutinas de trabajo que permitan hacer el trabajo efectivo y eficiente.

El control de gestión consiste en la continua revisión de las actividades de forma de realizar comparaciones entre lo planificado y lo efectivamente hecho, analizando las probables diferencias y tomando medidas para el mejoramiento continuo.

Aplicar el concepto de control de gestión involucra realizar una planificación detallada de las acciones a desarrollar y definir la forma de cuantificarlas por medio de indicadores de fácil medición y comparación. Por ejemplo, elaborar registros de producción por vaca en ordeña, los que deberán ser determinados cada 30 días mediante un control lechero. Además, debe considerarse un sistema de registro de cos-

**Cuadro III.14.**  
**Caso III: Volúmenes de venta proyectados por queso mantecoso y queso chanco.**

Período	Queso chanco (unidades)	Queso mantecoso (unidades)
Mes 1	3.500	1.500
Mes 2	3.500	1.500
Mes 3	5.000	1.500
Mes 4	5.000	1.500
Mes 5	6.500	3.500
Mes 6	6.500	3.500
Mes 7	6.500	3.500
Mes 8	6.500	3.500
Mes 9	6.500	3.500
Mes 10	6.500	3.500
Mes 11	6.500	3.500
Mes 12	6.500	3.500
Año 1	69.000	34.000
Año 2	74.000	40.000
Año 3	78.000	45.000
Año 4	80.000	50.000

tos por cada rubro productivo, de tal manera de discriminar aquellas actividades que teniendo relación con la actual lechería pueden estar influyendo en mayor medida respecto a la evaluación económica de la misma.

#### • Presupuesto:

El presupuesto que aparece en el caso es del tipo rígido (deja de lado el entorno de la empresa), de largo plazo (incluye varios años como horizonte) y de operación. Lamentablemente, para el caso agrícola el tipo de presupuesto rígido no es el más adecuado debido a la gran cantidad de factores que intervienen en sus procesos productivos, por lo que es preciso con frecuencia realizar ajustes para adaptarse a los cambios del entorno como aquellos que afectan tanto la demanda como la oferta (sustitutos, precios, tecnologías, costos, insumos, etc.). Además deben considerarse otros factores externos como los climáticos y aquellos que afectan el entorno macroeconómico.

En general, los presupuestos de proyectos agrícolas deben ser de largo plazo dado que deben comprender los planes de desarrollo de nuevos cultivos o la aplicación de nuevas tecnologías, etc.

#### • Estructura de Costos

La implementación de sistemas de control de costos implica el desarrollo de sistemas de información y registros productivos por rubro o centro de responsabilidad. En el caso tratado es fundamental desarrollar

un sistema de registros diferente para el proceso de producción de leche y otro para el proceso de producción de quesos. Ambos centros de responsabilidad deben ser tratados en forma separada.

Las actividades deben registrarse e individualizarse. Posteriormente deben ser valoradas a precios de mercado de forma que se exprese el costo alternativo de cada uno de los recursos utilizados en cada uno de los procesos productivos.

- **Puntos críticos**

Respecto a los puntos críticos obviados, se deben considerar además la planificación de ventas, el manejo de inventarios (ciclos de compra y venta), el proceso y seguimiento de la distribución de la mercaderías, permitiendo a la administración tener la capacidad de respuesta frente a inquietudes de los compradores y el control de las entregas y envíos, el análisis del crédito, la capacidad de gestión de cobranzas, etc.



## 3. GLOSARIO y Bibliografía

### 3.1 GLOSARIO

**Benchmarking:** Proceso que permite medir y comparar a una empresa con otras de carácter mundial, entregando información que ayuda a la ejecución de acciones para mejorar el desempeño de ella.

**Calidad:** Corresponde a un nivel específico que se necesita obtener debido a exigencias de mercado y de costo.

**Contribución marginal unitaria:** Representa el incremento de utilidad que se obtiene cuando se vende una unidad más de producto.

**Costos de calidad:** Corresponde a todos los costos atribuibles a la producción cuya calidad no sea ciento por ciento perfecta.

**Costos de oportunidad:** Es el valor de la alternativa a la que se renuncia cuando se toma una decisión, no sólo considerando los costos incurridos en la elaboración de un producto.

**Costos fijos:** Son aquellos en que incurre la empresa, independiente de los volúmenes de producción.

**Costo fijo medio:** Es el costo fijo dividido por la cantidad producida.

**Costo marginal:** Es el costo adicional de producir una unidad más.

**Costo total:** Es la suma de los costos variables más los costos fijos.

**Costo total medio:** Costos totales dividido por los niveles de producción.

**Costos variables:** Costos que cambian según el nivel producción.

**Costo variable medio:** Se obtiene dividiendo los costos variables por los niveles de producción logrados.

**Eficacia:** Capacidad de lograr los resultados buscados.

**Eficiencia económica:** Corresponde a la minimización de los costos de producción por unidad de producto.

**Eficiencia técnica:** Medida de los insumos necesarios para la generación de productos.

**Función de producción:** Representación matemática de la relación física que existe entre los diferentes factores de producción y el o los productos obtenidos en el proceso.

**Gestión de operaciones:** Disciplina que consiste en un conjunto muy amplio de conceptos y herramientas que permiten modelar y optimizar los procesos y los sistemas productivos, incluyendo también los aspectos biológicos y humanos.

**Holismo:** Doctrina que respalda la concepción de cada realidad como un todo distinto de la suma de las partes que lo componen.

**Holístico:** Perteneciente o relativo al holismo.

**Inventario:** Representa las existencias de un artículo o recurso que se usa en la empresa u organización cualquiera.

**Localización:** Consiste en elegir aquella ubicación que permita las mayores ganancias entre alternativas que se consideren factibles.

**Optimización:** Maximización o minimización de una o más funciones, sujeto a un conjunto de restricciones.

**Producción:** Proceso a través del que se crean productos físicos y/o servicios.

**Programación lineal:** Estudio de modelos matemáticos concernientes a la asignación eficiente de los recursos limitados en actividades conocidas, con el objetivo de satisfacer las metas deseadas.

**Punto de equilibrio:** Representa el mínimo volumen de producción con el que se pueden recuperar los costos totales.

**Rentabilidad:** Relación entre la utilidad obtenida y el monto de inversión necesaria para generar esa utilidad.

**Sistema:** Estructura organizativa, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para implantar una gestión determinada

## 3.2 BIBLIOGRAFÍA

**AVILLA, H. J. 1995.** Directrices de producción integrada de la OLIB, Fruticultura Profesional. 114-117 PP.

**BUFFA, E. 1986.** Dirección de operaciones; Problemas y modelos. 3ª ed. Limusa. México.

**BUFFA, E. 1991.** Dirección técnica y administración de la producción. Curso control de operaciones. Noriega Limusa.

**BUFFA, E. 1991.** Dirección técnica y administración de la producción. Curso de planificación y diseño de sistemas de producción. Limusa.

**CHASE, R. 1994.** Dirección y administración de la producción y de las operaciones. Editorial McGraw Hill.

**CHASE, R., AQUILANO, N. Y JACOBS, 2000.** Dirección y Administración de la Producción y de las Operaciones. IRWIN. 8ª Edición.

**DAVID, R Y MC KEOWN, P. 1984.** Modelos Cuantitativos para la Administración. Grupo Editorial Iberoamérica.

**FUCCI, T. Y MONTERROSO, E.** Elementos de Costos para Administración de las Operaciones. Universidad Nacional de Luján, Argentina.  
<http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/material/costos1.htm>

**FUNDACIÓN CHILE. 2000.** Economía y Gestión de la Producción Lechera. Programa Gestión Agropecuaria.

**GOULD, F., EPPEN, G. Y SCHMIDT, C. 1992.** Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa. 3ª ed. Prentice may Hispanoamérica S.A.

**HARRINGTON, H.J. 1993.** Mejoramiento de los procesos de la empresa. Mc Graw Hill. Bogotá, Colombia.

**MONTGOMERY, D. 1991.** Control Estadístico de la Calidad. Grupo Editorial Iberoamérica. México.

**RIVERA, A. 1998.** Programación Lineal: raciones de mínimo costo. Computación Aplicada a las Ciencias Agropecuarias (CompuAgropec). México. Accesado 10/12/2002. <http://orbita.starmedia.com/~arivera/lineal.htm>.



#### Citar de la siguiente forma:

Mora, M., Bruna, G., Kern, W., Marchant, R. y Espinoza, A. 2003. "Comercialización de productos de origen agropecuario y/o agroindustrial", Tópico IV. Universidad de Chile. En: Fundamentos en Gestión para Productores Agropecuarios: Tópicos y estudios de casos consensuados por universidades chilenas. Universidad Católica de Valparaíso, Universidad Austral de Chile, Universidad de Concepción, Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Talca y Universidad Adolfo Ibáñez. Editado y producido por el Programa de Gestión Agropecuaria de Fundación Chile.

# Tópico IV