



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

**Administración de materiales en una planta  
exportadora de palmito**

**Jorge Alberto García Villeda**  
**Asesorado por Ing. Carlos Roberto Gutierrez Quintana**

**Guatemala, agosto de 2004**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ADMINISTRACIÓN DE MATERIALES EN UNA PLANTA  
EXPORTADORA DE PALMITO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JORGE ALBERTO GARCIA VILLEDA**

ASESORADO POR ING. CARLOS ROBERTO GUTIERREZ QUINTANA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Alfonso René Aguilar Marroquín
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo García Roque
EXAMINADOR	Ing. Jose Rolando Chávez Salazar
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **ADMINISTRACIÓN DE MATERIALES EN UNA PLANTA EXPORTADORA DE PALMITO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha noviembre de 2002.

Jorge Alberto García Villeda

## **DEDICO ESTE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

### **A DIOS**

Por darme la sabiduría para concluir mis estudios universitarios

### **A MIS PADRES**

Oscar Baldomero y Ana Maria por su apoyo incondicional

### **A MIS HERMANOS**

Luis Enrique y Ana Cecilia, para que este esfuerzo sea un ejemplo

### **A MIS AMIGOS**

Para todos, con mucho cariño

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	VII
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	XI
<b>GLOSARIO</b>	XIII
<b>RESUMEN</b>	XV
<b>OBJETIVOS</b>	XVII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XIX
<b>1. LA ADMINISTRACIÓN DE MATERIALES EN UNA EMPRESA</b>	
1.1. Generalidades	1
1.2. Definición de la administración de materiales	2
1.3. Beneficios de la aplicación de la administración de materiales	2
1.4. Actividades del departamento encargado de la administración de materiales	3
1.4.1. Definición de planificación	6
1.4.2. El plan de producción	6
1.4.3. Consideraciones de la demanda del palmito envasado	7
1.4.4. Pronósticos	8
1.4.4.1. Modelos con curvas estables	10
1.4.4.2. Modelos con curvas ascendentes	10
1.4.4.3. Modelos con curvas cíclicas	10
1.4.4.4. Modelos con curvas combinadas	10

1.4.5. La planificación de la producción	11
1.4.6. Insumos utilizados para el envasado de palmito	17
1.4.7. La capacidad instalada	18
1.5. La administración de los inventarios	18
1.5.1. Planificación de los requerimientos de materiales	19
1.5.2. Ventajas de la planificación de los requerimiento de materiales	24
1.5.3. Manejo de materiales	25
1.5.4. Consideraciones de inventarios	28
1.5.4.1. Existencia inicial	28
1.5.4.2. Línea teórica de consumo	28
1.5.4.3. Política de reorden	29
1.5.4.4. Nivel de reorden	29
1.5.4.5. Política de Inventario mínimo	29
1.5.4.6. Inventario mínimo	29
1.5.4.7. Cantidad óptima de pedido	30
1.5.4.8. Planificado	30

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE ENVASADO DE PALMITO**

2.1. Palmito pejibaye	31
2.1.1. Principales usos	32
2.1.2. Consideraciones para el cultivo del palmito	33
2.1.3. Consideraciones para el envasado del palmito	35
2.2. Estructura organizacional	36
2.2.1. Funciones de cada puesto de trabajo	36
2.3. Demanda actual de la empresa	38

2.4. La administración de materiales	39
2.4.1. ¿Quiénes realizan la administración de materiales?	40
2.4.2. ¿Cómo se lleva a cabo la administración de materiales?	40
2.5. Diagrama del proceso administrativo actual	42
2.6. Niveles mínimos de inventarios	44
2.6.1. Materiales básicos utilizados	44
2.7. Sistema de pronóstico actual	47
2.8. Problemática interna actual	48
<b>3. PROPUESTA PARA EL MANEJO DE MATERIALES DE LA PLANTA DE ENVASADO DE PALMITO</b>	
3.1. Pronósticos	51
3.1.1. Pronósticos de evaluación	55
3.1.1.1. Método de demanda cíclica	55
3.1.1.2. Método de demanda combinada	57
3.1.2. Pronósticos de riesgo	59
3.2. Planificación de la producción	61
3.2.1. Proceso de producción	62
3.2.2. Cálculo de requerimientos	68
3.2.3. Cálculo de disponibilidad	69
3.2.4. Cálculos de costos	72
3.2.4.1. Costo de materiales	72
3.2.4.2. Costo de mano de obra directa e indirecta	73
3.2.4.3. Costo de almacenaje	73
3.2.5. Utilización de matrices para planificar	75
3.2.6. Toma de decisión	75
3.3. Manejo de materiales	76

3.3.1. Cálculo de requerimientos de materiales	77
3.3.2. Distribución de materiales en el tiempo	79
3.3.3. Gráficas de control de inventarios	81
3.3.4. Plan de pedidos y entregas	86
3.3.5. Tabla de control	88

#### **4. PRUEBA PILOTO DE LA PROPUESTA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE MATERIALES**

4.1. Estructura organizacional propuesta	93
4.1.1. Funciones de cada puesto	94
4.2. Diagrama del proceso administrativo propuesto	99
4.2.1. Proceso de compras	99
4.2.2. Bodega de materiales y producto terminado	99
4.2.3. Proceso en producción	102
4.3. Establecimiento de programas de producción	104
4.4. Control de la producción	104
4.4.1. Reportes de producción	105
4.4.2. Tiempos de entrega	106
4.5. Descripción de los recursos necesarios de la propuesta	108
4.5.1. Recurso humano	108
4.5.2. Capacitación del personal	111

#### **5. SEGUIMIENTO Y BENEFICIOS DE LA PROPUESTA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE MATERIALES**

5.1. Establecimiento de un sistema de control de la propuesta	113
5.1.1. Registro de materiales utilizados	114
5.1.2. Comparación de registros reales con los de la propuesta	115
5.2. Recursos necesarios para el control de la propuesta	116

5.2.1. Recurso humano	116
5.2.2. Materiales	117
5.2.3. Equipo	117
5.3. Ajustes necesarios para la propuesta	117
5.4. Beneficios a corto plazo de la propuesta	118
5.5. Beneficios a mediano plazo de la propuesta	119
<b>CONCLUSIONES</b>	121
<b>RECOMENDACIONES</b>	123
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	125
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	127
<b>APÉNDICES</b>	129



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Matriz de asignación	15
2	Gráfica de control de inventario	27
3	Palmito pejibaye envasado en conserva	33
4	Organigrama de la planta de envasado de palmito	36
5	Diagrama del proceso administrativo actual	43
6	Gráfica de ventas de palmito de los últimos tres años	53
7	Gráfica de ventas de palmito por año	54
8	Diagrama de flujo del proceso de envasado de palmito	66
9	Matriz para planificación del primer trimestre	75
10	Lista de materiales	77
11	Gráfica de control de inventario para los frascos	83
12	Gráfica de control de inventario para las etiquetas	83
13	Gráfica de control de inventario para el agua potable	84
14	Gráfica de control de inventario para el ácido cítrico	84
15	Gráfica de control de inventario para la sal	85
16	Gráfica de control de inventario para el alcohol	85
17	Gráfica de control de inventario para el gas propano	86
18	Organigrama propuesto	93

19	Tarjeta de kárdex para el control de inventario	100
20	Distribución de áreas sugeridas para la bodega	101
21	Diagrama del proceso administrativo propuesto	103
22	Formato de reporte diario de producción	106
23	Formato de control de tiempos de entrega de pedidos	107
24	Programa de capacitación	112
25	Formato de registro de materiales utilizados	115
26	Formato para comparación de registros reales con los de la propuesta	116

## TABLAS

I	Contenido nutricional del palmito por cada 100 g.	32
II	Ventas de palmito de los últimos tres años	53
III	Resultados del método de demanda cíclica	57
IV	Resultados del método de demanda combinada	59
V	Pronósticos de riesgo para 12 períodos	60
VI	Requerimientos de producción	69
VII	Días efectivos en los períodos por planificar	70
VIII	Disponibilidad de tiempo de producción	71
IX	Cálculo de costo de materiales por cada frasco	72
X	Cálculo de costo de mano de obra	73
XI	Materiales necesarios por frasco de palmito	76
XII	Materiales requeridos para la producción de primer trimestre	78
XIII	Existencia actual de materiales	79
XIV	Tiempos de entrega de los pedidos	80
XV	Distribución de materiales en el tiempo	81
XVI	Plan de pedidos y entregas para los frascos	86
XVII	Plan de pedidos y entregas para las etiquetas	87
XVIII	Plan de pedidos y entregas para el agua potable	87
XIX	Plan de pedidos y entregas para el ácido cítrico	87
XX	Plan de pedidos y entregas para la sal	87
XXI	Plan de pedidos y entregas para el alcohol	88
XXII	Plan de pedidos y entregas para el gas propano	88

XXIII	Tabla de control correspondiente al primer período	89
XXIV	Tabla de control correspondiente al segundo período	90
XXV	Tabla de control correspondiente al tercer período	91
XXVI	Valores para el cálculo de regresión, pronóstico de evaluación	129
XXVII	Complemento de valores para el cálculo de regresión; pronóstico de evaluación	130
XXVIII	Resultados de las sumatorias para el cálculo de regresión; pronósticos de evaluación	131
XXIX	Valores nuevos de evaluación; pronóstico de evaluación	137
XXX	Ventas de los últimos tres años, para cálculos de regresión; pronóstico de riesgo	139
XXXI	Valores para el cálculo de regresión; pronóstico de riesgo	140
XXXII	Complemento de los valores para el cálculo de regresión; pronóstico de riesgo	141
XXXIII	Resultados de las sumatorias para el cálculo de regresión; pronósticos de riesgo	142
XXXIV	Resultados de los cálculos de los métodos de regresión; pronósticos de riesgo	142
XXXV	Valores nuevos de riesgo; pronóstico de riesgo	144

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>a</b>	Intercepto con el eje vertical
<b>b</b>	Pendiente
<b>b24</b>	Pendiente de 24 datos
<b>b36</b>	Pendiente de 36 datos
<b>C alm</b>	Costo de almacenamiento por día de producción
<b>Ce</b>	Costo día extra de producción
<b>C mat</b>	Costo de materiales por día de producción
<b>C mo</b>	Costo de mano de obra por día de producción
<b>Cn</b>	Costo día normal de producción
<b>EI</b>	Existencia inicial de inventario
<b>i</b>	Número de período
<b>Índice</b>	Índice estacionario, pronósticos de evaluación, método de demanda cíclica
<b>Índicene</b>	Índice estacionario, pronósticos de evaluación y método de demanda combinada
<b>Índicer</b>	Índice estacionario, pronósticos de riesgo, método de demanda combinada
<b>LTC1</b>	Línea teórica de consumo
<b>LTC2</b>	Nueva línea teórica de consumo
<b>NR</b>	Nivel de reorden
<b>Pe</b>	Pronóstico de evaluación; método cíclico
<b>Pne</b>	Pronóstico de evaluación; método combinado

<b>Pnr</b>	Pronóstico de riesgo; método combinado
<b>PR</b>	Política de reorden
<b>Psmín</b>	Política de inventario mínimo
<b>Qop</b>	Cantidad óptima de pedido
<b>r</b>	Factor de correlación; métodos de regresión
<b>Smin</b>	Inventario mínimo
<b>t</b>	Período correspondientes a las ventas desde 1 hasta 36
<b>Te</b>	Tiempo extra de producción en días
<b>Tn</b>	Tiempo normal de producción disponible en días
<b>Vne</b>	valor nuevo de evaluación; método combinado
<b>Vnr</b>	valor nuevo de riesgo; método combinado
<b>X</b>	Promedio general de ventas de dos años; pronóstico de evaluación; método de demanda cíclica
<b>Xh</b>	Promedio horizontal de ventas de dos años; pronóstico de evaluación; método de demanda cíclica
<b>Xhne</b>	Promedio horizontal de valores nuevos de evaluación; método de demanda combinada
<b>Xhnr</b>	Promedio horizontal de valores nuevos de riesgo; método de demanda combinada
<b>Xne</b>	Promedio general de valores nuevos de evaluación de dos años; método de demanda combinada
<b>Xnr</b>	Promedio general de valores nuevos de riesgo de tres años; método de demanda combinada

## GLOSARIO

<b>Batch</b>	Mezcla que se realiza de algunos ingredientes para producir un lote o tanda de productos, la cual marca el rendimiento del trabajo.
<b>Calidad</b>	Son las condiciones o requisitos que se determinan o especifican, para algún producto o servicio.
<b>Escaldado</b>	Tratamiento de calor que se aplica a un alimento por un tiempo definido a una temperatura establecida, para inactivar las enzimas presentes en los alimentos.
<b>Faltantes</b>	Disminución de un material en inventario de la bodega; material con existencia igual a cero.
<b>Inventario</b>	Son los materiales que se tienen en existencia en la bodega en un momento determinado.
<b>Mejora continua</b>	Es un proceso de realizar mejoras pequeñas, frecuentes y graduales en corto, mediano o largo plazo, no sólo en los productos, sino en todas las áreas de la empresa.

<b>Métodos de regresión</b>	Son métodos estadísticos utilizados para encontrar la dependencia entre los valores medidos de una variable aleatoria y los valores de otra relacionada con ella.
<b>Pejibaye</b>	Especie de palma cultivada en clima húmedo. Nombre científico: <i>Bactris Gacipaes</i> .
<b>PEPS</b>	Método de asignación de costos a un inventario, utilizando el principio: el primero en entrar, es el primero en salir.
<b>pH</b>	Potencial hidrógeno, nivel de acidez o alcalinidad de una sustancias o compuesto.
<b>Resistencia al cambio</b>	Teoría que menciona que los trabajadores se resisten a los cambios en la forma que trabajan por incertidumbre de cómo hacer el nuevo trabajo, y no al que estaban acostumbrados o al temor que poder perder su trabajo.
<b>Superficies de contacto</b>	Superficies que entran en contacto con los alimentos de consumo humano, durante el curso de las operaciones de producción. Incluye utensilios de trabajo como cuchillos y ollas, superficies de contacto en mesas de trabajo y equipo como las balanzas y termómetros.

## **RESUMEN**

En la planta de envasado de palmito, no se cuenta con un control en el manejo de los materiales, por lo que surge la necesidad de plantear la presente propuesta, que permita realizar esta tarea de una manera eficiente. El objetivo de este trabajo de graduación es realizar una propuesta para la administración de materiales que permita llevar un control más eficiente de los materiales necesarios para el envasado del palmito, que incluye las actividades de control de la producción, para evitar retrasos en la producción, mantener niveles óptimos en inventario reduciendo costos y agilizar el flujo de materiales en todo el proceso productivo.

En el primer capítulo, se describe la administración de materiales en una empresa, su definición y sus beneficios; se presentan los procedimientos para realizar las actividades del control de la producción, que incluye los pronósticos de ventas y sus modelos, la planificación de la producción, la capacidad instalada de la planta y los insumos necesarios para el envasado del palmito; por último se presenta el manejo de inventarios y la planificación de requerimientos de materiales MRP, la cual es fundamental para la administración de inventarios.

En el segundo capítulo, se mencionan las generalidades sobre el palmito, sus principales usos, las consideraciones en su cultivo y en el proceso de envasado en conserva. También se describe la situación actual de la empresa, la estructura organizacional, la demanda actual que tiene la empresa, cómo realizan la administración de materiales actualmente, el proceso administrativo que siguen y la problemática interna encontrada respecto a los materiales.

El tercer capítulo es la propuesta para el manejo de los materiales; se inicia con el análisis de los pronósticos de ventas basado en las ventas pasadas, se realiza el cálculo de los pronósticos de evaluación y de riesgo. Se describe el proceso de producción para el envasado del palmito y se planifica la producción calculando los requerimientos y la disponibilidad de tiempo y los costos para analizar la matriz de planificación, y así definir el plan de producción. Por último, está el cálculo de los requerimientos de materiales y el manejo de los materiales con la distribución de materiales en el tiempo y gráficas de control, para determinar el plan de pedidos y entregas de materiales.

El cuarto capítulo es la prueba piloto de la propuesta; se propone una estructura organizacional, se redefinen las funciones de cada puesto, se proponen mejoras al proceso administrativo especialmente en compras, bodega y producción; se describe cómo se establecen los programas de producción y cómo se lleva el control de la producción. También se describen los recursos necesarios para realizar la prueba piloto, especialmente de recurso humano y el perfil de cada puesto y la capacitación que se debe realizar al personal.

El quinto capítulo es el seguimiento y beneficios de la propuesta; se establece un sistema de control de la propuesta que se basa en los materiales utilizados y el porcentaje de desperdicios; estos datos reales se comparan con los de la propuesta. De igual forma, se comparan las ventas reales con los pronósticos de ventas, para poder realizar los ajustes a la propuesta y que cumpla con las expectativas. Se describen los recursos para el control de la propuesta; se describen los ajustes que son necesarios realizar a la propuesta y se enumeran los beneficios que se alcanzarán a corto y mediano plazo con la aplicación de la propuesta.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar una propuesta para la administración de materiales, que permita llevar un control más eficiente de los materiales necesarios para el envasado del palmito.

### **Específicos**

1. Establecer una estructura organizacional apropiada para el desarrollo de la administración de materiales.
2. Establecer un procedimiento administrativo del manejo de materiales, desde su adquisición hasta su consumo.
3. Proporcionar un procedimiento que permita determinar el volumen de la producción en un período determinado, utilizando los pronósticos de ventas.
4. Proporcionar un procedimiento que permita definir un plan de producción para las ventas proyectadas, en el cual se asignen todos los recursos necesarios para llevar a cabo la producción al menor costo posible.

5. Determinar si la capacidad instalada de la planta de envasado de palmito es suficiente, para fabricar el volumen de ventas proyectado.
6. Proporcionar un procedimiento que permita el manejo de los materiales de una manera eficiente, el cual defina un plan de pedidos y entregas, con base en los requerimientos de materiales para la producción.
7. Proporcionar un procedimiento que permita determinar las cantidades de materiales necesarios, para que la producción no se vea interrumpida en un momento dado.

## INTRODUCCIÓN

Las empresas agro-industriales que se dedican a exportar sus productos a mercados internacionales en países industrializados deben ser altamente competitivas, por las exigencias de fuertes normas de calidad en los productos que consumen, principalmente en los llamados productos orgánicos. En Guatemala, se exporta principalmente el café orgánico, aunque inicia la exportación de otros productos orgánicos como el palmito, el cardamomo, la vainilla y el achiote. Estas empresas que inician sus operaciones funcionan de una manera empírica, por lo que su producción y comercialización la realizan de una manera independiente, hacen difícil el control y afrontan una serie de problemas diversos, por lo que requieren de ayuda profesional, para administrar de una manera eficiente sus actividades productivas.

Actualmente, la administración de materiales ha adquirido mucha importancia en la industria, ya que las empresas modernas han encontrado en ella un factor indispensable para organizar su producción. El propósito es disponer de los materiales en las cantidades necesarias y en el momento requerido, para que la continuidad del proceso productivo no se interrumpa y se eviten retrasos en la producción.

El objetivo del presente trabajo de graduación es realizar una propuesta para la administración de materiales, que permita llevar un control eficiente de los materiales necesarios para el envasado del palmito.

En este trabajo de graduación, se resalta la importancia de las actividades de control de la producción como el cálculo de las cantidades futuras de ventas, definir un plan de producción y el manejo de los materiales, a través de un plan de reabastecimiento o plan de pedidos y entregas de materiales, para manejar las existencias de bodega en un nivel óptimo.

La propuesta según sus planteamientos, propone mejoras en la estructura organizacional; se redefinen las funciones de los puestos y se define un perfil para cada puesto. También mejora el proceso administrativo del manejo de materiales actual en los procesos de compras, bodega y producción, en el cual se organiza la bodega y se mejora el flujo de materiales en el proceso productivo; por último, se describen los recursos necesarios de recurso humano y capacitación para la propuesta. Para esto, se realizan los análisis de la demanda a través de los pronósticos de ventas; se planifica la producción y el manejo de materiales, en donde se establece el requerimiento de materiales para la producción.

La propuesta establece procedimientos y define los recursos necesarios para administrar los materiales en la planta de envasado de palmito; además establece un sistema de control que permite que la propuesta sea evaluada y mediante retroalimentación constante se actualice y adapte mejor al proceso, para determinar si la propuesta cumple con las expectativas o se deben realizar los ajustes que sean necesarios, para obtener los beneficios esperados a corto y mediano plazo.

# **1. LA ADMINISTRACIÓN DE MATERIALES EN UNA EMPRESA**

En la mayoría de empresas, las funciones de planeación, compras, manejo y control de inventarios se efectúan por separado. El concepto de administración de materiales busca integrar todas estas funciones, de modo que se optimice la inversión en inventarios y se agilice el flujo de los materiales.

## **1.1. Generalidades**

La administración de materiales es un concepto de organización que relaciona todas las actividades involucradas con los materiales como compras, inventarios y manejo. Compras se encarga de la adquisición de materiales, recibe los servicios de los proveedores; controla los pedidos y las entregas de materiales, al igual que los pagos. La bodega recibe los materiales que se almacenan para su disponibilidad; controla las entradas y salidas, tanto de materiales como de producto terminado. El manejo consiste en la distribución de los materiales en el proceso productivo, y tiene como base los requerimientos de producción.

Las empresas modernas han encontrado en la administración de materiales un factor indispensable para la organización de la producción. El objetivo es disponer de los materiales en las cantidades necesarias y en el momento requerido.

## **1.2. Definición de la administración de materiales**

La administración de materiales y el control de la producción están relacionadas, mientras que la administración de materiales dirige sus prioridades en los materiales, las cantidades y tiempos de adquisición de los mismos, para satisfacer los requerimientos del plan de producción; el control de la producción está más interesado en el factor tiempo, el tiempo disponible y el tiempo requerido para cumplir con la demanda del producto, y así poder planificar las operaciones. Entonces surge la necesidad de contar con las existencias para poder producir todo este tiempo planificado, y que el proceso no se vea interrumpido y evitar retrasos en la producción.

“La administración de materiales es la planeación, la organización y el control del flujo de materiales; desde su compra inicial, pasando por las operaciones internas, hasta la distribución de los productos finales.” (1)

## **1.3. Beneficios de la aplicación de la administración de materiales**

Los beneficios que se obtienen al aplicar la administración de materiales en una empresa son:

- La reducción de costos al mantener los inventarios de materiales en un nivel óptimo.
- Evita retrasos en la producción, para que se cumpla a cabalidad con el plan de producción.

- Permite que se agilice el flujo de materiales, desde la compra hasta su transformación en productos terminados.
- Permite planificar los requerimientos de materiales, con base en los pronósticos de ventas para varios períodos de producción.
- Permite que la empresa tenga una comunicación efectiva con los proveedores, para solicitar las cantidades de materiales y fechas de entrega, y con los clientes para ofrecer los productos en tiempos de entrega reales y convenientes.
- Permite una coordinación efectiva entre compras, bodega y producción.
- Se logra una planeación de la inversión, para tener una programación de pagos del flujo de caja, que permita atender las necesidades de materiales.

#### **1.4. Actividades de la administración de materiales**

Para tener una buena administración de materiales en la empresa, se deben incluir las actividades relacionadas con el control de la producción, como son los pronósticos de ventas, la planificación de la producción y el manejo de materiales.

También se deben definir las políticas y procedimientos administrativos, respecto a las actividades internas relacionadas con el flujo de materiales en la empresa, las cuales son:

- a) Compras
- b) Transporte
- c) Recepción
- d) Almacenamiento
- e) Manejo de materiales
- f) Conteo de inventarios
- g) Almacenamiento y distribución de los productos terminados

#### a) Compras

La compra es el proceso para la adquisición de los materiales o servicios a cambio de dinero. Los materiales que son necesarios son cotizados por el jefe de compras a varios proveedores. Luego se evalúan las diferentes ofertas en cuanto a precio, tiempo de entrega, cantidad, calidad, servicio, especificaciones técnicas y condiciones de compra y se elige la opción más conveniente.

El jefe de compras tiene la responsabilidad de identificar y desarrollar las fuentes de abastecimiento, seleccionar proveedores y negociar contratos, mantener buenas relaciones de trabajo con los proveedores y controlar la eficiencia de la entrega de pedidos de los proveedores. La empresa necesita proveedores muy confiables, para poder tener los beneficios de inventarios disponibles bajos.

#### b) Transporte

El transporte se refiere a la forma de transportar los materiales, desde el proveedor hacia la planta, por lo general, esté es parte del servicio del proveedor. Aunque puede ocurrir excepciones en donde el mismo comprador, por urgencia o por otras circunstancias, se encargue de recoger los materiales.

#### c) Recepción

La recepción de los materiales se refiere al ingreso de los materiales a la empresa; la persona encargada debe revisar la documentación, cantidad, estado y calidad de los materiales que son entregados.

#### d) Almacenaje

Después de la recepción, se almacenan los materiales en la bodega de materiales; se debe llevar los materiales al área de almacenaje que le corresponde, y se coloca en su lugar en el estante de manera ordenada y limpia, para que esté disponible y no se dañen.

#### e) Manejo de materiales

El manejo de materiales es el movimiento de los materiales, desde su almacenamiento en la bodega de materia prima, a través de las operaciones, hasta el almacenamiento de los productos terminados. Se refiere al consumo de los materiales en el proceso productivo. Es importante planear el manejo como un sistema completo y tratar de reducir el volumen y la frecuencia del manejo.

#### f) Conteo de inventarios

El conteo de los inventarios es una actividad importante que asegura que los registros de los inventarios sean exactos y confiables, para que el sistema funcione correctamente.

g) Almacenamiento y distribución de productos terminados

El almacenamiento y distribución de productos terminados es la recepción y almacenaje de los productos terminados en la bodega, y la entrega de ellos a los clientes en las fechas acordadas, utilizando la logística y los recursos disponibles de la empresa.

#### **1.4.1. Definición de planificación**

La planificación es la primera etapa del proceso administrativo, en donde se planean todas las actividades que se llevarán a cabo y se formula el presupuesto para que se cumplan.

“La planificación es la definición de metas, establecimiento de estrategias y desarrollo de planes para coordinar las actividades. “(2)

La planificación es importante para toda empresa; es necesario mantener adecuados niveles de existencia de materiales, porque el problema de la planificación de la producción está en el control de inventarios.

#### **1.4.2. El plan de producción**

El plan de producción es el nombre común que se le da a los planes de capacidad de una planta de producción. El plan de producción sirve para determinar las actividades que se llevaran a cabo en las operaciones de producción de una empresa. Este plan se logra elaborar con una buena planificación de la producción, en la cual se consideran los siguientes factores:

- La cantidad de producto que es necesario producir en un período determinado, utilizando los pronósticos de ventas, y por lo tanto, también se puede determinar la cantidad de cada material que se va a utilizar.
- La fecha, en la cual requieren los productos los clientes; se planifica cuándo se iniciará y terminará el trabajo de cada una de las operaciones, para tener el producto terminado disponible.
- El lugar, departamento, maquinaria y operario que se encargarán de realizar el trabajo.
- El costo estimado de la empresa para producir el producto, considerando los materiales, mano de obra y almacenamiento.

#### **1.4.3. Consideraciones de la demanda del palmito envasado**

Actualmente, existe una gran demanda de productos naturales a nivel internacional, debido a la toma de conciencia de proteger el medio ambiente. La mayoría de los países desarrollados han incrementado su demanda de alimentos de producción ecológica, es decir, de productos naturales. Los mercados más atractivos para la exportación de estos productos naturales son los países de Europa Occidental, Estados Unidos y Japón. Las tiendas especializadas y supermercados son los principales canales de comercialización de estos productos alimenticios. Para la industrialización de estos productos naturales, se debe considerar que no pueden contener aditivos sintéticos ni preservantes para su conservación.

Los consumidores interesados en temas de salud y del medio ambiente prefieren los productos naturales, en espera de adquirir productos de alta calidad y con considerablemente menor contenido de residuos químicos que los alimentos de tipo convencionales. Las características sobresalientes de los productos naturales son la confianza en el origen del producto, su sabor y frescura. Las comidas preparadas, como el palmito envasado, constituye un segmento de la industria de alimentos naturales, que se está desarrollando rápidamente debido a los avances tecnológicos; este producto de fácil uso, es preferido por los compradores de alimentos naturales envasados o congelados que están comprendidos entre los 20 a 45 años con un nivel cultural superior o universitario.

Para satisfacer esta demanda, varios países de Latinoamérica como Ecuador, Colombia, Costa Rica y actualmente en Guatemala, se cultiva y procesa el palmito para envasarlo en conserva para su exportación.

#### **1.4.4. Pronósticos**

En todas las empresas, es necesario realizar algún tipo de pronósticos o estimaciones de ventas de los productos que se fabrican; el propósito de los pronósticos es conocer lo más exacto posible las cantidades de productos que se venderán en el futuro.

“Pronosticar es un proceso que permite estimar un evento futuro, analizando para ello, datos del pasado, datos que se combinan sistemáticamente en una forma predeterminada para obtener el estimativo del futuro.” (3)

Existen dos métodos o formas de aplicación de los pronósticos, los cuales son:

- a) Pronóstico de evaluación
- b) Pronóstico de riesgo

a) Pronóstico de evaluación

Es el pronóstico que se determina, con el fin de compararlo con el valor real correspondiente, el cual servirá para evaluar el método con que se obtuvo el dato, y poder establecer cual es el mejor método de la familia de curvas.

b) Pronóstico de riesgo

Se conoce como el valor estimado de venta futura que se puede tener de un producto. El pronóstico de riesgo es aquel que se saca, a partir del último dato de venta real y se calculan los pronósticos de ventas con la diferencia de que no existe manera de poder evaluar, sino cuando transcurra el tiempo.

Los diferentes modelos o familias de curvas de pronósticos se clasifican, según el tipo de curva que presentan gráficamente los datos pasados de ventas; cada tipo de curva está asociado a diferentes métodos matemáticos para calcular los pronósticos; según esa tendencia, estos modelos son:

- Modelos con curvas estables
- Modelos con curvas ascendentes
- Modelos con curvas cíclicas
- Modelos con curvas combinadas

#### **1.4.4.1. Modelos con curvas estables**

Son aquellas curvas que muestra que, a través del tiempo, las ventas por período no cambian mucho, se mantienen estables y los cambios entre período son muy pequeños. La curva es una recta horizontal.

#### **1.4.4.2. Modelos con curvas ascendentes**

Son aquellas curvas de datos que, a través del tiempo, experimentan cambios que siguen un comportamiento creciente o decreciente, es decir, que las ventas se incrementan o disminuyen, según pasa el tiempo. La herramienta matemática para estos modelos son los métodos estadísticos de regresión.

#### **1.4.4.3. Modelos con curvas cíclicas**

Son las curvas que siguen un patrón particular de ventas similares, según épocas, por ejemplo, las ventas de enero de cada año son similares y así sucesivamente, según el período. Sin embargo, la venta de enero, respecto a febrero como mes, no importa.

#### **1.4.4.4. Modelos con curvas combinadas**

Las curvas que tienen cierto ciclos en el tiempo, pero también tienen cierto crecimiento; son las curvas que se clasifican como de tipo combinado. Los datos experimentan un crecimiento a través del tiempo, pero de manera estacional, existe una relación entre los meses del período, enero con enero, pero tienen crecimiento respecto al mes anterior.

### **1.4.5. La planificación de la producción**

Con los pronósticos de ventas, se pueden planificar las operaciones de producción, con el objetivo de cumplir con la posible demanda y detectar el plan que arroja el menor costo de producción para su posterior ejecución.

En la empresa de envasado de palmito, se tiene una producción de tipo continua; es un proceso repetido para fabricar un número de productos similares en grandes cantidades y para todo el tiempo. Como es una fabricación de gran volumen de unidades, el control de inventarios adquiere mucha importancia; la planeación y control de la producción es una prioridad para que el proceso productivo marche de una manera óptima.

Los pasos para planificar, según la producción continua, son los siguientes:

- a) Establecer los requerimientos de producción.
- b) Establecer la disponibilidad de tiempo.
- c) Estimar los costos de producción.
- d) Utilizar las matrices de asignación.
- e) Tomar la decisión.

- a) Establecer los requerimientos de producción

Los requerimiento de producción son la traducción en días necesarios de producción de los pronósticos de ventas. Se calcula utilizando una simple regla de tres. Para el cálculo es necesario tener el ritmo o velocidad de producción o se aplica en la operación donde esta el cuello de botella. Se localiza en el extremo izquierdo de la matriz.

b) Establecer la disponibilidad de tiempo

Es la cantidad total de tiempo disponible en días con que se cuenta, para realizar el trabajo de producción. Se determina sabiendo el tipo de jornada que se labora, además de los días efectivos de cada período por producir. En este tiempo disponible, se descartan las vacaciones, días de asueto y otros contratiempos. Se localiza en la parte superior de la matriz.

La disponibilidad de tiempo se divide en:

- 1) Tiempo normal
- 2) Tiempo extraordinario

1) Tiempo normal

Es el tiempo con que se cuenta al mes en días efectivos de producción, según la jornada de trabajo en que se labora.

2) Tiempo extraordinario

Es el tiempo adicional de trabajo, después de haber cumplido su jornada de trabajo. La ley establece en el artículo 122 del Código de Trabajo, que las jornadas ordinarias y extraordinarias no pueden exceder de un total de más de 12 horas diarias.

c) Estimar los costos de producción

“El costo es el conjunto de elementos que se dan o invierten a cambio de tener una mercancía o servicio.” (4)

Los principales costos que participan en la producción son:

- 1) Costo de materiales
- 2) Costo de mano de obra
- 3) Costo de almacenamiento

#### 1) Costo de materiales

Es el costo que se invierte en materiales por cada unidad de producto terminado.

#### 2) Costo de mano de obra

Es la sumatoria de todos los gastos que se incurre en concepto de mano de obra directa e indirecta en el departamento de producción de la planta; la mano de obra directa es la que participa directamente en la fabricación del producto como el personal de producción, la mano de obra indirecta no participa directamente en la fabricación del producto, pero es muy necesaria como el personal de control de calidad y supervisión.

#### 3) Costo de almacenamiento

Es el costo de mantener una unidad de producto terminado en inventario por un tiempo determinado.

Todos estos costos deben ir reflejados en la matriz de asignación, y deben ser traducidos al costo por día de producción, para poder obtener el costo total de fabricación del período planificado. Para obtener el costo de producción por día, estos tres costos deben estar expresados en la misma unidad dimensional, es decir, quetzales por día de producción.

El costo de materiales por día de producción ( $C_{mat}$ ) se obtiene al multiplicar el costo que se invierte de materiales por cada unidad de producto terminado, por el número de unidades producidas en el día, es decir, el ritmo de producción.

El costo de mano de obra por día de producción ( $C_{mo}$ ) es la sumatoria de todos los gastos incurridos por concepto de mano de obra directa e indirecta en el departamento de producción, la cual se divide entre el tiempo trabajado, según la jornada que se labora.

El costo de almacenamiento por día de producción ( $C_{alm}$ ) es el costo de mantener las unidades de producto terminado en inventario por día. Este costo se calcula con base en los materiales necesarios para cada producto y el número de productos fabricados por día.

La suma de estos tres costos da como resultado el costo del producción por día. Éste es el costo que se utiliza en la planificación de la producción, en los cálculos de la matriz de asignación, para obtener el costo total de producción que se incurre para todo el período planificado.

$\text{Costo total por día} = C_{mat} + C_{mo} + C_{alm}$
---

d) Utilizar las matrices de asignación.

Al presentar las matrices de asignación, en los cuadros de análisis de mes a mes, se coloca el tiempo disponible y los requerimientos, luego en las celdas de la matriz se coloca el planificado, que es el tiempo normal como el extra utilizados en el período, para poder producir todos los pronósticos de producción asignados a ese mes y el costo de esta alternativa.

De esta manera, se visualiza de manera rápida lo que se posee y lo que se pide, y así buscar una asignación que satisfaga la demanda pronosticada con el menor costo. Se realiza una matriz por cada producto y por cada plan de trabajo, según las diferentes jornadas que se podrían laborar. Es necesario analizar las diferentes jornadas de trabajo y así poder seleccionar la de menor costo.

**Figura 1. Matriz de asignación**

MATRIZ DE PLANIFICACIÓN			Tiempo disponible					
			Período 1		Período 2		Período 3	
			T normal	T extra	T normal	T extra	T normal	T extra
Tiempo Requerido	Período 1	Disponibile						
		Costo						
		Planificado						
	Período 2	Disponibile						
		Costo						
		Planificado						
	Período 3	Disponibile						
		Costo						
		Planificado						
COSTO POR PERÍODO								
COSTO TOTAL								

#### e) Tomar la decisión

Cuando se han realizado todas las matrices de planificación, se compara el costo total en que incurrirá en los diferentes planes, con lo cual se hará la elección de la forma en que se deberá producir para el período planificado.

Por lo general, se realiza la planificación con la jornada de trabajo adoptada en la empresa, pero si no se puede cumplir con los pronósticos de ventas, se puede considerar las siguientes estrategias para seleccionar otros planes de trabajo:

- Doble turno: se debe asignar cuando la disponibilidad de tiempo consume por lo menos el 60% de los requerimientos de dicho mes. Cuando se asigna esta alternativa con menos requerimiento de tiempo, hace que esta disponibilidad de tiempo ventajoso, se convierta en un costo no deseado, porque incrementa el tiempo de ocio y, por lo tanto, el plan será más caro.
- Doble jornada: se utiliza esta alternativa cuando se requiere un poco más de tiempo, pero menos que doble turno, para poder minimizar las horas de ocio, porque las jornadas nocturna y mixta tienen menos horas obligatorias de trabajo. Esta alternativa es más cara que la anterior, aunque reduce el tiempo de ocio, el costo de esas horas es mayor.
- Horas extras: es la alternativa más cara, pues el costo de cada hora es de 1.5 veces el costo de una hora normal, pero se debe utilizar cuando se necesite cubrir un lapso corto o pequeño, se convierte en la mejor opción, pues solo se trabajan las horas necesarias para cubrir los requerimientos.

#### **1.4.6. Insumos utilizados para el envasado de palmito**

Los insumos o materiales que se utilizan para fabricar un producto se clasifican como materia prima y material de empaque. La materia prima se refiere a todos los ingredientes que contiene el producto, y el material de empaque a los materiales que se utilizan, con el fin de transportar y proteger el producto. En este caso particular, los materiales utilizados para el envasado del palmito son:

- **Materia prima:** se incluyen los trozos de tallos de palmito, frasco cilíndrico de vidrio de 16 onzas con su respectiva tapadera de metal y etiqueta con la identificación del producto y toda la información como el contenido, ingredientes y registro sanitario, agua potable para la salmuera y el proceso, ácido cítrico y sal.
- **Material de empaque:** se utiliza una caja de cartón corrugado para empacar 12 frascos de palmito.

Existen otros materiales indirectos que se utilizan, que no están incluidos directamente en el producto, se requieren para la producción, como el gas propano para el cocimiento, escaldado y pasteurización del palmito y para hacer la salmuera y alcohol para desinfectar las superficies de contacto del palmito, los utensilios de acero inoxidable como los cuchillos, ollas, coladores, las balanzas de precisión y el área de trabajo en general.

#### **1.4.7. La capacidad instalada**

La capacidad instalada se refiere a la capacidad de producción de la planta procesadora para la elaboración del producto, su conocimiento establece la cantidad o el volumen total de productos, que es posible fabricar en la planta en un período determinado de tiempo.

La capacidad instalada es un factor indispensable en la planificación de la producción, para saber si puede cumplir con los pronósticos de ventas. En la planta, actualmente se puede procesar un máximo de 1,000 tallos de palmito diarios, los cuales tiene un rendimiento de 330 frascos de palmito envasado. La capacidad instalada en la planta que trabaja los 30 días del mes al 100 por ciento de eficiencia en la producción es de 9,900 frascos de palmito envasado mensualmente.

#### **1.5. La administración de los inventarios**

La administración de los inventarios busca la planificación, la organización y el control de todos los materiales necesarios para la producción. Es importante analizar los inventarios de materiales, ya que representan una inversión de capital que facilita las actividades de producción, que evitan la interrupción de la continuidad de la producción, y así mantener grandes inventarios consumen el capital de trabajo, el cual no está proporcionando un ingreso a la empresa y puede ser requerido urgentemente para alguna otra actividad más importante. El objetivo principal es mantener niveles de inventario óptimos en la bodega.

Para lograr este objetivo, es necesario la planificación de los requerimientos de materiales para el período planificado de producción, utilizando el plan de producción y la cantidad de materiales para una unidad de palmito envasado. También es necesario que los registros de los inventarios sean exactos, por lo que se deben organizar los materiales en la bodega, para poder llevar un buen control físico de los materiales que permita el almacenaje de una manera adecuada, para resguardar la integridad y la calidad de los mismos y que estén disponibles para cuando se requieran. Para llevar el control de los inventarios que salen de bodega y se consumen en el proceso productivo, es necesario aplicar el manejo de materiales que da como resultado un plan de reabastecimiento de materiales definiendo los pedidos y las entregas de los materiales, para tener una producción con inventarios bajos. En el manejo de materiales, se debe considerar el tiempo de entrega del proveedor, la regla del tamaño de pedido que se va a utilizar y el inventario de seguridad.

### **1.5.1 Planificación de requerimientos de materiales (MRP)**

La planificación de requerimientos de materiales es un sistema diseñado para administrar los inventarios con demanda dependiente y permite programar los pedidos de reabastecimiento. Esta técnica determina la cantidad y periodicidad para la adquisición de los materiales necesarios, para satisfacer los requerimientos del plan de producción.

La planificación de requerimientos de materiales proporciona como salida el plan de pedidos y entregas de materiales. Los datos de entrada necesarios para la planificación de requerimientos de materiales son:

- a) Lista de materiales
- b) Plan de producción
- c) Registros de inventarios

a) Lista de materiales

La lista de materiales es un diagrama estructurado con todos los materiales del producto y las cantidades de cada uno para una unidad de producto terminado.

b) Plan de producción

Como se mencionó anteriormente, el plan de producción explica en detalle cuántos productos se fabricaran según los pronósticos de ventas.

c) Registros de inventario

Los registros de inventarios son los saldos del inventario, que es la cantidad de material disponible; se deben tomar en cuenta los pedidos realizados; estos registros deben ser precisos, ya que estos son utilizados para determinar el número de unidades de materiales que se deben comprar para cumplir con la planificación. Se debe tener un procedimiento que asegure que los registros de inventario sean lo más confiable posible.

En la planificación de requerimientos de materiales, se deben definir y considerar la planificación del tiempo de entrega, el tamaño de lote y el inventario de seguridad.

#### a) Planificación de tiempo de entrega

La planificación del tiempo de entrega es una estimación del período de tiempo que transcurre, entre el momento en que se presenta un pedido para comprar un material y el momento en que este es recibido en el inventario. La precisión es importante; si un material llega al inventario antes de que se necesite, su presencia elevará los costos de manejo de inventario. Si el material llega demasiado tarde, pueden producirse faltantes del material que atrasaría la producción.

#### b) Tamaños de lotes

Las reglas, que se refieren al tamaño del lote, determinan las fechas y las cantidades de materiales de un pedido; a cada material se le debe asignar una regla sobre el tamaño de lote, para que sea posible programar los pedidos y entregas. Las tres reglas más usuales son:

- 1) Regla de la cantidad de pedido fija
- 2) Regla de la cantidad de pedido periódica
- 3) Regla de lote por lote

##### 1) Regla de la cantidad de pedido fija

Esta regla mantiene la misma cantidad de pedido cada vez que se hace un pedido. El tamaño de lote podría estar determinado por los límites de capacidad del equipo, por el nivel de cantidad de descuento, por la capacidad de carga de los camiones, por la cantidad de compra mínima o podría estar determinado por la cantidad óptima de pedido (Qop).

## 2) Regla de la cantidad de pedido periódica

La cantidad de pedido periódica permite que se solicite una cantidad diferente en cada uno de los pedidos, pero con ello se crea la tendencia a hacer los pedidos a intervalos de tiempo fijos. La cantidad de pedido es igual a la cantidad necesaria del material durante el tiempo entre pedidos y deberá ser suficiente para evitar los faltantes de materiales.

## 3) Regla de lote por lote

La regla de lote por lote es un caso especial de la regla de la cantidad de pedido periódica, según la cual el tamaño del lote solicitado en el pedido satisface los requerimientos de un solo período y la meta es minimizar los niveles de inventario.

La selección de alguna regla sobre el tamaño del lote tiene repercusiones importantes para administrar un inventario.

- La regla de la cantidad de pedido fija genera un alto nivel de inventario promedio, porque crea remanentes de inventario; estos remanentes se producen porque esta regla no se acopla con exactitud a los requerimientos. Los remanentes de inventarios imparten estabilidad al proceso de producción, porque funcionan como colchón contra las pérdidas inesperadas como por desperdicio, inexactitud de los registros, inestabilidad de los requerimientos o atrasos del proveedor.

- La regla de la cantidad de pedido periódica reduce la cantidad de inventario promedio, porque es más eficaz para acoplar la cantidad de pedido con los requerimientos. Esto es porque ajusta los tamaños de lote a medida que los requerimientos crecen o disminuyen, por lo tanto, no hay remanentes.
- La regla lotes por lotes minimiza la inversión en inventario, pero también maximiza el número de pedidos que se deben hacer; esta regla se aplica cuando los materiales son caros y los costos de pedidos son bajos, se aplica especialmente para productos que se fabrican a bajo volumen por pedidos.

#### c) Inventario de seguridad

Es necesario determinar un inventario de seguridad. Los inventarios de seguridad se utilizan cuando las cantidades de entrega y la cantidad de desperdicio es incierta. Lo habitual es usar inventarios de seguridad, tanto de productos terminados como de materiales, para poder responder a las fluctuaciones de los pedidos de los clientes y contra la poca fiabilidad de los proveedores de materiales, entonces el objetivo es mantener un inventario mínimo igual a la cantidad del inventario de seguridad.

### **1.5.2. Ventajas de la planificación de requerimiento de materiales**

Con la planificación de requerimiento de materiales, las empresas tienen las ventajas de:

- Calcular la demanda dependiente de materiales de los planes de producción, con lo cual se obtiene un valor acertado de los requisitos de materiales.
- Reducir los costos ociosos de los inventarios, debido a las disminuciones del nivel de inventarios a una cantidad óptima.
- Reducir los costos de compras debido a una mejor planificación, comunicación y coordinación con los proveedores.
- Proporcionar información importante para contabilidad que tiene a su cargo los pagos a los proveedores y la facturación a los clientes, así como de finanzas para que adecue el capital de trabajo y solvente los pagos para los requisitos de materiales.
- Evitar las interrupciones del proceso debido a la falta de materiales.
- Mejorar la efectividad de la planificación de la producción
- Responder rápidamente a los cambios del mercado.
- Poder prometer fechas de entregas más reales y fidedignas, con lo cual mejora las relaciones con sus clientes.

### 1.5.3. Manejo de materiales

El manejo de materiales es un complemento de las actividades de pronósticos y planificación, que garantizará que las operaciones de fabricación nunca tendrán que suspender actividades por falta de materiales en el proceso productivo. El manejo de materiales es una herramienta de planificación que proporciona un plan de pedidos y entregas que garantiza la producción basada en la planificación de la producción. Esta herramienta da continuidad para no permitir faltantes de materiales durante la producción continua, y mantener los niveles de inventarios lo más bajo posible, para no tener costos de inversión muertos.

Los elementos básicos del manejo de materiales son:

- a) Formulación de materiales para un frasco de palmito envasado
- b) Explosión de los materiales requeridos para la producción
- c) Control de inventarios de los materiales en bodega
- d) Plan de pedidos y entregas de materiales para el reabastecimiento
- e) Tabla de control de los pedidos y las entregas de materiales

- a) Formulación de materiales para un frasco de palmito envasado

Para la estimación de materiales, se necesitan como datos de partida las formulaciones de los productos; las formulaciones son las cantidades de cada material que componen el producto. Se deben presentar en un formato para una fácil comprensión. Con la formulación, se realiza la lista de materiales de producto y se toma como base para realizar los cálculos posteriores.

#### b) Explosión de los materiales requeridos para la producción

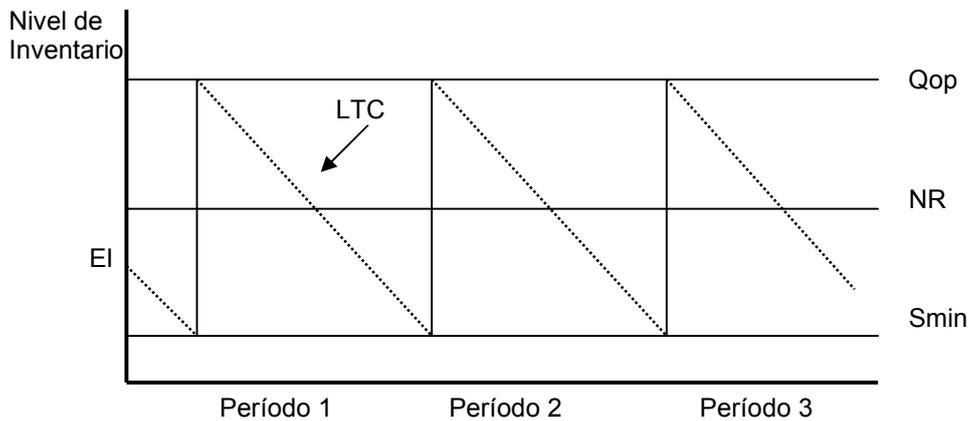
La explosión de materiales requeridos cuantifica la totalidad de los materiales a necesitar para el período de producción planificado, basándose en la formulación de materiales para un frasco de palmito o su lista de materiales y el plan de producción. Se calcula para el primer mes, la cantidad de materiales que se requiere para fabricar el número de frascos de palmito planificado. De igual manera, se procede para los otros meses restantes. Teniendo las cantidades totales de todos los materiales requeridos para cada mes planificado se colocan en una tabla resumen y se suman para tener las cantidades totales para todo el período planificado.

#### c) Control de inventarios de los materiales en bodega

Con la formulación y la explosión de materiales ya realizada, se inicia el diseño del control de inventarios, que es la herramienta básica del manejo de materiales, es un modelo gráfico que permite una fácil visualización del inventario de materiales en la bodega en un período que contempla el consumo de los materiales en la producción y el reabastecimiento de los mismos.

Para los cálculos del control de inventarios se utiliza los conceptos de cantidad óptima de pedido, inventario mínimo, cobertura o línea teórica de consumo, nivel de reorden, existencia inicial, política de reorden, política de inventario mínimo, los cuales se definirán posteriormente en este mismo capítulo.

**Figura 2. Gráfica de control de inventario**



d) Plan de pedidos y entregas de materiales para el reabastecimiento

Para realizar el plan de pedidos y entregas de materiales, se basa en la información que nos da las gráficas del control de inventarios, agrupando los pedidos y las entregas del período planificado.

Se hace el pedido al proveedor cuando la línea teórica de consumo atraviesa el nivel de reorden y la entrega de dicho pedido es cuando se reestablece la existencia a la cantidad óptima de pedido. Así se recopila la información de todos los pedidos y las entregas del período considerado y se elabora el plan de pedidos y entregas. Se debe elaborar un plan para cada uno de los materiales necesarios.

e) Tabla de control de los pedidos y las entregas de materiales

Con los planes de pedidos y entregas de todos los materiales ya realizados, se genera una tabla de control, donde aparece toda la información junta y que será utilizada para dar el seguimiento a los pedidos durante el período planificado.

#### **1.5.4. Consideraciones en inventarios**

En el manejo de materiales, se utilizan algunos conceptos para describir las partes principales del control de inventarios, con los cuales se desarrollan todos los cálculos del diseño del control de inventarios, para poder realizar las gráficas de control de inventarios, que permiten una fácil visualización del inventario de materiales en la bodega durante todo el período planificado. Estos conceptos se definen a continuación.

##### **1.5.4.1. Existencia inicial**

Es la cantidad de material en inventario con que se cuenta al inicio del período.

##### **1.5.4.2. Línea teórica de consumo**

Llamada también cobertura, es el número de períodos de tiempo, en el cual la existencia de un material en la bodega llega al inventario mínimo. Se calcula con la siguiente forma:

$$\text{LTC} = (\text{existencia} * \text{No. de períodos}) / \text{planificado}$$

#### **1.5.4.3. Política de reorden**

Se llama así al tiempo promedio de entrega de los pedidos de un material hechos anteriormente; se considera desde el momento en que se realiza el pedido hasta la entrega del material. Se calcula de la siguiente forma:

$$PR = \text{sumatoria de tiempos de entrega de pedidos} / \text{No. de pedidos}$$

#### **1.5.4.4. Nivel de reorden**

Es la cantidad de existencia de material, que indica cuándo se debe hacer un pedido. Se confirma cuando la cantidad de existencia en inventario llega a la cantidad que ordena que se realice un nuevo pedido. Esta cantidad se determina de la siguiente forma:

$$NR = (\text{planificado} * \text{política reorden}) / \text{No. de períodos}$$

#### **1.5.4.5. Política de Inventario mínimo**

Se le llama así a la diferencia que pueda haber entre el tiempo de entrega mayor y la política de reorden, y se calcula de la siguiente forma:

$$P_{\text{min}} = \text{tiempo máximo} - PR$$

#### **1.5.4.6. Inventario mínimo**

Es la cantidad mínima que se debe tener de materiales en existencia en la bodega, al momento en que se espera que llegue la cantidad pedida. El inventario mínimo garantiza que se tendrá una existencia, en caso de que se atrase la entrega del pedido. Se calcula de la siguiente forma:

$$S_{\text{min}} = (\text{planificado} * \text{política inventario mínimo}) / \text{No. de períodos}$$

#### **1.5.4.7. Cantidad óptima de pedido**

Es la cantidad adecuada de materiales que se necesita para garantizar la producción en un tiempo estimado. Se calcula de la siguiente forma:

$$Qop = NR + 2 Smin + EI$$

El valor de existencia inicial sólo se aplica cuando la existencia en la bodega es menor que el nivel de reorden; si el valor es mayor al nivel de reorden, el valor de existencia inicial es cero.

#### **1.5.4.8. Planificado**

Es la cantidad total de material que se ha estimado que se necesitará en el período planificado, según la explosión de materiales. Se basa precisamente en la planificación hecha utilizando los pronósticos de ventas.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE ENVASADO DE PALMITO**

Se presenta la información acerca del palmito, sus principales usos, las consideraciones acerca de su cultivo y su producción al envasarlo en conserva. Respecto a la empresa, se describe la situación actual de la empresa, su estructura organizacional, las funciones de cada puesto, la demanda actual del producto, el proceso de administración de materiales actual y se describe la problemática interna encontrada.

### **2.1. Palmito pejibaye**

El palmito es un producto que proviene del tallo del pejibaye. El pejibaye es una palmera oriunda de América Central y América del Sur, y se cultiva en climas tropicales.

Esta palmera alcanza una altura de 12 a 15 metros y un diámetro entre 15 y 30 cm. El tallo está coronado por 14 a 20 anillos foliares con hojas curvadas insertadas en espiral formando un eje central cilíndrico denominado “corazón del palmito”. La longitud de este eje central determina la parte utilizable. Los tallos tienen espinas ubicadas en los anillos, entre las cicatrices de las hojas y son puntiagudas de color negro o marrón, salen casi perpendicularmente del tronco y miden hasta 8 cm. de longitud y son quebradizos cuando han completado su desarrollo.

### 2.1.1. Principales usos

El palmito es un vegetal de fácil digestión y bajo contenido graso. Tiene un alto contenido de fibras digestibles, vitamina C, hierro y algunos aminoácidos esenciales. Es recomendado para tratamientos dietéticos y comidas naturales en hospitales, debido a su alto contenido de fósforo y calcio.

**Tabla I. Contenido nutricional del palmito por cada 100 g.**

COMPOSICIÓN	CANTIDAD
Humedad	91.70 g
Proteína	4.10 g
Carbohidratos	2.60 g
Ceniza	1.00 g
Fibra	0.70 g
Grasas	0.60 g
Calorías	27.50 calorías
Fósforo	109.00 mg
Calcio	81.00 mg
Ácido ascórbico	13.99 mg
Hierro	1.50 mg
Niacina	0.79 mg
Carotenos	0.12 mg
Riboflavina	0.12 mg
Tiamina	0.04 mg

El palmito constituye la porción central y tierna de la planta; es un producto con alto contenido de fibras y sin colesterol; su color es blanco marfil y tiene textura suave. Por eso es utilizado como producto alimenticio, y ocupa un lugar importante entre los productos “gourmet”, especialmente empleado en ensaladas, bocadillos, enteros o cortados en rodajas o como complemento de platos calientes como carnes y sopas.

**Figura 3. Palmito pejibaye envasado en conserva**



### **2.1.2. Consideraciones para el cultivo del palmito**

La materia prima más apropiada, para el envasado de palmito en salmuera, proviene de tallos de 10 a 12 cm en la base, lo cual se logra a partir de 18 meses después del trasplante a la finca. Después de la primera cosecha, se tienen cortes sucesivos en la plantación, los que se deben hacer cada cuatro a seis meses, lo cual depende del cuidado de la plantación y la calidad de la tierra en la que se cultiva.

Para establecer una hectárea de palmito pejibaye, se requiere de:

- Un buen material genético mejorado, donde debe existir un 80% de germinación; por eso las semillas del pejibaye deben ser seleccionadas y desinfectadas para el proceso de germinación.

- Se establece un almácigo en bolsas, aproximadamente de dos a cuatro meses de crecimiento para trasladarlo al campo o cuando las plantas han alcanzado de 30 a 40 cm. de altura.
- Se siembra abriendo agujeros de 20x20 cm. Las hileras se orientan de este a oeste para tener buena luminosidad, con una distancia entre planta de 2x1 m.
- El cuidado en el crecimiento y la utilización de abonos en la plantación incidirán en su calidad, el control de malezas y plagas o enfermedades, especialmente el combate al picudo negro con insecticida orgánico, que garantiza una plantación sana.
- Las plantas deben mantenerse con un arreglo de hijos o rebrotes, no más de tres hijos por planta, para evitar que le quiten vigor a la planta madre.
- Al cosechar el tallo del palmito, se deberá tener cuidado de no destruir la planta, y permitir el rebrote de nuevos tallos.
- Es aconsejable cortar en las horas frescas del día para evitar resequedad en el tallo.
- Al terminar de cortar los tallos de palmito para la producción diaria, se deben llevar inmediatamente a la planta de envasado de palmito.

### **2.1.3. Consideraciones para el envasado del palmito**

La materia prima se lleva a la planta de envasado, donde se recibe y revisa que esté en buenas condiciones. Los tallos de palmito cortados deben tener una longitud entre 60 a 80 cm, se le quita una o dos capas o cáscaras externas y su tiempo de corte no debe ser mayor de 24 horas, pues el palmito tiende a la oxidación y pérdida de humedad.

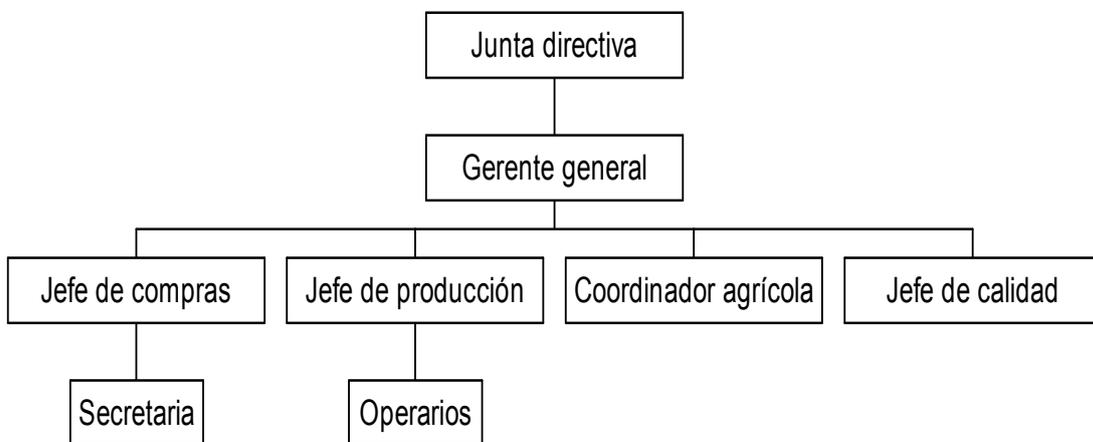
En la planta de producción, el palmito requiere las siguientes condiciones:

- En la planta de envasado, se retiran las cáscaras y se deja únicamente el corazón del palmito, para ser procesado.
- El palmito recibe un tratamiento de escaldado, antes de ser cortado y envasado.
- Luego se seleccionan y cortan los trozos para ser envasados en una salmuera preparada anteriormente.
- Para la pasteurización del producto, se le da un tratamiento térmico de 35 minutos a 98° Celsius.
- Por último, se enfrían los frascos y están listos para almacenarlos y poder comercializar el producto terminado.

## 2.2. Estructura organizacional

A continuación en la figura 4, se presenta la estructura organizacional de la planta de envasado de palmito.

**Figura 4. Organigrama de la planta de envasado de palmito**



### 2.2.1. Funciones de cada puesto de trabajo

Las actividades que actualmente realizan cada uno de los puestos son las siguientes:

- Gerente general

Es responsable de toda la actividad empresarial; sus funciones son administrativas, ventas y mercadeo. Es el encargado de expandir el mercado y de dar apoyo financiero a todos los departamentos y controlar el buen funcionamiento de cada departamento.

- Jefe de compras

Es la persona responsable de la adquisición de todos los insumos, materiales y equipo, que son necesarios en la empresa. Es encargado de buscar y seleccionar proveedores, negociar precios, créditos y tiempos de entrega. Debe dar seguimiento a todos los pedidos, para que en ningún momento falte material u otros artículos, que son necesarios en la empresa.

- Jefe de producción

Es la persona responsable de la planta. Es encargado de velar por la correcta utilización de todos los recursos para la producción, en cuyas funciones está la planificación de la producción y el control de la producción. También es encargado de las bodegas de materiales y producto terminado.

- Coordinador agrícola

Es la persona que se encarga del control de la materia prima principal; sus funciones son supervisar las plantaciones, para que se cuiden de la manera adecuada, con la utilización de abonos orgánicos y el control de plagas, para conseguir la calidad especificadas de los tallos para el envasado del palmito en conserva; también es encargado de proporcionar la información de la cantidad de materia prima disponible, que está lista para cortarse, según las especificaciones de tamaño y calidad para realizar la planificación de la producción.

- Jefe de calidad

Es la persona responsable de velar por la calidad del producto; debe verificar que se cumpla con todas las especificaciones, tanto en el tamaño de los trozos, como las proporciones de la salmuera y el peso del producto. Se encarga de realizar el análisis físico-químico para los diferentes lotes de producto terminado, que permita controlar que el pH o acidez del producto sea la aceptada.

- Secretaria

Es la encargada de la atención y recepción de llamadas de clientes y proveedores; se encarga de la papelería y su ordenamiento en un archivo.

- Operarios

Son las personas que realizan las operaciones de producción, el proceso requiere diferentes actividades, como corte, envasado, empaque, inspección de calidad, limpieza, colocación de frascos en estanterías, etc.

### **2.3. Demanda actual de la empresa**

La demanda actual de palmito envasado que tiene la empresa es conocida; por el momento, se fabrica bajo pedido de los clientes internacionales, con quienes se trabaja por contrato. La cantidad de palmito envasado solicitado varía mensualmente, según las temporadas, las cantidades oscilan entre 3,600 unidades hasta 7,500 unidades.

Los clientes hacen pedidos trimestralmente por anticipado, según las cantidades que tienen proyectadas, las entregas de palmito envasado se realizan mensualmente, según las cantidades confirmadas por los clientes para dicho mes y las cantidades que se fabricaron, según el plan de producción.

Actualmente, la planta puede ofrecer una cantidad mayor de palmito envasado, debido a que la capacidad agrícola en el campo y de fabricación de la planta es mayor, por lo cual se ha empezado a buscar otras oportunidades de clientes potenciales en el extranjero y en el país, con lo que una parte de la demanda dependería de las condiciones del mercado.

#### **2.4. La administración de materiales**

Actualmente en la empresa se aplica el concepto de administración de materiales, aunque se maneja por separado cada actividad relacionada con los mismos como la planificación, las compras, el almacenaje y el manejo de los materiales; la responsabilidad directa no recae en ningún ejecutivo.

Se realizan las actividades de planificación trimestral de la producción, se cuantifican las necesidades de materiales; existe un procedimiento para la solicitud de compra de materiales; es un procedimiento bien definido de compras que utiliza una orden de compra con su respectivo visto bueno y un procedimiento de traslado de los materiales de las oficinas hacia la planta. Hace falta coordinación entre todas las personas involucradas en estas actividades. También se requiere de mejoras en el manejo de materiales en el proceso productivo, que permita mantener, controlar y aprovechar los materiales, tanto en la bodega como durante la producción.

#### **2.4.1. ¿Quiénes realizan la administración de materiales?**

El jefe de producción, el coordinador agrícola y el jefe de compras son las personas que realizan todas las tareas de administración de materiales.

En la planificación de la producción, interviene el jefe de producción y el coordinador agrícola que realizan el plan de producción, verifican que las cantidades de tallos de palmito disponibles en el campo sean suficientes y definen las cantidades de materiales requeridos, para cumplir con los pedidos de los clientes.

El manejo de las existencias de inventarios de la bodega y la solicitud de compra de materiales esta a cargo del jefe de producción. El jefe de compras se encarga de la adquisición de los materiales y seguimiento de los pedidos, según las solicitudes hechas por el jefe de producción y del traslado de los materiales hacia la planta de envasado.

#### **2.4.2 ¿Cómo se lleva a cabo la administración de materiales?**

Las actividades de la administración de materiales en la planta de envasado de palmito se realizan de la siguiente manera:

- Planificación trimestral

El jefe de producción y el coordinador agrícola se encargan de planificar la producción, sobre la base de los pedidos de los clientes y los tallos disponibles que cumplan las especificaciones; se define el plan de producción para el próximo período y cuantifican los materiales necesarios.

El requerimiento total de tallos de palmito se maneja mensualmente; el coordinador agrícola asigna a los productores las cantidades de tallos que deben despachar semanalmente y detalla las entregas diarias para poder cumplir con la planificación.

El requerimiento del resto de los materiales se traslada al jefe de compras, por medio de una solicitud de compra, la cual incluye el material y la cantidad requerida para todo el período planificado, para que sea adquirido y esté disponible para el proceso productivo.

- Compras

El jefe de compras se encarga de buscar los proveedores y adquirir los materiales necesarios. Genera órdenes de compra y da seguimiento a los pedidos. Las compras se realizan en las oficinas ubicadas en la ciudad de Guatemala. Se compran todos los materiales necesarios de una sola vez para que estén disponibles en la planta. Las facturas, órdenes de compras y envíos se trasladan a contabilidad para tramitar los pagos a los proveedores.

Cuando se han reunido todos los materiales solicitados, éstos son trasladados de las oficinas a la planta de envasado ubicada en Ixcan en el departamento de Quiché, en donde se encuentran las plantaciones de palmito pejibaye. Se utilizan los vehículos de la empresa.

No son muchos los materiales que se requieren y se trabaja con proveedores establecidos, lo que facilita la adquisición de los materiales. Posteriormente, en este capítulo, se mencionaran las características de los materiales que se compran, el lugar donde se adquieren, ya sea en la ciudad o en el lugar donde se encuentra la planta de envasado de palmito.

- Producción

Se sacan los materiales de la bodega para la producción diaria, según las cantidades autorizadas por el jefe de producción. Se lleva un control del inventario, en donde se registran los ingresos, salidas y el saldo de materiales en la bodega.

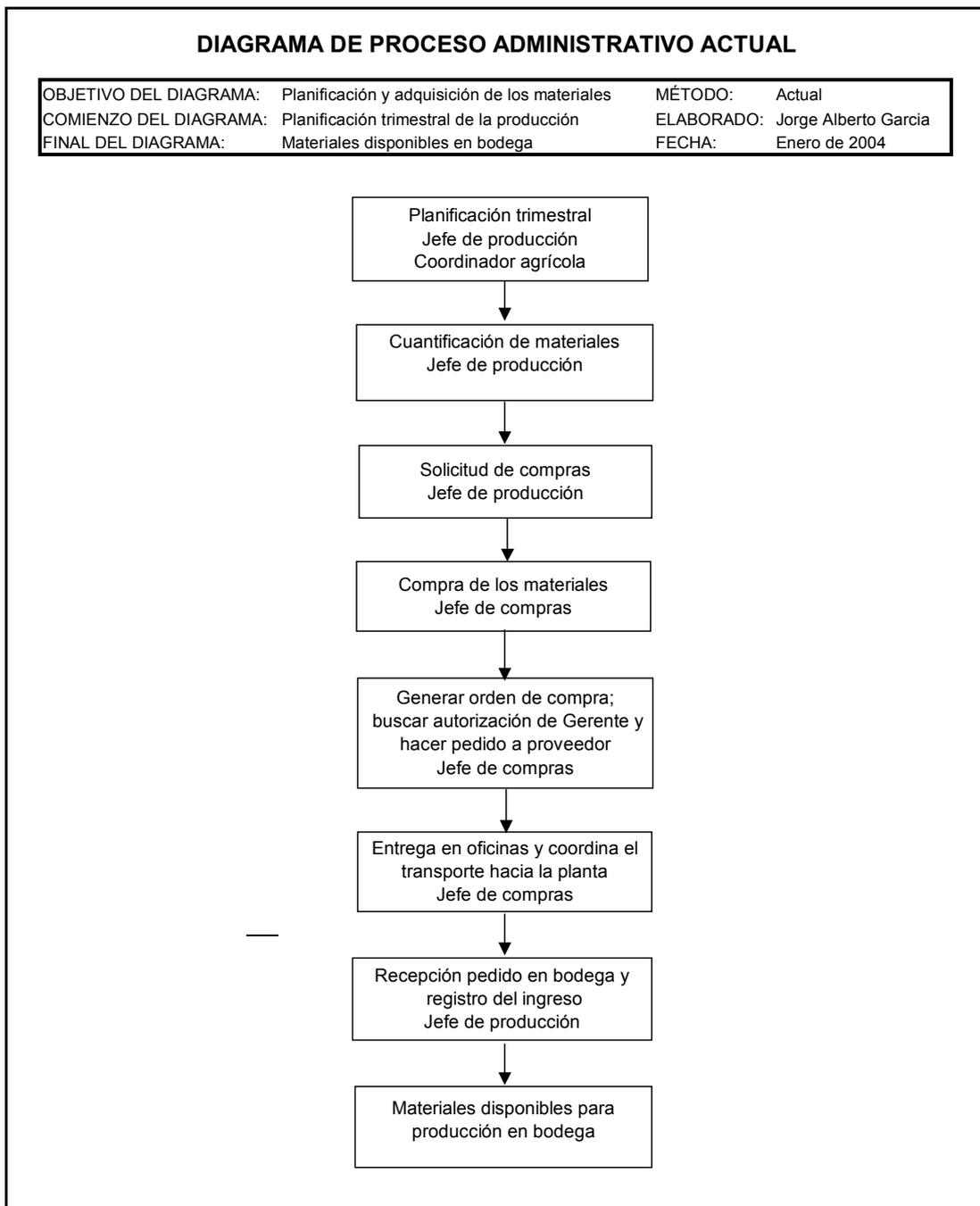
Al iniciar la producción, se alistan todos los materiales que se van a utilizar; con alcohol se limpian las superficies de contacto y los utensilios de trabajo como las ollas y los cuchillos de acero inoxidable. También se revisa la cantidad de gas propano del cilindro conectado a las estufas de gas. Al mismo tiempo, se lavan los frascos de vidrio y sus tapaderas, se pesan y separan los ingredientes de la salmuera, la sal y el ácido cítrico, que se necesitan para la cantidad de frascos que se van a envasar según la formulación. También se separa la cantidad necesaria de agua pura para el producto y para el proceso. Entonces se empieza con el proceso productivo, con la revisión, limpieza y pesado de los tallo de palmito, para seleccionar los que cumplen con la especificación, los cuales fueron llevados temprano a la planta de envasado de palmito.

Durante el proceso, si el jefe de producción nota que hay poca existencia de algún material, pasa una nueva solicitud de compra al jefe de compras para completar su inventario y eliminar la posibilidad de faltantes de los materiales.

## **2.5. Diagrama de proceso administrativo actual**

El diagrama del proceso administrativo actual de la administración de materiales, en el que se incluye el proceso de planificación y compras, se presenta en la siguiente página.

**Figura 5. Diagrama del proceso administrativo actual**



## **2.6. Niveles mínimos de inventario en la bodega**

Las cantidades de materiales que se mantienen están de acuerdo con la planificación de la producción, de manera que no se vea interrumpida la producción. Existe actualmente la política de comprar todos los materiales necesarios para la producción trimestral y mantenerlos en bodega, ya que algunos materiales se demoran más de treinta días en llegar a la bodega, debido a la forma en que se realiza las compras y transporte de los materiales hacia la planta de envasado. Sin embargo, en la bodega se mantiene grandes cantidades de material y se producen pérdidas del mismo.

### **2.6.1. Materiales básicos utilizados**

Los materiales básicos que se utilizan para el envase en conserva del palmito, sus características y la forma en que se adquieren son:

- Tallos de palmito

Los tallos de palmito es la materia prima principal; tiene la limitación que no pueden ser almacenados por más de 24 horas, por lo tanto, se hacen pedidos semanalmente, según la planificación. Los tallos de palmito son cortados y transportados diariamente, para poder cumplir con la producción diaria desde el campo hacia la planta de envasado. Estos tallos son comprados a los agricultores del lugar, con quienes ya se tienen convenios y arreglos a través del coordinador agrícola.

- Frascos con su respectiva tapadera

Los frascos son cilíndricos de vidrio de 7 cm. de diámetro por 11 cm. de alto, con una capacidad de 16 onzas y su respectiva tapadera de metal. La tapadera tiene un recubrimiento de plastisol por dentro, debido a la acidez de la salmuera y es de color dorado. La tapadera es de tipo Twist Off; esta característica permite que sólo sea necesaria media vuelta para cerrar y es desechable; al reutilizarla, no sella herméticamente. Estos frascos son los que comúnmente se utilizan en la industria alimenticia. Se compran bajo pedido en la ciudad de Guatemala en una empresa vidriera. Tienen un tiempo de entrega de aproximadamente un mes, aunque no existe mucho problema en retrasos de entrega de pedidos, ya que esta fábrica exporta estos mismos frascos a Costa Rica, donde también son utilizados, por lo que algunas veces tienen en existencia.

- Etiqueta

La etiqueta es rectangular de 8 cm. de alto por 20 cm. de ancho; es plastificada con adhesivo para que no se dañe cuando sea refrigerada y no se pueda despegar. La impresión es a colores, lo cual es debido a que el producto es exportado e incluye toda las condiciones que exige la FDA (Agencia federal norteamericana que regula los alimentos y fármacos), donde se incluye toda la información del producto:

- Marca del producto
- Nombre del producto
- Peso en onzas y kilogramos
- Advertencia que el producto debe ser refrigerado después de abierto

- La tabla de información nutricional
- Ingredientes
- Fecha de vencimiento
- Fecha de producción
- Registro sanitario
- Número de lote
- Empresa que lo distribuye
- Empresa que lo produce

La etiqueta es impresa y comprada a una litografía en la ciudad de Guatemala al por mayor.

- Agua potable

En el lugar, no hay servicio de agua potable, por lo que se compra embotellada por garrafón en la distribuidora de Salvavidas de Quiché. Con ellos, ya se ha negociado para que distribuyan semanalmente 80 garrafones de agua pura.

- Sal

Se compra sal yodada por kilogramo en la ciudad de Guatemala y posteriormente es trasladada a la planta de envasado de palmito.

- Ácido cítrico

Se compra el ácido cítrico homogenizado por kilogramo en la ciudad de Guatemala, el cual es trasladado a la planta de envasado de palmito.

- Caja de cartón corrugado

La caja de cartón, que se utiliza para empacar el palmito envasado, es la misma en que entregan los frascos, la cual tiene una capacidad de 12 frascos.

- Alcohol

El alcohol se utiliza para esterilización de los utensilios de acero inoxidable y las mesas de trabajo para el inicio y al terminar la producción del día. Este material se compra en la ciudad por galones.

- Gas propano

Para el escaldado y la pasteurización, se utilizan estufas de gas; en el lugar hay servicio de gas propano de cilindros de 35 libras únicamente, entonces se tienen cinco cilindros en la planta y cuando sólo queda uno se vuelve a pedir al proveedor; estos pedidos son semanales.

## **2.7. Sistema de pronóstico actual**

Actualmente, no se efectúan cálculos de pronósticos de ventas; la planificación de la producción se realiza, según los pedidos de los clientes, que no es la forma más ideal, ya que la planta tiene capacidad para producir más, al igual que la capacidad agrícola; en algunos períodos los clientes hacen pedidos pequeños, con lo cual queda materia prima en el campo, la cual hay que procesarla ya que se pierde al ensancharse los tallos que salen del tamaño de su especificación.

Por eso, es necesario aprovechar los recursos, para procesar todo lo que se tiene la capacidad y tener palmito envasado en inventario, para cumplir con pedidos grandes e incluso ofrecer el producto a otros clientes potenciales. En los planes de crecimiento, aparte de buscar nuevos clientes en el extranjero, se está introduciendo en el mercado local, y con la ventaja que el palmito envasado almacenado correctamente tiene una vida útil de 2 años; se puede tener este producto natural percedero en inventario disponible para satisfacer la demanda, la cual ya no sería conocida y se comportaría según las tendencias del libre mercado, por lo que es indispensable aplicar los pronósticos de ventas.

## **2.8. Problemática interna actual**

Son varios los problemas encontrados respecto a los materiales, después del análisis de la situación actual de la empresa; a continuación se describen las situaciones encontradas que se deben mejorar:

- Ha sucedido que durante el período planificado hay materiales faltantes como el gas propano y el ácido cítrico, entonces se requiere comprar de urgencia. Otros materiales no se han consumido como el alcohol y se ha comprado más, el cual queda almacenado y crea excesos de materiales.

- Los materiales que se compran en la ciudad de Guatemala tienen un tiempo de entrega más largo, no sólo por el tiempo de entrega del proveedor, sino también se suma el tiempo necesario para trasladarlos de las oficinas a la planta, por lo tanto, se debe considerar para poder establecer una política de inventario mínimo y definir correctamente el tiempo de entrega que con la seguridad de que habrá material disponible para que la producción no se interrumpa. Por ejemplo, el frasco y las etiquetas.
- El proceso administrativo actual tiene deficiencias en el manejo y control de los materiales; en la bodega se requiere un mejor control para poder llevar un inventario actualizado y así garantizar la disponibilidad y la calidad del material. Se necesita mejorar la recepción y almacenamiento, tener ordenado y limpia la bodega, y registrar en forma efectiva los movimientos de los materiales.
- En el Departamento de Producción, existen almacenamientos temporales de materiales que fueron sacados de bodega y no se utilizaron en la producción del día, los cuales están expuestos a que se deterioren y se pierdan; además se observa que hay desperdicio, por lo que es necesario un control de los materiales en producción.



### **3. PROPUESTA PARA EL MANEJO DE MATERIALES DE LA PLANTA DE ENVASADO DE PALMITO**

Esta propuesta aplica los principios básicos de control de la producción, los cuales incluyen los pronósticos de ventas, la planificación de la producción y el manejo de materiales para la planta de envasado de palmito.

#### **3.1. Pronósticos**

Los pronósticos son el punto de partida, ya que con ellos se determinará la cantidad que se va a producir en un período determinado, para luego poder efectuar la planificación de la producción.

El procedimiento para calcular los pronósticos se describe a continuación:

##### **Paso 1. Graficar**

Los datos de ventas reales se deben graficar, con el propósito de conocer el tipo de curva que adopta, para reconocer la familia de métodos que mejor se adaptan a dicha curva.

##### **Paso 2. Análisis primario**

Con la gráfica realizada, se establece a qué grupo de familias de curvas pertenece; el objetivo del análisis primario es no tener que evaluar todos los métodos que existen, sino solamente aquellos que se adapten a la tendencia de la curva de la gráfica.

### Paso 3. Análisis secundario

Es el análisis cuantitativo que se debe hacer entre los métodos elegidos del análisis primario; para hacerlo, se utiliza el método de evaluación que consiste en regresar unos períodos de ventas reales, y se calculan los pronósticos de evaluación para esos períodos de ventas reales. Luego se comparan matemáticamente los pronósticos calculados con las ventas reales y se saca la diferencia entre ambos datos, hasta terminar con todos los períodos elegidos; a estos datos se les conoce como error, y luego se procede a sacar el error acumulado, que es la sumatoria del valor absoluto de los errores; este último dato del error acumulado es el que interesa. Aquel método matemático que tenga el menor error acumulado va a ser el mejor método, el cual se asemeja con la tendencia real del producto.

### Paso 4. Pronóstico de riesgo

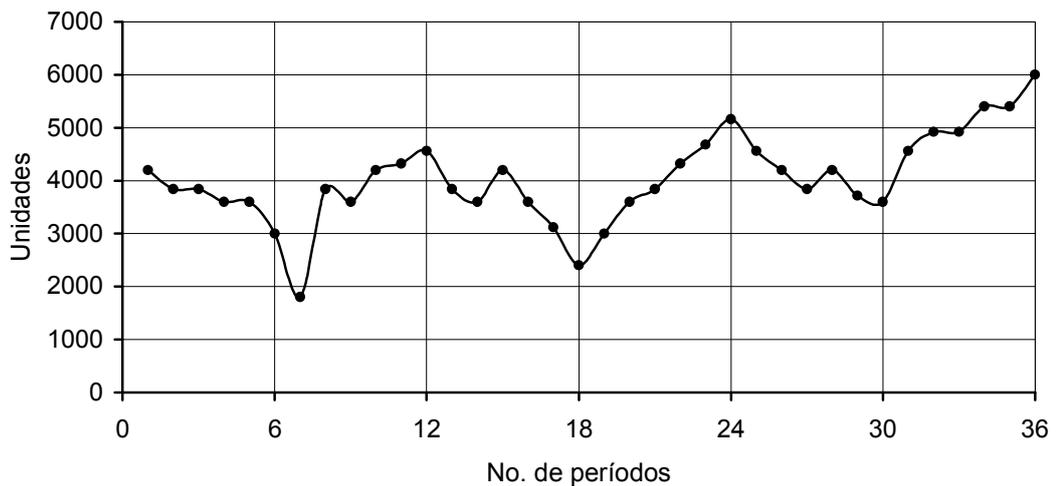
Conociendo el mejor método matemático, a través del análisis secundario, el pronóstico de riesgo consiste en aplicar el método que dio el menor error acumulado, con la diferencia de que ahora se aplica con todos los datos que se cuentan; la única manera de evaluar cómo se comporta el método respecto a la demanda real, es con el tiempo, a medida que se conocen los datos de ventas reales.

A continuación en la tabla II, se presentan los datos de las ventas reales de palmito de los últimos tres años.

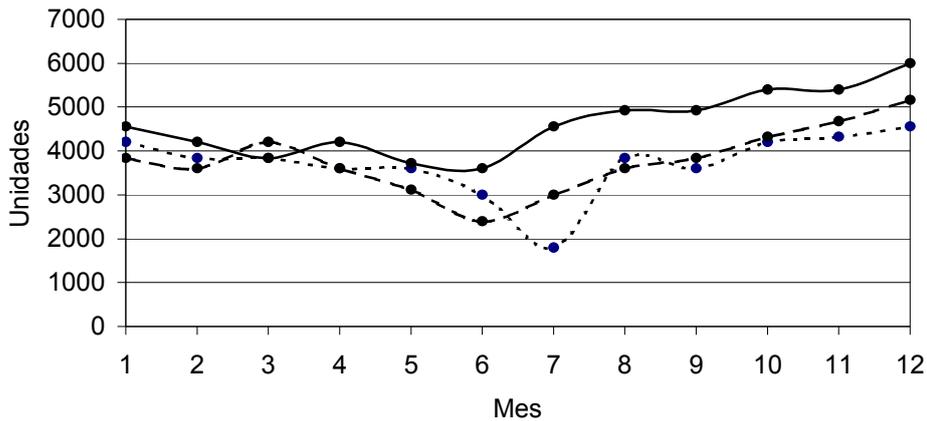
**Tabla II. Ventas de palmito de los últimos tres años**

Período	Año 1	Ventas	Año 2	Ventas	Año 3	Ventas
Enero	1	4,200	13	3,840	25	4,560
Febrero	2	3,840	14	3,600	26	4,200
Marzo	3	3,840	15	4,200	27	3,840
Abril	4	3,600	16	3,600	28	4,200
Mayo	5	3,600	17	3,120	29	3,720
Junio	6	3,000	18	2,400	30	3,600
Julio	7	1,800	19	3,000	31	4,560
Agosto	8	3,840	20	3,600	32	4,920
Septiembre	9	3,600	21	3,840	33	4,920
Octubre	10	4,200	22	4,320	34	5,400
Noviembre	11	4,320	23	4,680	35	5,400
Diciembre	12	4,560	24	5,160	36	6,000

**Figura 6. Gráfica de ventas de palmito de los últimos tres años**



**Figura 7. Gráfica de ventas de palmito por año**



### Análisis primario

Al analizar las gráficas, se observa que el comportamiento de la curva en el primer semestre decrece y en el segundo semestre de cada año tiene un crecimiento; este comportamiento es similar en los tres años, por lo cual se puede concluir que corresponde a una demanda cíclica, que se repite cada año y que además va en aumento o tiene crecimiento respecto al año anterior. Este tipo de tendencia es conocido, por lo que se efectuará el análisis y la comparación para el método de demanda cíclica y el método de demanda combinada.

### Análisis secundario

Se procede al cálculo del pronóstico de evaluación por los métodos elegidos en el análisis primario, el método de demanda cíclica y el método de demanda combinada.

### **3.1.1. Pronóstico de evaluación**

Se iniciará el análisis con la evaluación por el método de demanda cíclica, siguiendo luego con la evaluación por medio del método de demanda combinada y se comparará el error acumulado de ambos, y así seleccionar el método con el menor error acumulado para el cálculo del pronóstico de riesgo.

#### **3.1.1.1. Método de demanda cíclica**

El método de demanda cíclica emplea un valor índice, que es un indicador de la relación horizontal que poseen los períodos, respecto al valor medio de los datos de ventas. El procedimiento, para el cálculo del pronóstico, con la utilización de este método, se describe a continuación:

- 1) Se calcula el promedio general de ventas ( $X$ ).
- 2) Se calcula el promedio mensual de ventas ( $X_h$ ).
- 3) Se calcula el índice de cada mes (Índice).
- 4) Se procede al cálculo del pronóstico de evaluación ( $P_e$ ).
- 5) Se calcula el error.
- 6) Por último, se calcula el error acumulado.

Para los cálculos de los pronósticos de evaluación, se toma como base el último año de datos de ventas reales; se procede al cálculo del promedio general y los promedios horizontales, índices estacionarios, pronósticos de evaluación para cada período y errores, a partir del período 1 del año 1 hasta el período 24 de año 2 y se compara el resultado con los períodos correspondientes del año 3.

A continuación, se presentan las fórmulas y el desarrollo del método de demanda cíclica para el cálculo de los pronósticos de evaluación.

- Promedio general de ventas de los primeros dos años (X)

$$X = \frac{\sum_{i=1}^{24}(\text{ventas}_i)}{24}$$
$$X = (4,200+3,840+. +4,680+5,160) / 24 = 3,740$$

- Promedio horizontal de ventas de los primeros dos años (Xh)

$$X_h = (\text{ventas año 1} + \text{ventas año 2}) / 2$$
$$X_{h1} = (4,200+ 3,840) / 2 = 4,020$$

- Índice estacionario (índice)

$$\text{Índice} = X_h / X$$
$$\text{Índice}_1 = 4,020 / 3,740 = 1.0749$$

- Pronóstico de evaluación (Pe)

$$P_e = \text{Índice} * \text{ventas año 2}$$
$$P_{e1} = 1.0749 * 3,840 = 4,127$$

- Error

$$\text{Error} = \text{ventas año 3} - P_e$$
$$\text{Error}_1 = 4,560 - 4,127 = 433$$

- Error acumulado

$$\text{Error acumulado} = |\sum \text{errores}|$$
$$\text{Error acumulado}_2 = |433| + |620| = 1,053$$

De igual manera, se procede a calcular para los demás períodos. A continuación, se presenta la tabla III que tiene los resultados obtenidos por este método de evaluación.

**Tabla III. Resultados del método de demanda cíclica**

Ventas año 1	Ventas año 2	Ventas año 3	Xh	índice	Pe	Error	Error acumulado
4,200	3,840	4,560	4,020	1.0749	4,127	433	433
3,840	3,600	4,200	3,720	0.9947	3,580	620	1,053
3,840	4,200	3,840	4,020	1.0749	4,514	-674	1,727
3,600	3,600	4,200	3,600	0.9626	3,465	735	2,462
3,600	3,120	3,720	3,360	0.8984	2,802	918	3,380
3,000	2,400	3,600	2,700	0.7219	1,732	1,868	5,248
1,800	3,000	4,560	2,400	0.6417	1,925	2,635	7,883
3,840	3,600	4,920	3,720	0.9947	3,580	1,340	9,223
3,600	3,840	4,920	3,720	0.9947	3,819	1,101	10,324
4,200	4,320	5,400	4,260	1.1390	4,920	480	10,804
4,320	4,680	5,400	4,500	1.2032	5,631	-231	11,035
4,560	5,160	6,000	4,860	1.2995	6,705	-705	11,740

### 3.1.1.2. Método de demanda combinada

Este método se basa en la relación de un método cíclico con una tendencia extraída de algún método de regresión. Este método tiene un indicador que se calcula en forma similar al anterior, sólo que varía en que trabaja con valores ajustados de ventas. Esta relación asocia al período del pronóstico una pendiente detectada por alguno de los métodos de regresión, y le suma el valor correspondiente del promedio general ajustado de ventas y el valor del indicador horizontal.

El procedimiento para el cálculo del pronóstico, por medio del método de demanda combinada, es el siguiente:

1) Se deben transformar los datos originales a una tendencia simulada; para hacer esto, se debe calcular la mejor tendencia para este juego de datos; se utilizan los métodos de regresión, y aquel método que proporcione el factor de correlación (r) más cercano a 1 o a -1, es el método que debe elegirse para utilizar la pendiente (b); esta pendiente es la que debe utilizarse para transformar los datos originales a una nueva tabla con ciclo lineal; para esto se utiliza la fórmula  $V_{ne} = \text{ventas} - b t$ .

2) Con todos los valores nuevos ya calculados, se procede de igual forma que el método cíclico, con la diferencia de que para obtener el pronóstico se multiplica el promedio general de los nuevos valores con el índice estacionario y se le suma el producto de la pendiente (b), con el número de período t, es decir,  $P_{ne} = X_{ne} * \text{índice} + b t$ .

Los cálculos referentes a este método se presentan en el apéndice 1.

A continuación, se presentan la tabla IV, donde se muestran los resultados obtenidos por medio de esta evaluación.

**Tabla IV. Resultados del método de demanda combinada**

Vne año 1	Vne año 2	Vne año 3	Xhne	Índicene	Pne	Error	Error acumulado
4,178	3,556	4,014	3,867	1.1154	4,412	-398	398
3,796	3,294	3,632	3,545	1.0225	4,112	-480	878
3,774	3,872	3,251	3,823	1.1027	4,411	-1,160	2,038
3,512	3,251	3,589	3,381	0.9752	3,991	-402	2,440
3,490	2,749	3,087	3,119	0.8996	3,751	-664	3,104
2,869	2,007	2,945	2,438	0.7032	3,092	-147	3,251
1,647	2,585	3,883	2,116	0.6103	2,792	1,091	4,342
3,665	3,163	4,222	3,414	0.9847	4,111	111	4,453
3,403	3,382	4,200	3,392	0.9784	4,111	89	4,542
3,981	3,840	4,658	3,910	1.1278	4,651	7	4,549
4,080	4,178	4,636	4,129	1.1910	4,892	-256	4,805
4,298	4,636	5,214	4,467	1.2885	5,252	-38	4,843

De las tablas III y IV, se obtienen los resultados de los errores acumulados que interesan, para poder compararse:

Error acumulado de método de demanda cíclica = 11,740

Error acumulado de método de demanda combinada = 4,843

Al comparar los errores acumulados proporcionados por cada método; se determina que el mejor método, para el cálculo del pronóstico de riesgo, es el de demanda combinada.

### 3.1.2. Pronóstico de riesgo

El pronóstico de riesgo es el valor estimativo de venta futura, que puede tener un producto, será el valor que estará lo más cercano posible a la venta real que se tendrá y se puede tomar como la cantidad que se debe producir en el próximo período.

Teniendo seleccionado el mejor método, que es el método de demanda combinada, se procede al cálculo de los pronósticos de riesgo; para esto deben utilizarse todos los datos, es decir, los 36 períodos, para así poder estimar con mayor certeza el pronóstico de riesgo.

Los cálculos referentes a este método se presentan en el apéndice 2.

A continuación en la tabla V, se presentan los resultados obtenidos, que incluyen los pronósticos de riesgo correspondientes al año 4.

**Tabla V. Pronósticos de riesgo para 12 períodos**

Vnr 1	Vnr 2	Vnr 3	Xhnr	Índicer	Pronóstico
4,155	3,260	3,445	3,620	1.1296	5,269
3,750	2,975	3,040	3,255	1.0157	4,949
3,706	3,531	2,636	3,291	1.0269	5,029
3,421	2,886	2,951	3,086	0.9630	4,869
3,377	2,362	2,426	2,721	0.8491	4,549
2,732	1,597	2,262	2,197	0.6856	4,069
1,487	2,152	3,177	2,272	0.7090	4,189
3,483	2,708	3,493	3,228	1.0073	5,189
3,198	2,903	3,448	3,183	0.9932	5,189
3,754	3,339	3,884	3,659	1.1418	5,709
3,829	3,654	3,839	3,774	1.1777	5,869
4,024	4,089	4,394	4,169	1.3009	6,309

### **3.2. Planificación de la producción**

Con la proyección de las ventas ya calculada, es decir, los pronósticos de riesgo, se planificará la producción. El objetivo de la planificación de la producción es detectar el mejor plan de producción para cumplir con los pronósticos de riesgo, que tenga el menor costo posible y optimice los recursos de producción. Para hacer la planificación, se debe establecer cuando se requiere y está disponible en cuanto a tiempo, materiales, mano de obra y costo en que se incurrirá para cada período que se planificará.

Para que la planificación de la producción sea efectiva, se deben considerar las siguientes condiciones:

- Determinar si el tiempo requerido para poder cumplir con los pronósticos de riesgo es menor que el tiempo disponible efectivo de producción.
- Determinar si la existencia de los materiales alcanzarán o si se tendrá que realizar pedidos de reabastecimiento.
- Tener presente las leyes del Código de Trabajo, para no incurrir en delitos ni en errores, por estimar mal el tiempo disponible de mano de obra.
- Todos los recursos de producción se deben interpretar bajo las mismas dimensionales; se deben expresar en días de producción para poder relacionarlos con los demás datos. Los costos serán unidades monetarias asociadas a la unidad de tiempo fijada.

Primero, se procederá a explicar el proceso de producción utilizado para el envasado del palmito, luego se aplicará el procedimiento de planificación de la producción continua para la planta de envasado de palmito. Por último, se presentará la planificación de la producción para el primer trimestre del año 4.

### **3.2.1. Proceso de producción**

A continuación, se describe brevemente el proceso actualmente utilizado para el envasado del palmito.

Antes de iniciar las actividades diarias de producción, se limpia y desinfecta el área de trabajo con una solución de alcohol en todas las superficies. Seguido de la limpieza, se ensambla y lava el equipo, utensilios y frascos antes de empezar a trabajar.

En la bodega de almacenamiento de tallos, primero se pesan los tallos de palmito, luego se remueven 2 capas exteriores que cubren el tallo que se dejan, para que no se dañe en el transporte del campo hacia la planta. Una vez removidas las capas externas del tallo, se corta la base del tallo, luego se corta el tallo y se coloca en una cajas plásticas, para ser llevado a la planta de envasado. La distancia es aproximadamente de 6 metros. En la planta, se procesa solamente el palmito fresco, menos de 24 horas de almacenamiento, que haya cumplido 18 meses de sembrado y que esté entre 10 y 12 cm. de diámetro para mantener las especificaciones.

En la planta, en el área de precocido, se introducen los tallos en una olla grande con agua hirviendo, y se dejan allí durante tres minutos. Al finalizar los tres minutos, se sacan los tallos precocidos y se introducen en cajas plásticas para ser transportado al área de corte, a una distancia de 2 metros.

El palmito está en la mesa de corte; se procede a inspeccionar los tallos y se realizan cortes para partir trozos de palmito de 9 cm. de largo. Luego se raspa la pelusa que queda en el contorno de los trozos y se sumergen en agua limpia, para eliminar los residuos de pelusa. Seguidamente se escurren los trozos para quitarles el exceso de agua y se inspeccionan los trozos.

Con anterioridad, se ha preparado una salmuera. De la bodega de materiales, se obtienen los ingredientes, la sal común y el ácido cítrico, los cuales se pesan en una balanza de precisión. Se llevan los ingredientes al área de cocimiento a una distancia 3.5 metros, y se prepara la salmuera, se disuelven los ingredientes de la salmuera en un recipiente con agua a 85 °C, según las proporciones establecidas y se espera que llegue a 90 °C durante aproximadamente 15 minutos. Finalmente se cuela esta solución con un lienzo fino para evitar que pasen las impurezas de la sal. Es necesario tener un control estricto de la temperatura de la salmuera; se debe mantener entre 85 a 90 °C, pues si se excede se evapora el ácido cítrico y su función como preservante y equilibrio de pH no se podrá lograr. Este control se logra utilizando un termómetro.

Con la salmuera y los trozos de palmito listos, se procede al envasado; los trozos escurridos se introducen en el frasco y se inspecciona, para asegurar que no tenga pelusa, desperfectos de corte o estén rajados. Luego se pesa el producto con una pesa de precisión. El frasco debe contener 250 gramos de producto drenado. Al terminar de llenar los frascos con el palmito, los frascos son llenados con la salmuera caliente, hasta llegar a un peso de 410 gramos de peso neto. Finalmente se tapan manualmente los frascos, no muy fuerte, porque la tapadera cede por la temperatura y no servirá; tampoco debe ser muy suave porque se puede abrir durante el cocimiento.

En el área de cocimiento, los frascos son introducidos al depósito de cocimiento, el cual tiene una canasta de escurrimiento y un termostato; tiene una capacidad de 63 frascos; se espera que llegue a 98 °C aproximadamente 15 minutos y, a partir de ese momento, se toma el tiempo de 35 minutos de cocimiento. Al finalizar este lapso, se saca la canasta de frascos del depósito. Los frascos se introducen en cajas plásticas y son llevados al área de enfriamiento a una distancia aproximada 4.5 metros.

Se colocan los frascos sobre unas estanterías y se espera de 12 a 24 horas, para que se enfríen a temperatura ambiente. Al terminar la producción del día, los operarios limpian y ordenan todos los equipos y utensilios utilizados, las estaciones de trabajo y la planta en general.

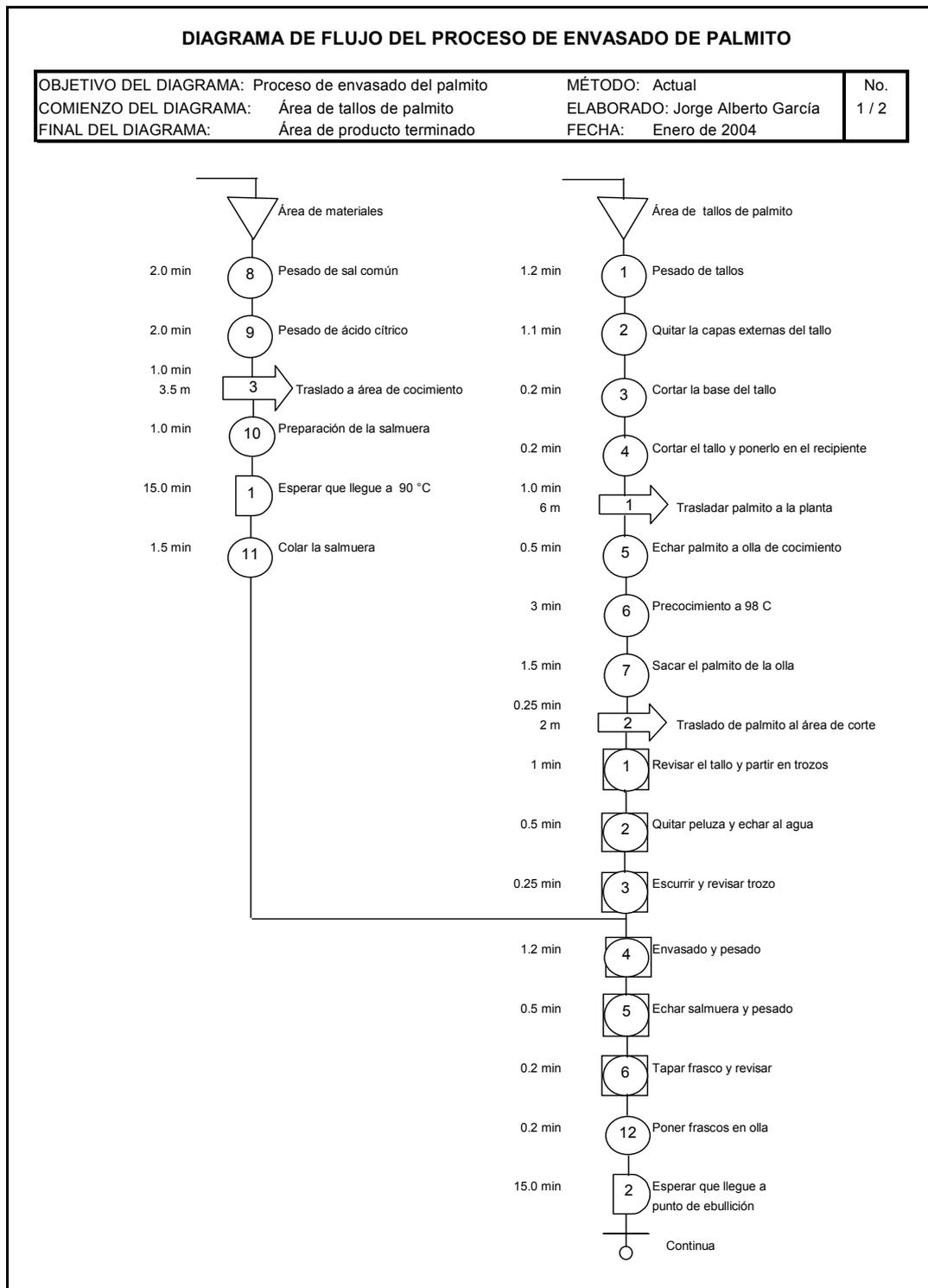
Después del tiempo requerido de enfriamiento, se transportan los frascos al área de empaque, 2.5 metros, en donde se verifica que los frascos estén bien sellados. La tapadera debe estar curvada hacia abajo y no debe moverse cuando se presiona el centro con el dedo. El producto que no tenga esta característica es descartado. Se procede a colocar la etiqueta con la información del producto a cada frasco y se introducen los frascos ya etiquetados en cajas de cartón de 12 unidades cada una.

Las cajas son llevadas a la bodega de producto terminado a una distancia de 3 metros y son almacenadas por 15 días, que es el tiempo necesario para que el producto alcance el equilibrio de pH. Al pasar los 15 días, se realizan los análisis físico-químicos que mide el pH, el cual debe estar debajo de 4.6 en las unidades muestreadas; si estuviera arriba de 4.6, se muestrean más unidades para llegar al promedio de aceptación. Si se sigue muestreando y no baja el pH, entonces se rechaza el batch y el producto se clasifica como de segunda.

El proceso se trabaja en una forma lineal; se realiza por batch de producción diaria y las operaciones son compartidas por los operarios utilizando una producción casi modular. Al inicio, todos los operarios limpian y desinfectan para iniciar la producción y al finalizar todos limpian el área de producción y acomodan los frascos en las estanterías de enfriamiento.

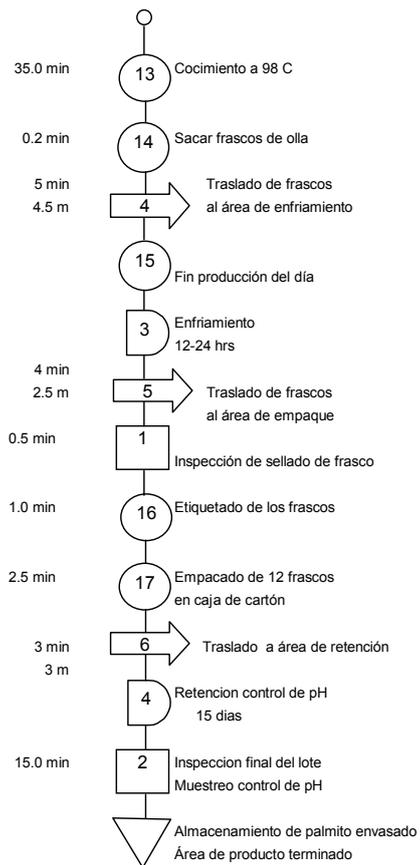
A continuación, en la figura 8, se presenta el diagrama de flujo del proceso de envasado de palmito.

**Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de envasado de palmito**



### DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ENVASADO DE PALMITO

OBJETIVO DEL DIAGRAMA: Proceso de envasado del palmito	MÉTODO: Actual	No. 2 / 2
COMIENZO DEL DIAGRAMA: Área de tallos de palmito	ELABORADO: Jorge Alberto García	
FINAL DEL DIAGRAMA: Área de producto terminado	FECHA: Enero de 2004	



#### RESUMEN

Símbolo	Evento	Número	Tiempo	Distancia
○	Operación	17	56.1	
□	Inspección	2	15.5	
◐	Combinada	6	3.65	
➡	Traslado	6	14.25	21
⌒	Demora	4	30	
▽	Almacén	3		
<b>TOTAL</b>		<b>38</b>	<b>119.5 min</b>	<b>21 m</b>

### 3.2.2. Cálculo de requerimientos

Para el cálculo de los requerimientos de producción, se determinará con la velocidad de producción, que es la cantidad de unidades que se produce por unidad de tiempo, es decir, la cantidad producida de frascos de palmito envasado por día y los pronósticos de riesgo anteriormente calculados.

Para calcular la velocidad de producción, se obtendrá la información del proceso productivo; en la actualidad se realiza un batch diario, en el cual se procesan entre 900 a 750 tallos de palmito, con los que se producen entre 300 a 250 frascos de palmito envasado. La planta tiene la capacidad de procesar un máximo de 1,000 tallos de palmito diarios y produce 330 frascos de palmito.

Para el cálculo de la velocidad de producción, se supondrá que se trabaja con una eficiencia del 85 % de la producción máxima.

Velocidad de producción = Capacidad instalada de la planta \* eficiencia

Velocidad de producción = 1 batch / día \* 330 unidades / batch \* 0.85

Velocidad de producción = 280 unidades / día

Este valor es la referencia para el cálculo de requerimiento de tiempo y se basa en los pronósticos de riesgo, los cuales deben ser traducidos en días necesarios de producción. Se procede a efectuar los cálculos con una regla de tres simple; para el período 1 se tiene:

Requerimiento<sub>1</sub> = 5,269 unidades \* (1 día / 280 unidades)

Requerimiento<sub>1</sub> = 18.81 = 19 días de producción

De la misma manera, se procede a realizar el cálculo para todos los períodos; a continuación, se presenta la tabla VI que tiene los requerimientos de tiempo de los pronósticos de riesgo, expresados en días de producción.

**Tabla VI. Requerimientos de producción**

<b>REQUERIMIENTOS</b>			
Período	Mes	Pronóstico de riesgo	Días de producción
1	Enero	5,269	19
2	Febrero	4,949	18
3	Marzo	5,029	18
4	Abril	4,869	18
5	Mayo	4,549	17
6	Junio	4,069	15
7	Julio	4,189	15
8	Agosto	5,189	19
9	Septiembre	5,189	19
10	Octubre	5,709	21
11	Noviembre	5,869	21
12	Diciembre	6,309	23

### **3.2.3. Cálculo de disponibilidad**

La disponibilidad de tiempo de producción se determinará con el tipo de jornada que se labora; se consideran los días efectivos reales de cada período por producir. En este tiempo disponible, se descartan las vacaciones, días de asueto, y probables contratiempos. El tiempo efectivo es aquel en que el trabajador permanece a las órdenes del patrón.

Se trabaja bajo una jornada ordinaria diurna especial, la cual tiene un máximo de 44 horas a la semana; se labora de lunes a viernes 9 horas y sábado no se trabaja.

Debe tomarse en cuenta que la ley establece en el artículo 122 del Código de Trabajo, que las jornadas ordinarias y extraordinarias no pueden exceder de un total de más de 12 horas diarias.

En la planta, no se utilizan las horas extras, ya que en el lugar no hay servicio de luz eléctrica; cuando se requiere tiempo adicional, se trabaja el sábado y el domingo, según sea necesario.

Los días efectivos para cada uno de los meses, dentro del período que se planificarán, se presentan a continuación en la tabla VII.

**Tabla VII. Días efectivos en los períodos a planificar**

Período	Mes	Lunes a Viernes	Sábado	Domingo
1	Enero	22	4	4
2	Febrero	20	4	4
3	Marzo	21	5	5
4	Abril	20	3	4
5	Mayo	20	5	4
6	Junio	20	4	5
7	Julio	23	4	4
8	Agosto	21	5	5
9	Septiembre	21	4	4
10	Octubre	22	4	4
11	Noviembre	20	4	5
12	Diciembre	21	4	4

La disponibilidad de tiempo de producción en días se calcula a partir del número de los días efectivos entre semana para el tiempo normal; para el tiempo extra, se calcula a partir de los días sábado y domingo que se necesiten para poder cumplir con el pronóstico de ventas.

Para el primer período, se tienen 22 días efectivos de lunes a viernes y 4 días sábado y 4 días domingo. Entonces, se procede al cálculo del tiempo normal y extraordinario de la siguiente manera:

Tiempo normal (Tn) = 22 días efectivos de lunes a viernes

Tiempo extra (Te) = 4 sábados + 4 domingos = 8 días efectivos

De igual manera, se procede a calcular para los demás períodos; a continuación, se presenta la tabla VIII, que contiene la disponibilidad de tiempo de producción expresada en días de producción.

**Tabla VIII. Disponibilidad de tiempo de producción**

Período	Mes	Tn	Te	Total
1	Enero	22	8	30
2	Febrero	20	8	28
3	Marzo	21	10	31
4	Abril	20	7	27
5	Mayo	20	9	29
6	Junio	20	9	29
7	Julio	23	8	31
8	Agosto	21	10	31
9	Septiembre	21	8	29
10	Octubre	22	8	30
11	Noviembre	20	9	29
12	Diciembre	21	8	29

### 3.2.4. Cálculo de costos

Se presenta el cálculo de los costos que intervienen en la producción, según el procedimiento que se presentó en la sección 1.4.5.

#### 3.2.4.1. Costo de materiales

El costo de materiales es la sumatoria de la multiplicación de la cantidad y costo de todos los materiales que contiene el producto. A continuación, se presenta, en la tabla IX, el cálculo del costo de materiales para cada unidad.

**Tabla IX. Cálculo de costo de materiales por cada frasco**

Material	Unidad medida	Contenido por frasco	Costo unitario	Costo Total
tallo de palmito	Unidad	2.7	Q1.55	Q4.19
Frasco	Unidad	1	Q3.92	Q3.92
Etiqueta	Unidad	1	Q1.96	Q1.96
Agua potable	Garrafón	0.05	Q19.00	Q0.95
Ácido cítrico	Kilos	0.001503	Q13.10	Q0.02
Sal	Kilos	0.002857	Q3.50	Q0.01
Alcohol	Galón	0.001667	Q17.10	Q0.03
Gas propano	Cilindro	0.003333	Q90.00	Q0.30
Costo de materiales				Q11.37

Éste es el costo de materiales por cada unidad; para tener el costo de materiales por día de producción, se multiplica por la cantidad de frascos producidos por velocidad de producción calculada anteriormente:

$C_{mat} = \text{costo de materiales} * \text{velocidad de producción}$

$C_{mat} = Q11.37 / \text{unidad} * 280 \text{ unidades} / \text{día} = Q3,183.60 / \text{día}$

### 3.2.4.2. Costo de mano de obra directa e indirecta

El costo de mano de obra directa e indirecta, para el producto, se obtiene, según el personal de la planta y el salario que devenga cada uno; se tiene en la planta 4 actividades necesarias para la producción, cada actividad tiene su respectivo salario. Con el número de operarios, el salario de cada actividad al mes y con el supuesto que en un mes hay 30 días, se calcula el costo de mano de obra por día. El resultado de los cálculos se presenta en la tabla X.

**Tabla X. Cálculo de costo de mano de obra**

Operarios	Puesto	Salario / mes	Días / mes	Salario / día
1	Descascarado	Q1,250.00	30	Q41.67
2	Corte y envasado	Q1,650.00	30	Q110.00
1	Supervisión y control calidad	Q2,600.00	30	Q86.67
1	Etiquetado y empacado	Q1,100.00	30	Q36.66
Costo de mano de obra				Q275.00

El costo de mano de obra directa e indirecta (C<sub>mo</sub>) es Q275.00 / día

### 3.2.4.3. Costo de almacenaje

El costo de almacenaje se estima considerando que se tienen los materiales en una almacenadora, se expresa en quetzales por día y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Costo almacenaje} = (\text{costo materiales por día} + 12 \% \text{ IVA}) * 0.30\%$$

La cifra 0.30% es el valor de la cantidad en porcentaje que cobra la almacenadora mensualmente. Entonces se tiene:

$$\text{Costo almacenaje} = (3,183.60 * 30 * 1.12) * (0.3 / 100) = Q320.90 \text{ por mes}$$

$$\text{Costo de almacenaje} = Q320.90 / 30 = Q10.70 \text{ por día de producción}$$

$$C \text{ alm} = Q10.70 \text{ por día de producción}$$

Ahora, con los costos calculados, se procede con el cálculo del costo del tiempo de trabajo tanto normal como extraordinario, y se tiene:

Costo día normal (Cn)

$$Cn = \text{Costo material} + \text{Costo mano de obra} + \text{Costo almacenaje}$$

$$Cn = C \text{ mat} + C \text{ mo} + C \text{ alm}$$

$$Cn = Q3,183.60 + Q275 + Q10.70$$

$$Cn = Q3,469.30$$

Costo día extra (Ce)

$$Ce = \text{Costo material} + (1.5 * \text{Costo mano de obra}) + \text{Costo almacenaje}$$

$$Cn = C \text{ mat} + 1.5 C \text{ mo} + C \text{ alm}$$

$$Ce = Q3,183.60 + (1.5 * Q275.00) + Q10.70$$

$$Ce = Q3,606.80$$

### 3.2.5. Utilización de matrices para planificar

La matriz de producción da toda la información correspondiente a los días por utilizar en la producción del palmito envasado; con ella, se elaborará el plan de producción; en la matriz, también se reflejan el costo total que se incurre. A continuación, se presenta, en la figura 9, la matriz de asignación para la planificación de los primeros 3 periodos.

**Figura 9. Matriz para planificación del primer trimestre**

MATRIZ DE ASIGNACIÓN		Período 1		Período 2		Período 3	
		Tn	Te	Tn	Te	Tn	Te
		22	8	20	8	21	10
Período 1 19	D	22	8				
	C	3469.60	3606.80				
	P	19	0				
Período 2 18	D	3	8	20	8		
	C	3469.60	3606.80	3469.60	3606.80		
	P	0	0	18	0		
Período 3 18	D	3	8	2	8	21	10
	C	3469.60	3606.80	3469.60	3606.80	3469.60	3606.80
	P	0	0	0	0	18	0
COSTO		Q65,922.40	Q0.00	Q62,452.80	Q0.00	Q62,452.80	Q0.00
COSTO TOTAL		Q190,828.00					

### 3.2.6. Toma de la decisión

Como puede observarse, la planta tiene la capacidad de producir las proyecciones de ventas o pronóstico de riesgo, sin necesidad de recurrir a horas extras o a otras jornadas, por lo tanto, se utiliza este matriz de asignación sin calcular las otras opciones de producción.

### 3.3. Manejo de materiales

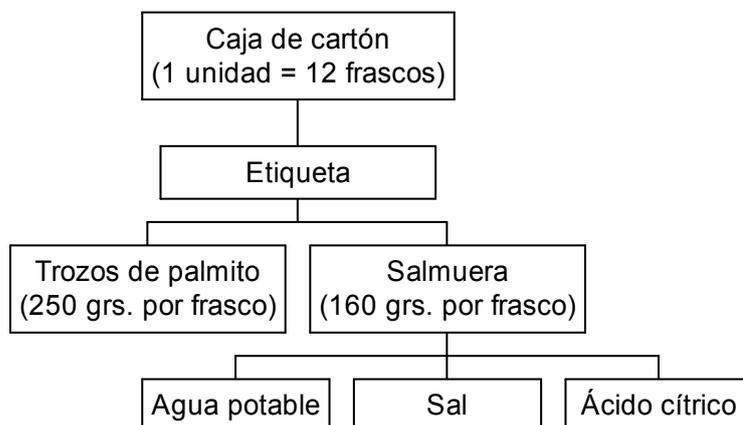
El manejo de materiales se realiza cuando ya se ha efectuado todo el análisis de los pronósticos de ventas y se ha planificado la producción; el manejo de materiales es un complemento de las actividades anteriores, que garantizarán que las operaciones de producción no se suspenderán por falta de materiales.

A continuación, se presenta la tabla XI que contiene las cantidades necesarias de cada material, para producir cada unidad de palmito envasado. También se presenta, en la figura 10, la lista de materiales que son necesarios para cada caja de frascos de palmito envasado.

**Tabla XI. Materiales necesarios por frasco de palmito**

Material	Unidad medida	Contenido por frasco
Tallo de palmito	Gramos	250
Frasco	Unidad	1
Etiqueta	Unidad	1
Agua potable	Garrafón	0.05
Ácido cítrico	Kilos	0.001503
Sal	Kilos	0.002857
Alcohol	Galón	0.001667
Gas propano	Cilindro	0.003333

**Figura 10. Lista de materiales**



### 3.3.1. Cálculo de requerimientos de materiales

Para cuantificar la totalidad de los materiales que se necesitan, basados en la formulación, se procede a calcular la explosión de materiales; para este caso donde solo existe un único producto, sólo se consideran los totales de los materiales, según el número de unidades por fabricar para cada período.

Para el período 1, se tiene un pronóstico de riesgo de 5,269 unidades, si para cada unidad se requiere de 250 gramos de palmito y un tallo de palmito para ser aceptado, que debe tener un peso de 95 gramos  $\pm$  2 gramos aproximadamente, entonces se puede determinar el número de tallos de palmito necesarios para este período:

$$\begin{aligned} &= 5,269 \text{ unidades (250 grs. palmito / unidad) (1 tallo palmito / 93 grs. palmito)} \\ &= 14,164 \text{ tallos de palmito} \end{aligned}$$

De igual manera, se calcula para los demás materiales que son los frascos, etiquetas, agua potable, ácido cítrico, sal, alcohol y gas propano.

5,269 unidades (1 frasco con tapadera / unidad) = 5,269 frascos con tapadera

5,269 unidades (1 etiqueta / unidad) = 5,269 etiquetas

5,269 unidades (0.05 garrafón agua pura / unidad) = 264 garrafones agua pura

5,269 unidades (0.0015 kilos ácido cítrico / unidad) = 7.90 kilos ácido cítrico

5,269 unidades (0.0028 kilos sal / unidad) = 14.75 kilos sal

5,269 unidades (0.0016 galones alcohol / unidad) = 8.43 galones alcohol

5,269 unidades (0.0033 cilindro gas propano / unidad) = 17.38 cilindros de gas

De esta misma manera, se procede al cálculo para los demás períodos; la tabla XII muestra todos los materiales requeridos para la producción del primer trimestre. Se estima un 5% de excedente de cada material, para contrarrestar cualquier retraso en la entrega o por desperdicios como inventario de seguridad.

**Tabla XII. Materiales requeridos para la producción de primer trimestre**

PERÍODO	Período 1	Período 2	Período 3	TOTAL	Excedente	TOTAL
PRONÓSTICO	5,269	4,949	5,029	15,247	5 %	Planificado
Tallos de palmito	14,164	13,304	13,519	40,987	2,050	43,037
Frasco	5,269	4,949	5,029	15,247	763	16,010
Etiqueta	5,269	4,949	5,029	15,247	763	16,010
Agua potable	264	248	252	764	39	803
Ácido cítrico	8	8	8	24	1	25
Sal	15	14	14	43	2	45
Alcohol	9	8	9	26	2	28
Gas propano	18	17	17	52	3	55

### 3.3.2. Distribución de materiales en el tiempo

Para desarrollar los cálculos del consumo de los materiales del inventario en la producción, la propuesta utiliza como regla de tamaño de lote, la cantidad de pedido fija basada en la cantidad óptima de pedido (Qop), y se estimó en el cálculo de requerimientos de materiales un inventario de seguridad de 5% por cualquier inconveniente. Para este cálculo, no se consideran los tallos de palmito, porque son entregados diariamente, según la planificación desarrollada anteriormente.

Para iniciar los cálculos, es necesario tener la existencia inicial, que es el inventario de la bodega de materiales; estos datos son el punto de partida para el diseño de control de inventarios; se presenta a continuación la tabla XIII que muestra las existencias de materiales que se tienen en inventario al inicio del período.

**Tabla XIII. Existencia actual de materiales**

Material	Unidad medida	Existencia inicial
Frasco	unidad	7,288
Etiqueta	unidad	1,756
Caja de cartón	unidad	607
Agua potable	garrafón	68
Ácido cítrico	kilos	1.6
Sal	kilos	2.9
Alcohol	galón	7
Gas propano	cilíndro	4

A continuación se presentan en la tabla XIV los datos que se han tardado los proveedores en la entrega de pedidos, expresados en días.

**Tabla XIV. Tiempos de entrega de los pedidos**

Material	Pedido 1	Pedido 2	Pedido 3	Pedido 4
Frasco	35	45	42	40
Etiqueta	14	12	15	12
Agua potable	5	5	6	5
Ácido cítrico	9	11	10	9
Sal	9	11	10	9
Alcohol	15	12	14	14
Gas propano	5	6	6	7

Utilizando la información proporcionada por el tiempo de entrega de los pedidos de los proveedores y la existencia inicial, se procede con los cálculos que permitan cumplir con una buena distribución de materiales en el tiempo.

Se presentan los cálculos para la distribución en el tiempo del ácido cítrico, durante los primeros 3 meses planificados:

- Política de reorden (PR)

PR = promedio de tiempo de entrega

$$PR = (9+11+10+9) / 4 = 9.75 \text{ días}$$

- Política de inventario mínimo (P<sub>min</sub>)

P<sub>min</sub> = tiempo máximo – PR

$$P_{min} = 11 - 9.75 = 1.25 \text{ días} = 0.0416 \text{ meses} * 30 \text{ días} = 1.25 \text{ días}$$

- Cálculo de la línea teórica de consumo (LTC<sub>1</sub>)

LTC<sub>1</sub> = (existencia \* No. de períodos) / planificado

$$LTC_1 = (1.6*3) / 25 = 0.192 \text{ meses} * 30 \text{ días} = 5.76 \text{ días}$$

- Cálculo de nivel de reorden (NR)

$$NR = (\text{planificado} * \text{política de reorden}) / \text{No. de períodos}$$

$$NR = (25 * 0.325) / 3 = 2.71 \text{ kilos}$$

- Cálculo de inventario mínimo (Smin)

$$Smin = (\text{planificado} * \text{Política de inventario mínimo}) / \text{No. de períodos}$$

$$Smin = (25 * 0.0416) / 3 = 0.35 \text{ kilos}$$

- Cálculo de la cantidad óptima de pedido (Qop)

$$Qop = NR + 2 Smin + \text{Existencia inicial}$$

$$Qop = 2.71 + 2(0.35) + 1.6 = 5.01 \text{ kilos}$$

- Cálculo de la nueva línea teórica de consumo (LTC2)

$$LTC2 = ((Qop + Smin) * \text{No. de períodos}) / \text{planificado}$$

$$LTC2 = ((5.01 + 0.35) * 3) / 25 = 0.642 \text{ meses} * 30 \text{ días} = 19.26 \text{ días}$$

De la misma manera, se calcula para el resto de los materiales; en la siguiente página se presenta en la tabla XV la distribución de materiales en el tiempo donde se encuentran los resultados de los cálculos para todos los materiales.

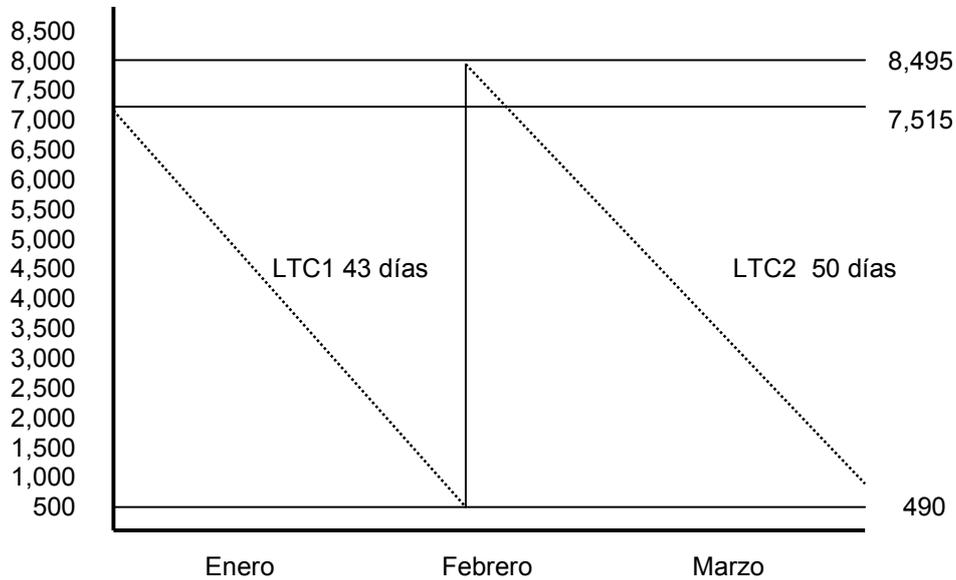
### **3.3.3. Gráficas de control de inventarios**

Con la información obtenida de la tabla XV, se procede a elaborar las gráficas de control de inventarios, de las cuales se definirá el plan de pedidos y entregas de materiales. Las gráficas se presentan en la página 83 en adelante.

**Tabla XV. Distribución de materiales en el tiempo**

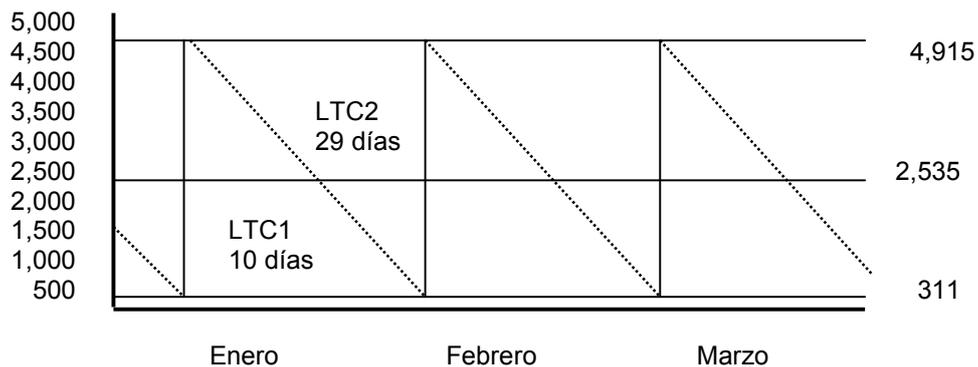
Material	Existencia inicial (EI)	Planificado	Política de reorden (PR)	Política de inventario mínimo (Psmín)	Línea teórica de consumo (LTC1)	Tiempo en días	Nivel reorden (NR)	Inventario mínimo (Smin)	Cantidad óptima pedido (Qop)	Nueva línea teórica de consumo (LTC2)	Tiempo en días
Frasco	7,288	16,010	1.408	0.092	1.366	43	7,515.81	489.19	8,494.19	1.683	50
Etiqueta	1,756	16,010	0.475	0.058	0.329	10	2,534.92	311.31	4,913.53	0.979	29
Agua potable	68	803	0.242	0.025	0.254	8	64.69	6.69	78.07	0.317	9
Ácido cítrico	1.6	25.0	0.325	0.042	0.192	6	2.71	0.35	5.00	0.642	19
Sal	2.9	45.0	0.325	0.042	0.193	6	4.88	0.63	9.03	0.643	19
Alcohol	7	28	0.325	0.042	0.750	25	3.03	0.39	3.81	0.450	13
Gas propano	4	55	0.192	0.042	0.218	6	3.51	0.76	5.04	0.317	9

**Figura 11. Gráfica de control de inventarios para los frascos**



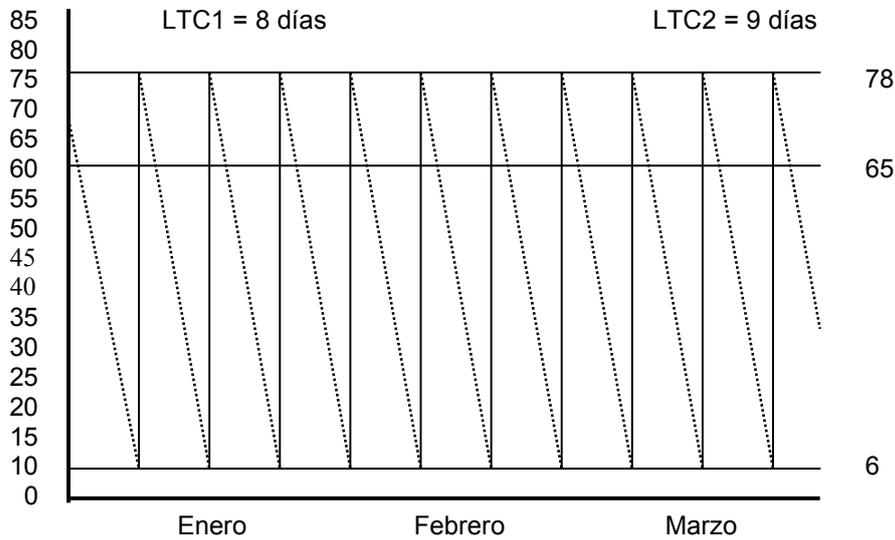
La gráfica muestra el consumo de los frascos; la existencia inicial alcanza para 43 días; la cantidad óptima de pedido es de 8,495 unidades y se consigue una cobertura de 50 días. El nivel de reorden es de 7,515 unidades.

**Figura 12. Gráfica de control de inventarios para las etiquetas**



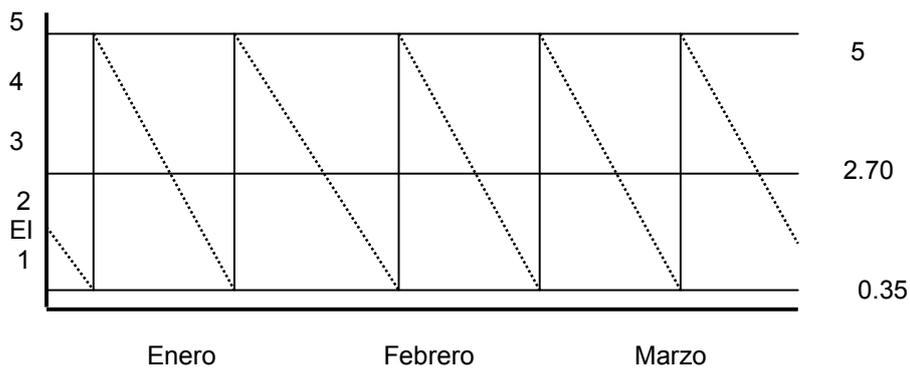
La gráfica muestra el consumo de las etiquetas; la existencia inicial tiene una cobertura de 10 días; con una cantidad óptima de pedido de 4,915 unidades, se tiene una nueva cobertura de 29 días, con nivel de reorden de 2,534 etiquetas. El inventario mínimo es de 311 unidades.

**Figura 13. Gráfica de control de inventario para el agua potable**



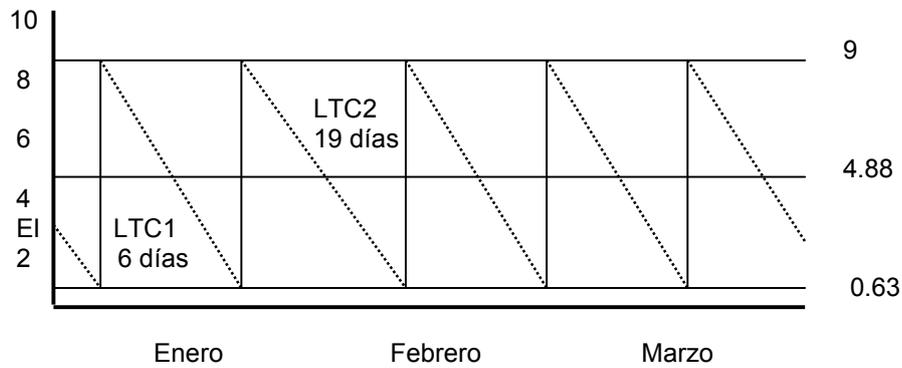
La gráfica muestra el consumo de los garrafones de agua; la existencia inicial de 68 garrafones tiene una cobertura de 10 días; con una cantidad óptima de pedido de 78 unidades se tiene una nueva cobertura de 9 días; el nivel de reorden de 65 garrafones de agua pura. El inventario mínimo es de 6 unidades.

**Figura 14. Gráfica de control de inventario para el ácido cítrico**



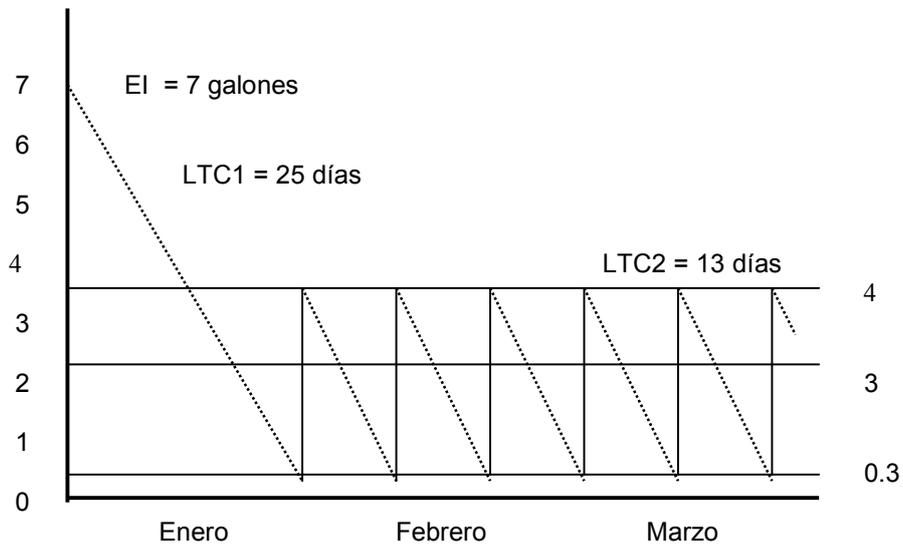
La gráfica muestra el consumo de ácido cítrico; la existencia inicial es de 1.6 kilos, la cual tiene una cobertura de 6 días; con una cantidad óptima de pedido de 5 kilos, se tiene una nueva cobertura de 19 días, con nivel de reorden de 2.70 kilos de ácido cítrico.

**Figura 15. Gráfica de control de inventario para la sal**



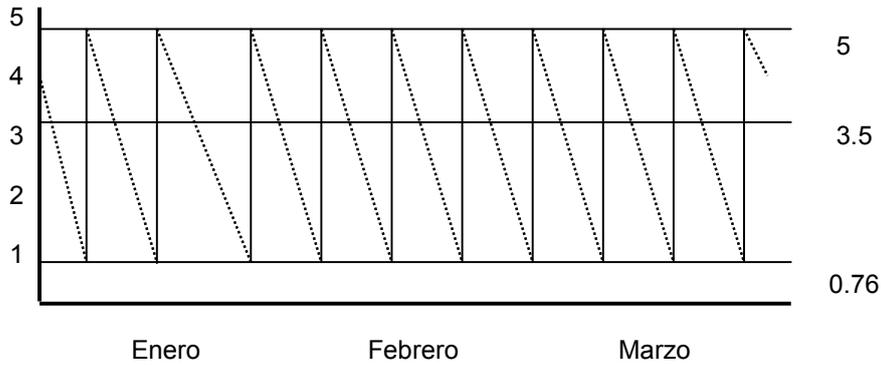
La gráfica muestra el consumo de la sal, la existencia inicial es de 2.96 kilos, la cual tiene una cobertura de 6 días; con una cantidad óptima de pedido de 9 kilos, se tiene una nueva cobertura de 19 días.

**Figura 16. Gráfica de control de inventario para de alcohol**



La gráfica muestra el consumo de el alcohol para desinfectar, cuya existencia inicial es de 7 galones, la cual tiene una cobertura de 25 días; con una cantidad óptima de pedido de 4 galones, se tiene una nueva cobertura de 13 días.

**Figura 17. Gráfica de control de inventario para el gas propano**



La gráfica muestra el consumo de los cilindros de 35 libras de gas propano; la existencia inicial es de 4 cilindros, la cual tiene una cobertura para 6 días; con una cantidad óptima de pedido de 5 cilindros, se tiene una nueva cobertura de 9 días, con nivel de reorden de 4 cilindros.

### 3.3.4. Plan de pedidos y entregas

Con las gráficas ya realizadas, se realiza el plan de pedidos y entregas de materiales para el manejo de materiales, en el cual se definen las fecha de los pedidos y sus respectivas entregas.

**Tabla XVI. Plan de pedidos y entregas para los frascos**

No.	Pedido (P)	Entrega (E)
1	02/01/03	22/02/03
2	28/02/03	

**Tabla XVII. Plan de pedidos y entregas para las etiquetas**

No.	Pedido (P)	Entrega (E)
		10/01/03
1	26/01/03	10/02/03
2	26/02/03	10/03/03
3	26/03/03	

**Tabla XVIII. Plan de pedidos y entregas para el agua potable**

No.	Pedido (P)	Entrega (E)
1	02/01/03	08/01/03
2	10/01/03	18/01/03
3	20/01/03	27/01/03
4	29/01/03	05/02/03
5	07/02/03	14/02/03
6	17/02/03	24/02/03
7	26/02/03	05/03/03
8	07/03/03	14/03/03
9	17/03/03	24/03/03
10	25/03/03	31/03/03

**Tabla XIX. Plan de pedidos y entregas para el ácido cítrico**

No.	Pedido (P)	Entrega (E)
		06/01/03
1	16/01/03	25/01/03
2	04/02/03	13/02/03
3	24/02/03	05/03/03
4	15/03/03	24/03/02

**Tabla XX. Plan de control de pedidos y entregas para la sal**

No.	Pedido (P)	Entrega (E)
		06/01/03
1	16/01/03	25/01/03
2	04/02/03	13/02/03
3	24/02/03	05/03/03
4	15/03/03	24/03/02

**Tabla XXI. Plan de pedidos y entregas para el alcohol**

No.	Pedido (P)	Entrega (E)
1	15/01/02	25/01/03
2	28/01/03	07/02/03
3	10/02/03	20/02/03
4	24/02/03	05/03/03
5	08/03/03	18/03/03
6	21/03/02	31/03/03

**Tabla XXII. Plan de pedidos y entregas para el gas propano**

No.	Pedido (P)	Entrega (E)
1	02/01/03	06/01/03
2	09/01/03	16/01/03
3	20/01/03	25/01/03
4	29/01/03	03/02/03
5	06/02/03	12/02/09
6	15/02/03	21/02/03
7	24/03/03	03/03/03
8	06/03/03	12/03/03
9	15/03/03	21/03/03
10	24/03/03	30/03/03

### **3.3.5. Tabla de control**

Se procede a colocar todos los planes de pedidos y entregas de los materiales en una tabla de control mensual. Esta tabla será utilizada por el jefe de compras, para dar seguimiento a todos los pedidos hechos a los proveedores. A continuación, se presentan las tablas XXIII, XXIV y XXV, que corresponden a las tablas de control de los tres meses del período planificado.

**Tabla XXIII. Tabla de control correspondiente al primer periodo**

TABLA DE CONTROL	MES DE ENERO																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Material																																
Frasco		P1																														
Etiqueta									E0																		P1					
Agua potable		P1					E1		P2								E2	P3									E3		P4			
Ácido cítrico					E0											P1									E1							
Sal					E0											P1								E1								
Alcohol																P1								E1		E1		P2				
Gas propano		P1			E1				P2							E2		P3						E3								

**Tabla XXIV. Tabla de control correspondiente al segundo periodo**

TABLA DE CONTROL	MES DE FEBRERO																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Materiales																												
Frasco																						E1						P2
Etiqueta										E1																P2		
Agua potable					E4		P5						E5		P6								E6		P7			
Ácido cítrico				P2								E2											P3					
Sal				P2								E2											P3					
Alcohol							E2			P3									E3				P4					
Gas propano			E4				P5					E5			P6						E6			P7				





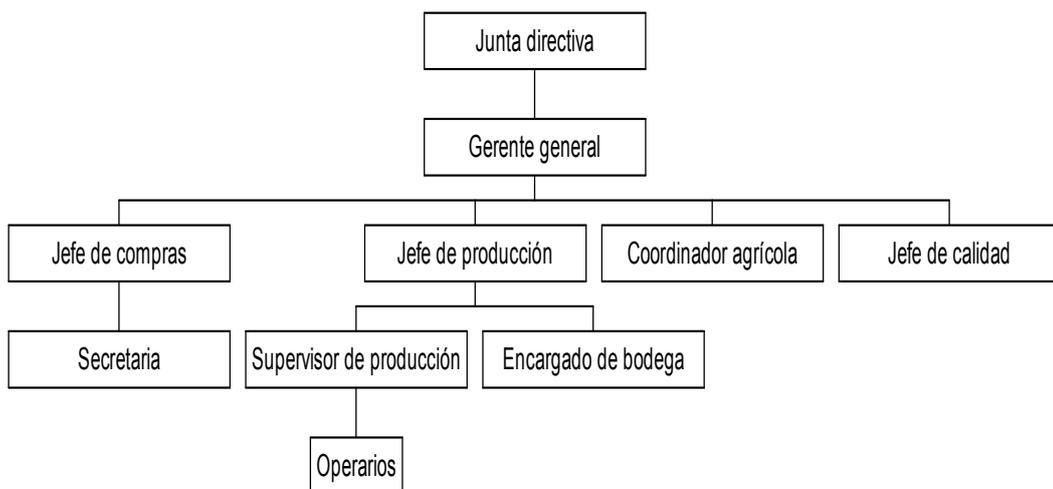
## 4. PRUEBA PILOTO DE LA PROPUESTA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE MATERIALES

Para poder llevar a cabo la prueba piloto, es necesario realizar mejoras en la empresa, las cuales deben de ser de manera que no afecte a los procedimientos actuales de manejo de inventarios y permita la adecuación de la propuesta.

### 4.1. Estructura organizacional propuesta

Se propone la siguiente estructura organizacional y se redefinen las funciones, para poder atender las actividades de la administración de materiales.

**Figura 18. Organigrama propuesto**



#### **4.1.1. Funciones de cada puesto**

A continuación, se definen las funciones y responsabilidades de cada puesto de la estructura organizacional propuesta.

##### **Gerente General**

##### **Función**

Trabajo de decisión que consiste en planificación y dirección de todas las actividades de la empresa, específicamente con ventas, mercadeo, compras y producción. Es responsable de la buena marcha de la empresa. Se orienta a los resultados, y cumple con las políticas, objetivos y presupuestos establecidos por la junta directiva.

##### **Responsabilidades:**

- 1) Planificar y controlar las operaciones administrativas de la empresa.
- 2) Se encargará de las ventas y mercadeo del producto.
- 3) Supervisará las actividades de compras y producción.
- 4) Revisará los pronósticos de ventas, los programas de producción y el plan de pedidos y entregas, y determinará si se apegan a la realidad.
- 5) Dará el visto bueno a las órdenes de compra de los materiales necesarios para cumplir con la planificación realizada utilizando el plan de pedidos y entregas.

### **Jefe de compras**

#### **Función**

Trabajo administrativo de la adquisición de todos los materiales y equipo, que son necesarios para que la empresa desempeñe sus actividades.

#### **Responsabilidades:**

- 1) Adquirir los materiales, según el plan de pedidos y entregas.
- 2) Dar seguimiento y reportar los estados de los pedidos.
- 3) Cotizar precios de los materiales, busca de nuevos proveedores.
- 4) Generar órdenes de compra.
- 5) Evaluar el desempeño de los proveedores, respecto a la calidad de los materiales y al tiempo de entrega.

### **Jefe de producción**

#### **Función**

Trabajo de administración y dirección de las actividades de producción.

#### **Responsabilidades:**

- 1) Realizará los pronósticos de ventas, la planificación de la producción y el manejo de materiales, según los planteamientos de la propuesta.
- 2) Elaborará los planes de producción trimestral, mensual y semanal.
- 3) Controlará la producción.
- 4) Verificará los niveles de inventarios.
- 5) Coordinará y supervisará las actividades del supervisor de producción y el encargado de bodega.

**Coordinador agrícola****Función**

Trabajo de control y supervisión de las actividades agrícolas de las plantaciones de palmito.

**Responsabilidades:**

- 1) Velar por la disponibilidad de tallos de palmito para la producción diaria.
- 2) Asegurar las entregas de tallos, según el plan de producción semanal.
- 3) Verificar que se cuiden las plantaciones, según la forma adecuada.
- 4) Verificar que los tallos de palmito cumplan las normas de calidad establecidas.

**Jefe de calidad****Función**

Trabajo de aseguramiento que el producto este dentro de las especificaciones requeridas, desde la materia prima hasta el producto terminado.

**Responsabilidades:**

- 1) Asegurar la calidad del producto.
- 2) Establecer los parámetros y especificaciones de calidad.
- 3) Realizar los análisis de pH de los lotes de productos terminados.
- 4) Verificar la calidad de los materiales que se utilizarán en el proceso.
- 5) Procesar los reportes de control de calidad, obtener estadísticas y conclusiones de los mismos.

**Secretaria****Función**

Realizar todas las funciones secretariales de la empresa.

**Responsabilidades:**

- 1) Archivo de papelería.
- 2) Contestar las llamadas telefónicas.
- 3) Enviar faxes y correos electrónicos.
- 4) Hacer llamadas telefónicas.
- 5) Concertar citas y convocar reuniones.
- 6) Apoyar al jefe de compras en el proceso de compras.

**Supervisor de producción****Función**

Organizar las operaciones diarias de producción y supervisar al personal en la ejecución de la producción según los planes de producción.

**Responsabilidades:**

- 1) Llevar los registros de producción.
- 2) Medir la eficiencia, productividad y desempeño de cada operario.
- 3) Llevar el control de materiales utilizados.
- 4) Alcanzar la meta diaria de producción.
- 5) Devolver los sobrantes de materia prima a la bodega.
- 6) Velar que se cumplan las normas de higiene y calidad en el proceso.
- 7) Reportar las anomalías al jefe de producción.

### **Encargado de bodega**

#### **Función**

Se encarga del control de inventarios de materia prima y producto terminado y rendir informes al jefe de producción.

#### **Responsabilidades:**

- 1) Recepción y almacenamiento de los materiales y producto terminado.
- 2) Controlar las salidas o despachos de materiales y producto terminado.
- 3) Llevar el control de inventarios actualizado y archivar la documentación.
- 4) Reporta al jefe de compras el momento en que un material del inventario ha llegado al punto de reorden.
- 5) Mantendrá ordenada y limpia la bodega de materiales y producto terminado.

### **Operarios**

#### **Función**

Realizar las diversas operaciones como cortado, envasado y revisión para la elaboración del producto.

#### **Responsabilidades:**

- 1) Realizar la operación que se le asigne.
- 2) Acatar las órdenes del supervisor.
- 3) Realizar su trabajo de manera eficiente.
- 4) Cuidar el equipo y hacer uso correcto de los materiales.
- 5) Velar por la calidad del producto realizando concientemente las inspecciones.
- 6) Reportar las fallas o anomalías al supervisor de producción.

## **4.2. Diagrama del proceso administrativo propuesto**

Es necesario que el proceso administrativo actual sea rediseñado y se efectúe de tal forma, que involucre a todos los puestos relacionados con los materiales, para lograr una coordinación efectiva.

### **4.2.1. Proceso de compras**

Para el proceso de compras, la adquisición de materiales ya no se debe realizar para todo el período planificado y al haber escasez se hace un pedido para completar el inventario. Para optimizar los niveles de inventarios, es necesario utilizar el plan de pedidos y entregas de la propuesta que será la guía que utilice el jefe de compras, para colocar los pedidos y dar seguimiento a los mismos.

### **4.2.2 Bodega de materiales y producto terminado**

Se debe formalizar la operación de la bodega para tener un buen control de los inventarios; se debe llevar actualizado el inventario en tarjetas de kárdex, registrando todos los ingresos y salidas de materiales y producto terminado. La figura 19, en la siguiente página, muestra el formato sugerido para la tarjeta de kárdex.

Para la reorganización de la bodega, es indispensable que se efectúe una distribución de materiales por áreas, lo que permite reducir el tiempo de almacenaje y el despacho de los materiales y evita pérdidas de los materiales.



En cada área, se define un lugar para cada material y debe colocarse siempre en el mismo lugar y en la forma adecuada en su recipiente o en la estantería, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Las áreas de la bodega deben estar siempre en una forma ordenada y limpia, para que los materiales se conserven en buen estado hasta que se retiren de la bodega.

Se deben implementar auditorias en la bodega, para garantizar que los registros sean precisos; se sugiere utilizar el método de conteo cíclico, que es un conteo físico continuo del inventario, por lo que todos los artículos son contados con una frecuencia específica y son comparados con los datos de las tarjetas de kárdex. Se debe aplicar este método, tanto a los materiales como al producto terminado y realizar las correcciones necesarias; no se debe incluir en el inventario los materiales que estén dañados.

**Figura 20. Distribución de áreas sugeridas para la bodega**



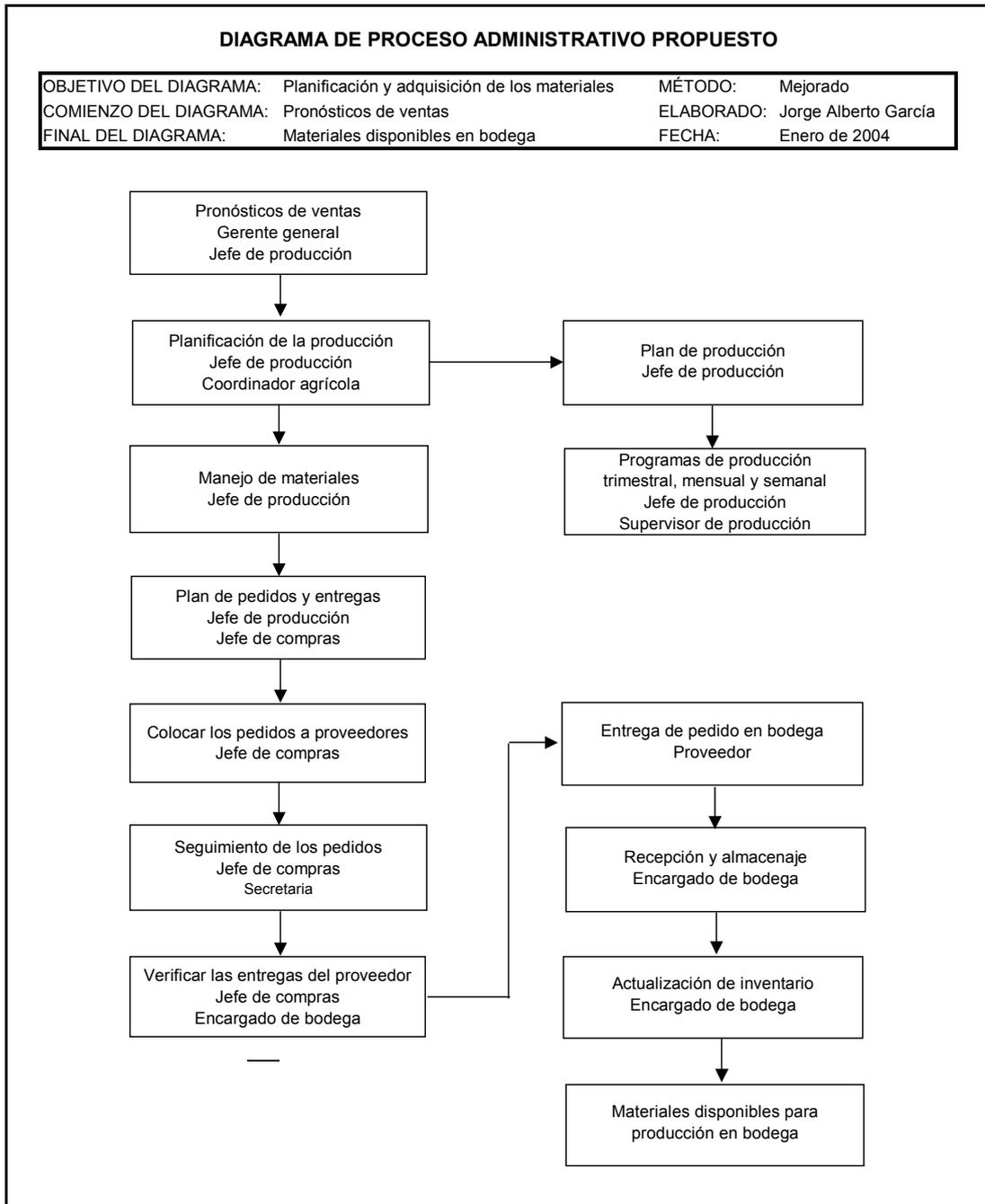
Por último, se debe implementar el cálculo del costo del material almacenado, es decir, que el inventario de materiales debe ser valuado; la forma que se sugiere para asignar el costo a los materiales del inventario es el método de primeras entradas primeras salidas (PEPS), ya que representa que primero se utilizarán los materiales más viejos, y como el inventario es renovado casi en su totalidad, éste adquiere el costo de los últimos materiales comprados; estos costos van a ser utilizados para establecer los costos de producción.

#### **4.2.3 Proceso en producción**

Durante el proceso de producción, se debe mejorar el flujo de materiales en el proceso; se sacara de bodega el material necesario para la producción del día, según la cantidad programada a través del supervisor de producción; se debe revisar que el material esté en buen estado; este material será entregado a los operarios. Al final del día, se establece cuántas unidades fueron fabricadas, cuánto material se utilizó y cuánto sobró para su devolución a la bodega, así como la cantidad de desperdicio.

El diagrama de proceso administrativo propuesto se presenta en la figura 21, en la siguiente página.

**Figura 21. Diagrama del proceso administrativo propuesto**



### **4.3. Establecimiento de programas de producción**

Es necesario establecer los programas de producción, que son la descripción, en una forma más detallada, del plan de producción, en donde se hacen los ajustes necesarios para acomodar la planificación efectuada a la realidad de la planta. El programa tiene importancia, porque en él se llevará el control adecuado de las cantidades programadas, la mano de obra empleada y los materiales utilizados.

Como la planificación de la planta es trimestral, se debe establecer un programa de producción mensual, en el cual se detalla los niveles de producción de que se debe alcanzar cada semana y los recursos necesarios y disponibles para lograrlo. De igual forma, se define un programa de producción semanal, estableciendo la meta de producción diaria, para así poder cumplir con los pronósticos de riesgo y la planificación realizada.

### **4.4. Control de la producción**

Para que los programas de producción se cumplan, es necesario llevar un adecuado control de la producción; el objetivo es producir la cantidad programada mensualmente y controlar las cantidades producidas diariamente contra las cantidades programadas y hacer las correcciones necesarias.

Para lograr producir las cantidades programadas, es necesario mantener un suministro continuo y suficiente de materiales; para que las cantidades de materiales calculadas sean suficientes, se debe llevar un control del porcentaje de desperdicio, para evitar que se pierda mucho material, con lo cual la planificación se vería afectada ocasionando eventualmente faltantes antes de tiempo de algún material. El propósito de este control de materiales en producción es poder tomar acciones encaminadas a reducir dichos desperdicios, y así poder reducir el inventario de seguridad o evitar pedir una cantidad extra para soportar estas pérdidas.

#### **4.4.1. Reportes de producción**

Los reportes de producción son de mucha importancia, ya que de ellos depende el control de la producción, para que se pueda determinar de una manera eficaz si son acertados los programas de producción, el comportamiento del consumo de materiales y el control de inventarios de materiales en la bodega.

Para esto, se sugiere la utilización del siguiente formato, el cual refleja la cantidad producida diaria, el número de operarios, el tiempo de producción, la eficiencia de la planta, las cantidades de los materiales utilizados, los materiales sobrantes y el desperdicio. Este reporte permitirá controlar el flujo diario de materiales que salen de la bodega a producción.

**Figura 22. Formato de reporte diario de producción**

<b>REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN</b>					
Fecha : _____					
Supervisor : _____					
No. de operarios: _____					
Tiempo de producción: _____					
Tiempo muerto: _____					
No. unidades producidas: _____					
Eficiencia de la planta: _____					
Materiales	Medida	Entregado	Utilizado	Sobrante	Desperdicio
Palmito	Tallos				
Frasco	Unidad				
Etiqueta	Unidad				
Agua potable	Garrafón				
Ácido cítrico	Kilos				
Sal	Kilos				
Alcohol	Galón				
Gas propano	Cilindro				

#### **4.4.2. Tiempos de entrega**

Es necesario llevar un control de los tiempos de entrega de los pedidos de los proveedores de materiales, ya que esta información es indispensable para el manejo de materiales, para poder definir un plan de pedidos y entregas que se apegue más a la realidad. Con estos datos, se calcula el tiempo de entrega más exacto y se evita, en lo posible, los retrasos de los proveedores en la entrega de los materiales, que si sucediera, afectaría el suministro continuo de materiales, y retrasaría la programación de la producción.

La figura 23 muestra el formato sugerido para registrar los tiempos de entrega de los proveedores, para poder establecer, de una mejor manera, las políticas de reorden y de inventario mínimo. La correcta utilización de este formato permitirá llevar un control sobre los tiempos de entrega de los pedidos, ya que si éstos varían es necesario tomarlos en cuenta para aplicar los ajustes a la propuesta. Este formato debe llenarse en el momento de recibir los materiales en la bodega.

**Figura 23. Formato de control de tiempos de entrega de pedidos**

<b>CONTROL DE TIEMPO DE ENTREGA DE PEDIDOS</b>					
Encargado de bodega: _____					
Mes : _____					
Material : _____					
Unidad medida : _____					
Proveedor : _____					
Nivel de reorden : _____					
Inventario mínimo : _____					
No. pedido	Fecha de pedido	Cantidad pedida	Fecha de entrega	Cantidad entregada	Tiempo de entrega (días)
Tiempo de entrega promedio :					_____

Cuando exista una variaciones en el tiempo de entrega de los pedidos a los acordados o calculados en promedio, es necesario la comunicación con el proveedor, para que cumpla con las entregas en las fechas establecidas; es el seguimiento de los pedidos que está a cargo del jefe de compras. Pero si el proveedor no corrige esta situación y no puede garantizar el reabastecimiento, afectará el funcionamiento de la propuesta, y tendrá que empezar a buscar otras opciones con los suplidores o nuevos proveedores.

#### **4.5. Descripción de los recursos necesarios de la propuesta**

Para realizar la prueba piloto, es necesario contar con el apoyo de la gerencia general y también se necesita del conocimiento, apoyo y aceptación por parte del personal. Se deben considerar los siguientes elementos esenciales que son el recurso humano y la capacitación del personal.

##### **4.5.1. Recurso humano**

El personal es un factor importante para que se pueda aplicar la administración de materiales; debe entender la importancia que tiene para la empresa y los beneficios que se obtienen de ella, para que cada uno esté comprometido con sus funciones y las cumpla en forma responsable.

Para que se pueda aplicar la administración de materiales en la empresa, es necesario que el personal sea capaz de realizar todas las funciones, según el puesto que desempeñen. A continuación, se presenta el perfil del personal para cada uno de los puestos.

PUESTO: Gerente general

NIVEL: Gerencial

EDUCACIÓN

Ingeniero Industrial

Maestría en administración de empresas

Dominio de idioma inglés

Manejo de WINDOWS, OFFICE 2000

EXPERIENCIA

5 años en el área de exportación de productos alimenticios orgánicos

PUESTO: Jefe de compras

NIVEL: Directivo

EDUCACIÓN

Ingeniero Industrial

Dominio idioma inglés

Manejo de WINDOWS, OFFICE 2000

EXPERIENCIA

2 años en el área de compras

PUESTO: Jefe de producción

NIVEL: Directivo

EDUCACIÓN

Ingeniero Industrial

Manejo de WINDOWS, OFFICE 2000

EXPERIENCIA

Mínimo de 2 años en procesos de industria alimenticia

PUESTO: Coordinador agrícola

NIVEL: Directivo

EDUCACIÓN

Perito Agrónomo

EXPERIENCIA

2 años de experiencia en cultivo de productos agrícolas

PUESTO: Jefe de calidad

NIVEL: Directivo

EDUCACIÓN

Estudiante de tercer año de Ingeniería Industrial

Manejo de WINDOWS, OFFICE 2000

EXPERIENCIA

2 años de experiencia en control de calidad en industria alimenticia

Puesto: Secretaria

NIVEL: Administrativo

EDUCACIÓN

Secretaria Bilingüe

EXPERIENCIA

2 años como secretaria de gerencia

PUESTO: Supervisor de producción

NIVEL: Administrativo

EDUCACIÓN

Educación diversificada

EXPERIENCIA

1 año en procesos alimenticios

PUESTO: Encargado de bodega

NIVEL: Administrativo

EDUCACIÓN

Perito Contador

EXPERIENCIA

1 año de experiencia en manejo de inventarios en bodegas

PUESTO: Operarios

NIVEL: Operativo

EDUCACIÓN

Educación primaria

EXPERIENCIA

Mínimo 6 meses en puesto similar

#### **4.5.2. Capacitación del personal**

La capacitación es primordial, ya que permite que las personas involucradas con los materiales tengan el conocimiento sobre los aspectos que deben considerar en el momento de manipular los materiales, para realizar su trabajo de una mejor manera y aprovechar los recursos disponibles para la producción.

Se requiere la realización de programas de capacitación para la mejora continua dirigidos al personal administrativo y operativo de la planta, que sería específico y orientado a cada puesto teniendo énfasis en la calidad.

Para que la prueba piloto se pueda realizar, es necesario seleccionar al supervisor de producción y al encargado de bodega, según el perfil antes mencionado y capacitarlos en sus funciones, según el siguiente programa de capacitación que se presenta en la figura 24.

**Figura 24. Programa de capacitación**

Puesto	Temas	Duración	Impartido
Supervisor de producción	Planificación diaria	1 día	Jefe de producción y Jefe de calidad
	Control de la producción diaria	2 días	
	Manejo de materiales	1 día	
	Calidad	1 día	
	TOTAL	5 días	
Encargado de bodega	Inventarios	1 día	Jefe de Producción y Jefe de compras
	Manejo de inventarios	1 día	
	Manejo de bodegas	1 día	
	Calidad	1 día	
	TOTAL	4 días	
Operarios	Productividad y eficiencia	1 día	Jefe de producción y Jefe de calidad
	Aprovechamiento de recursos	1 día	
	Calidad	1 día	
	TOTAL	3 días	

## **5. SEGUIMIENTO Y BENEFICIOS DE LA PROPUESTA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE MATERIALES**

Para que la propuesta se mantenga, conforme a las necesidades de la empresa, es necesario dar un seguimiento que permita determinar las variaciones, para que se puedan efectuar los ajustes necesarios a la propuesta y funcione según sus planteamientos, y así poder obtener los beneficios de la administración de materiales en la empresa.

### **5.1. Establecimiento de un sistema de control de la propuesta**

Se debe establecer un sistema de control que permita que la propuesta sea evaluada y, mediante una retroalimentación constante, la propuesta se actualice y se mejore con cada planificación posterior, a fin de establecer las variaciones que le afectan, y así poder realizar los ajustes a la propuesta, para asegurar que el proceso no se interrumpa debido a la falta de materiales, y que se mantengan las cantidades adecuadas de materiales en bodega, para no incurrir en costos ociosos.

Este sistema de control debe considerar la comparación entre los pronósticos de riesgo y la venta real, ya que los pronósticos de riesgo son la base de la planificación, y ajustar las cantidades de materiales para evitar faltantes o exceso de materiales en los siguientes períodos de planificación de la producción.

También se deben controlar los materiales utilizados en la producción, para evitar el excesivo desperdicio que afecta grandemente y lograr que el requerimiento de materiales sea suficiente.

#### **5.1.1. Registro de materiales utilizados**

Es necesario llevar un registro de todos los movimientos de los materiales en la producción, los cuales deben incluir los requerimientos de materiales para la producción diaria, los materiales utilizados en la producción, los materiales sobrantes que serán devueltos a la bodega y los desperdicios, los cuales se debe diferenciar si son desperdicios debido a mala calidad del material o son desperdicios derivados de la producción.

El registro de materiales permitirá efectuar controles efectivos de los materiales utilizados, de los desperdicios propios de la producción y de los desperdicios debido a la mala calidad. Esto permitirá identificar los materiales que han presentado mayor cantidad de pérdidas debido a la mala calidad, lo cual contribuirá a las labores de control de calidad. Los desperdicios debido a la producción se deben atribuir a una operación del proceso de donde pudieron ser originadas, para poder tomar acciones encaminadas a disminuir los mismos. Al realizar estas tareas, se logrará disminuir el porcentaje de desperdicio de materiales, con lo que se reducirá el porcentaje de excedente o inventario de seguridad utilizado en la planificación de requerimiento de materiales.

En la figura 25, se presenta el formato sugerido para llevar el control de los materiales utilizados, el cual debe efectuarse diariamente al terminar la producción, el responsable de esta información es el supervisor de producción.

**Figura 25. Formato para registro de materiales utilizados**

REGISTRO DE MATERIALES UTILIZADOS							
Fecha : _____							
Supervisor : _____							
		BODEGA		PRODUCCIÓN		DESPERDICIO	
Materiales	Medida	Requerido	Entregado	Utilizado	Sobrante	Mala calidad	Producción
Palmito	Tallos						
Frasco	Unidad						
Etiqueta	Unidad						
Agua potable	Garrafón						
Ácido cítrico	Kilos						
Sal	Kilos						
Alcohol	Galón						
Gas propano	Cilindro						

### 5.1.2. Comparación de los registros reales con los de la propuesta

La diferencia entre los datos de ventas reales, con los pronósticos de riesgo proporcionados por la propuesta, permitirán establecer los ajustes de materiales que fuesen necesarios realizar, para que la propuesta siga de acuerdo con los requerimientos reales de materiales.

En la figura 26, se presenta el formato sugerido para esta comparación, en el cual también se comparan los costos.

**Figura 26. Formato para la comparación de registros reales con los de la propuesta**

COMPARACION DE REGISTROS REALES CON LOS DE LA PROPUESTA					
Período	Mes	Pronóstico de riesgo	Ventas reales	Costos de la propuesta	Costos reales
1	Enero				
2	Febrero				
3	Marzo				
4	Abril				
5	Mayo				
6	Junio				
7	Julio				
8	Agosto				
9	Septiembre				
10	Octubre				
11	Noviembre				
12	Diciembre				

## 5.2. Recursos necesarios para el control de la propuesta

Para un adecuado control de la propuesta, es necesario tomar en cuenta algunos factores, los cuales permitirán llevar a cabo dicha actividad de una forma eficaz.

### 5.2.1. Recurso humano

Es indispensable que el personal sea capaz de realizar las tareas necesarias para un adecuado control de materiales, según su actividad, los cuales involucran la utilización correcta de los formatos.

### **5.2.2. Materiales**

Es necesario contar con todos los formatos antes descritos, que registran las cantidades de materiales en bodega, los materiales utilizados en la producción y las pérdidas; estos datos se comparan con las cantidades planificadas; del análisis de los datos recolectados, se obtendrán las estadísticas de los materiales que se utilizarán para la toma de decisiones.

### **5.2.3. Equipo**

Para poder realizar de una mejor manera el control de la propuesta es recomendable llevar los registros y toda la información de la propuesta en un sistema de computación, el cual puede ser desarrollado en hojas electrónicas. Se requiere de dos computadoras con una impresora, con el sistema de WINDOWS 2000 y OFFICE 2000 instalados.

## **5.3. Ajustes necesarios para la propuesta**

Si la propuesta presentará diferencias entre los datos proporcionados por ésta y los reales, es necesario determinar en qué punto se presenta dicha variación, para que de esta forma se puedan efectuar los ajustes que permitirán a la propuesta seguir funcionando, conforme a las necesidades de la empresa.

Se debe considerar el tiempo de entrega del proveedor, el cual debe evaluarse constantemente y realizar el ajuste en la propuesta, ya que afecta directamente en la política de reorden y el inventario mínimo, así como el porcentaje de desperdicio de cada material, para tenerlo en cuenta en la planificación de los requerimientos de materiales.

#### **5.4. Beneficios a corto plazo de la propuesta**

Los beneficios a corto plazo, que se obtendrán al aplicar la administración de materiales en la planta de envasado de palmito, según esta propuesta son:

- Mantiene la continuidad del proceso de producción y evita interrupciones y retrasos en la producción.
- Permite proyectar la demanda del palmito envasado, aplicando los pronósticos de ventas.
- Permite planificar y programar la producción, con base en los pronósticos de ventas.
- Permite controlar el manejo de materiales de una forma eficiente en el proceso productivo.
- Mantiene una coordinación efectiva entre todas las personas relacionadas con los materiales, especialmente entre el gerente general, el jefe de compras, el jefe de producción, el coordinador agrícola, el supervisor de producción y el encargado de bodega.
- Permite que se agilice el flujo de materiales, desde la compra de los mismos, hasta el envasado de palmito en conserva para su exportación.

## **5.5. Beneficios a mediano plazo de la propuesta**

Los beneficios a mediano plazo que se obtendrán al aplicar la administración de materiales en la planta de envasado de palmito son:

- Reducción de los costos ociosos, al mantener los inventarios en un nivel óptimo, con lo cual se evita tener exceso de existencias.
- Se logrará una planeación de la inversión, para tener una programación de pagos del flujo de caja, y así poder atender estas necesidades de materiales.
- Se logrará la organización de la bodega de materiales y producto terminado, lo cual permitirá llevar el control del inventario de materiales de una manera más eficiente.
- Establece un procedimiento para registrar los materiales utilizados, lo que permitirá llevar un control de la cantidad o porcentaje de desperdicio, para buscar acciones encaminadas a disminuir el desperdicio, para hacer más eficiente el proceso y así reducir los costos ocultos.
- Permite que, en la planta de envasado de palmito, se tenga una comunicación efectiva con los proveedores para solicitar las cantidades de materiales y fechas de entrega convenientes, con lo cual se mejoran las relaciones con los clientes, al ofrecer los frascos de palmito envasado en tiempos de entrega reales.



## CONCLUSIONES

1. En la planta de envasado de palmito, no se tiene una estructura organizacional adecuada para la administración de materiales; al implementar la estructura organizacional propuesta durante la prueba piloto, se logró tener una estructura más apropiada; se obtuvieron los beneficios a corto plazo, al lograr una bodega organizada con sus registros precisos y un control de los materiales utilizados en producción.
2. El proceso administrativo, para el manejo de materiales que actualmente se emplea, no es muy efectivo; al adquirir los materiales para todo el trimestre planificado, se acumulan en el inventario, lo cual deja pérdidas de materiales, que pueden provocar faltantes en algún momento. Con el proceso administrativo propuesto, se definió un mejor procedimiento para la adquisición de los materiales, que se basan en el requerimiento de materiales para cumplir con el plan de producción, de tal manera, que se obtuvo un plan de pedidos y entregas para el reabastecimiento, con el cual se optimizaron los niveles de inventarios.
3. En la planta de envasado de palmito, no se emplea ningún método para el pronóstico de las ventas; esta propuesta proporciona un procedimiento que permite determinar el volumen de producción, utilizando los métodos matemáticos de los pronósticos de ventas aplicados a los datos de ventas pasados. Al analizar el comportamiento de los datos de ventas, se concluyó que el método de demanda combinada es el que proporciona un valor estimado más cercano a la posible venta de palmito envasado, el cual se utilizará para planificar la producción.

4. En la propuesta para el manejo de materiales, se estableció el procedimiento para realizar el plan de producción, donde se describen los pasos que se van a seguir y las consideraciones que se deben tomar, para encontrar el mejor plan de producción con el menor costo posible. Durante el primer trimestre, se concluye que se puede cumplir con los pronósticos de ventas calculados, al utilizar la jornada ordinaria diurna especial.
5. Al tener calculados los pronósticos de ventas y comparándolos con la capacidad instalada actual de la planta de envasado de palmito, se concluye que la capacidad instalada es suficiente para cumplir con los pronósticos de ventas proyectados.
6. Al aplicar el manejo de materiales en la planta, se logró establecer el procedimiento que permite transformar los requerimientos de materiales, para la producción del período planificado a un plan de pedidos y entregas, que permitirá garantizar el reabastecimiento de materiales, y será la guía para el seguimiento de los pedidos y las entregas, que asegure el flujo continuo de materiales para la producción.
7. Al aplicar la planificación de requerimientos de materiales, se establecieron las cantidades necesarias de materiales para el período planificado, y se considero como regla para el tamaño de lote, la cantidad óptima de pedido. Al planificar el tiempo de entrega de los pedidos, se logró establecer un tiempo de entrega más confiable para cada material. Se asignó el inventario de seguridad del 5 por ciento de lo planificado, para contrarrestar la inestabilidad debido a posibles atrasos en las entregas de materiales y por las pérdidas de material por desperdicio, y se tuvo que calcular un nuevo porcentaje de desperdicio para la próxima planificación, según el sistema de control propuesto.

## RECOMENDACIONES

1. Se deben quedar fijas las plazas de supervisor de producción y encargado de bodega, quienes deben ser capacitados adecuadamente y, de igual manera, capacitar al personal operativo. También se debe seleccionar al personal, según el perfil definido para cada puesto y tratar de reducir al mínimo la resistencia al cambio.
2. Se deben analizar los datos de ventas constantemente, ya que las variaciones entre las ventas reales y los pronósticos de riesgo calculados, hacen que el requerimiento de materiales calculado no se apegue a la realidad, con lo cual se pone en riesgo la disponibilidad de materiales en bodega para la producción, por lo tanto, se deben realizar los ajustes necesarios en el plan de pedidos y entregas, para que la propuesta siga funcionando, según sus planteamientos.
3. Se debe llevar el sistema PEPS de evaluación del inventario, para tener los costos de los materiales actualizados, en vista de que estos costos varían con el tiempo y es necesario calcular el costo total de producción, lo más exacto posible.
4. Se debe dar seguimiento al sistema de control de la propuesta, para que la propuesta sea evaluada, y que la retroalimentación constante se adapte de una mejor manera y sea más exacta en cada nueva planificación, para obtener los beneficios esperados a corto y mediano plazo.

5. Se debe trasladar la propuesta a un sistema de computación, como la hoja electrónica de cálculo, lo que facilitaría la realización de los cálculos de los pronósticos de ventas, de la planificación de la producción y del manejo de materiales; además, permitiría realizar la planificación del siguiente período de una manera más sencilla, y así se podrían revisar, comparar y realizar los ajustes necesarios de una manera más rápida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Joseph G. Monks. **Administración de operación.** (México: Editorial McGraw Hill, 1999) p. 215.
2. Stephen Robbins. **Administración.** (5 Edición; México: Editorial Prentice Hall, 1996) p. 9.
3. Sergio Antonio Torres Méndez. **Control de la producción.** (Guatemala: Editorial Palacios, 1998) p. 1.
4. Mario Leonel Perdomo Salguero. **Costos de producción.** (Guatemala: Editorial ECAFYA, 1999) p. 3.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Arriaza Herrera, Flor. Administración y control de inventarios para una planta productora de alimentos. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2000. 72pp.
2. Hernandez Arriaza, Francisco Arturo. Guía teórico-práctica de laboratorio del curso de control de la producción. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1990. 140pp.
3. Krayewtzky y Ritzman. **Administración de operaciones**. México, 2000.
4. Monks, Joseph. **Administración de operaciones**. México: Editorial McGraw Hill, 1991. 417pp.
5. Narasimhan, Seetharama y otros. **Planeación de la producción y control de Inventarios**. 2ª. Edición. México: Editorial Prentice Hall, 1996. 735pp.
6. Palacios López, Gilmer David. Aplicación de modelos de inventarios para administrar la bodega de materiales y planeación del proceso de producción para aumentar la productividad en la empresa embotelladora el manantial S.A. Huehuetenango. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2000. 161pp.
7. Pyle, William y otros. **Principios fundamentales de contabilidad**. México: Editorial CECSA, 1994. 1,117pp.

8. Torres Méndez, Sergio Antonio. **Control de la producción**. Guatemala: Editorial Palacios, 1998. 89pp.
9. Walpole, Ronald y Raymond Myers. **Probabilidad y estadística**. 4ª. Edición. México: McGraw-Hill, 1992. 808pp.
10. [WWW.pejibaye.ucr.ac.cr/industria.p1.html](http://WWW.pejibaye.ucr.ac.cr/industria.p1.html)

## APÉNDICE 1

A continuación, se presenta el desarrollo de el método de demanda combinada para el cálculo de los pronósticos de evaluación.

**Tabla XXVI. Valores para el cálculo de regresión, pronóstico de evaluación**

X	Y	XY	X <sup>2</sup>	1/Y	X/Y	Ln X	Ln Y	Ln X Ln Y
1	4200	4200	1	0.000238	0.000238	0.000000	8.342840	0.000000
2	3840	7680	4	0.000260	0.000521	0.693147	8.253228	5.720701
3	3840	11520	9	0.000260	0.000781	1.098612	8.253228	9.067097
4	3600	14400	16	0.000278	0.001111	1.386294	8.188689	11.351934
5	3600	18000	25	0.000278	0.001389	1.609438	8.188689	13.179187
6	3000	18000	36	0.000333	0.002000	1.791759	8.006368	14.345485
7	1800	12600	49	0.000556	0.003889	1.945910	7.495542	14.585651
8	3840	30720	64	0.000260	0.002083	2.079442	8.253228	17.162104
9	3600	32400	81	0.000278	0.002500	2.197225	8.188689	17.992389
10	4200	42000	100	0.000238	0.002381	2.302585	8.342840	19.210099
11	4320	47520	121	0.000231	0.002546	2.397895	8.371011	20.072807
12	4560	54720	144	0.000219	0.002632	2.484907	8.425078	20.935532
13	3840	49920	169	0.000260	0.003385	2.564949	8.253228	21.169111
14	3600	50400	196	0.000278	0.003889	2.639057	8.188689	21.610420
15	4200	63000	225	0.000238	0.003571	2.708050	8.342840	22.592829
16	3600	57600	256	0.000278	0.004444	2.772589	8.188689	22.703867
17	3120	53040	289	0.000321	0.005449	2.833213	8.045588	22.794868
18	2400	43200	324	0.000417	0.007500	2.890372	7.783224	22.496411
19	3000	57000	361	0.000333	0.006333	2.944439	8.006368	23.574261
20	3600	72000	400	0.000278	0.005556	2.995732	8.188689	24.531120
21	3840	80640	441	0.000260	0.005469	3.044522	8.253228	25.127137
22	4320	95040	484	0.000231	0.005093	3.091042	8.371011	25.875149
23	4680	107640	529	0.000214	0.004915	3.135494	8.451053	26.498229
24	5160	123840	576	0.000194	0.004651	3.178054	8.548692	27.168203
<b>300</b>	<b>89760</b>	<b>1147080</b>	<b>4900</b>	<b>0.006732</b>	<b>0.082326</b>	<b>54.784729</b>	<b>196.930726</b>	<b>449.764591</b>

**Tabla XXVII. Complemento de valores para el cálculo de regresión;  
pronóstico de evaluación**

<b>Ln X<sup>2</sup></b>	<b>X Ln Y</b>	<b>1 / X</b>	<b>(1/X) Ln Y</b>	<b>(1 / X)<sup>2</sup></b>	<b>Ln Y<sup>2</sup></b>	<b>(1 / y)<sup>2</sup></b>	<b>Y<sup>2</sup></b>
0.00000	8.342840	1.000000	8.342840	1.000000	16.685680	5.6689E-08	17640000
1.38629	16.50645	0.500000	4.126614	0.250000	16.506455	6.7817E-08	14745600
2.19722	24.75968	0.333333	2.751076	0.111111	16.506455	6.7817E-08	14745600
2.77258	32.75475	0.250000	2.047172	0.062500	16.377378	7.7160E-08	12960000
3.21887	40.94344	0.200000	1.637738	0.040000	16.377378	7.7160E-08	12960000
3.58351	48.03820	0.166667	1.334395	0.027778	16.012735	1.1111E-07	9000000
3.89182	52.46879	0.142857	1.070792	0.020408	14.991084	3.0864E-07	3240000
4.15888	66.02582	0.125000	1.031653	0.015625	16.506455	6.7817E-08	14745600
4.39444	73.69820	0.111111	0.909854	0.012346	16.377378	7.7160E-08	12960000
4.60517	83.42839	0.100000	0.834284	0.010000	16.685680	5.6689E-08	17640000
4.79579	92.08111	0.090909	0.761001	0.008264	16.742021	5.3584E-08	18662400
4.96981	101.10093	0.083333	0.702090	0.006944	16.850156	4.8092E-08	20793600
5.12989	107.29195	0.076923	0.634864	0.005917	16.506455	6.7817E-08	14745600
5.27811	114.64164	0.071429	0.584906	0.005102	16.377378	7.7160E-08	12960000
5.41610	125.14259	0.066667	0.556189	0.004444	16.685680	5.6689E-08	17640000
5.54517	131.01902	0.062500	0.511793	0.003906	16.377378	7.7160E-08	12960000
5.66642	136.77500	0.058824	0.473270	0.003460	16.091177	1.0273E-07	9734400
5.78074	140.09803	0.055556	0.432401	0.003086	15.566448	1.7361E-07	5760000
5.88887	152.12098	0.052632	0.421388	0.002770	16.012735	1.1111E-07	9000000
5.99146	163.77378	0.050000	0.409434	0.002500	16.377378	7.7160E-08	12960000
6.08904	173.31778	0.047619	0.393011	0.002268	16.506455	6.7817E-08	14745600
6.18208	184.16223	0.045455	0.380500	0.002066	16.742021	5.3584E-08	18662400
6.27098	194.37422	0.043478	0.367437	0.001890	16.902107	4.5657E-08	21902400
6.35610	205.16860	0.041667	0.356195	0.001736	17.097384	3.7558E-08	26625600
<b>109.5694</b>	<b>2468.0345</b>	<b>3.77595</b>	<b>31.07089</b>	<b>1.604123</b>	<b>393.86145</b>	<b>2.0178E-06</b>	<b>347788800</b>

Los resultados de las sumatorias, para el cálculo de regresión, se presentan a continuación en la tabla XXVIII.

**Tabla XXVIII. Resultados de las sumatorias para el cálculo de regresión; pronósticos de evaluación**

$\Sigma X$	$\Sigma Y$	$\Sigma XY$	$\Sigma X^2$	$\Sigma 1/Y$	$\Sigma X/Y$	$\Sigma \ln X$	$\Sigma \ln Y$	$\Sigma \ln X \ln Y$
300	89760	1147080	4900	0.006732	0.082326	54.78472	196.93072	449.764591
$\Sigma \ln X^2$	$\Sigma X \ln Y$	$\Sigma 1/X$	$\Sigma (1/X) \ln Y$	$\Sigma (1/X)^2$	$\Sigma \ln Y^2$	$\Sigma (1/Y)^2$	$\Sigma Y^2$	
109.5694	2468.0345	3.7759	31.07089	1.60412	393.8614	2.017E-06	347788800	

Se presentan las fórmulas de regresión y se realiza el procedimiento para encontrar los valores de los coeficientes de la constante (a), la pendiente (b) y el coeficiente de correlación (r), para cada uno de los métodos de regresión.

- Método de la línea recta

$$a = \frac{([\Sigma(y)][\Sigma(x^2)] - [\Sigma(x)][\Sigma(xy)])}{(N[\Sigma(x^2)] - [\Sigma(x)]^2)}$$

$$b = \frac{(N[\Sigma(xy)] - [\Sigma(x)][\Sigma(y)])}{(N[\Sigma(x^2)] - [\Sigma(x)]^2)}$$

$$r = \frac{(N[\Sigma(xy)] - [\Sigma(x)][\Sigma(y)])}{\sqrt{((N[\Sigma(x^2)] - [\Sigma(x)]^2) (N[\Sigma(y^2)] - [\Sigma(y)]^2))}}$$

$$a = \frac{((89760 \cdot 4900) - (300 \cdot 1147080))}{((24 \cdot 4900) - (300)^2)}$$

$$a = 3,467.3913$$

$$b = \frac{((24 \cdot 1147080) - (300 \cdot 89760))}{((24 \cdot 4900) - (300)^2)}$$

$$b = 21.808696$$

$$r = \frac{((24 \cdot 1147080) - (300 \cdot 89760))}{\sqrt{((24 \cdot 4900 - 300^2) (24 \cdot 347788800 - 89760^2))}}$$

$$r = 0.212731$$

- Método geométrico

$$\ln a = \frac{([\sum(\ln y)] [\sum(\ln x^2)] - [\sum(\ln x)] [\sum(\ln x \ln y)])}{(N[\sum(\ln x^2)] - [\sum(\ln x)]^2)}$$

$$b = \frac{(N[\sum(\ln x \ln y)] - [\sum(\ln x)] [\sum(\ln y)])}{(N[\sum(\ln x^2)] - [\sum(\ln x)]^2)}$$

$$r = \frac{N[\sum(\ln x \ln y)] - [\sum(\ln x)] [\sum(\ln y)]}{\sqrt{(N[\sum(\ln x^2)] - [\sum(\ln x)]^2) (N[\sum(\ln y^2)] - [\sum(\ln y)]^2)}}$$

$$\ln a = \frac{((196.93072 \cdot 109.5694) - (54.78472 \cdot 449.764591))}{((24 \cdot 109.5694) - (54.78472)^2)}$$

$$\ln a = 8.239527$$

Para obtener el valor de a, se aplica el exponencial al logaritmo natural

$$\text{Exp}(\text{Ln } a) = 3787.748501$$

$$a = 3,787.7485$$

$$b = \frac{((24*449.764591) - (54.78472*196.93072))}{(24*109.5694 - (54.78472)^2)}$$

$$b = - 0.014941$$

$$r = \frac{(24*449.764591) - (54.78472*196.93072)}{\sqrt{(24*109.5694 - 54.78472^2) (24*393.8614 - 196.93072^2)}}$$

$$r = 0.001682$$

- Método hiperbólico

$$a = \frac{[\Sigma(1/y)] [\Sigma(x^2)] - [\Sigma(x)][\Sigma(x/y)]}{N[\Sigma(x^2)] - [\Sigma(x)]^2}$$

$$b = \frac{N[\Sigma(x/y)] - [\Sigma(x)][\Sigma(1/y)]}{N[\Sigma(x^2)] - [\Sigma(x)]^2}$$

$$r = \frac{N[\Sigma(x/y)] - [\Sigma(x)][\Sigma(1/y)]}{\sqrt{(N[\Sigma(x^2)] - [\Sigma(x)]^2) (N[\Sigma(1/y)^2] - [\Sigma(1/y)]^2)}}$$

$$a = \frac{(0.006732*4900) - (300*0.082326)}{24*4900 - (300)^2}$$

$$a = 0.0003$$

$$b = \frac{(24 \cdot 0.082326) - (300 \cdot 0.006732)}{24 \cdot 4900 - (300)^2}$$

$$b = -0.000002$$

$$r = \frac{(24 \cdot 0.082326) - (300 \cdot 0.006732)}{\sqrt{(24 \cdot 4900 - 300^2)(24 \cdot 0.00002017 - 0.006732^2)}}$$

$$r = -0.149713$$

- Método semilogarítmico exponencial

$$\text{Ln } a = \frac{[\Sigma(\text{Ln } y)][\Sigma(x^2)] - [\Sigma(x)][\Sigma(x \text{ Ln } y)]}{N[\Sigma(x^2)] - [\Sigma(x)]^2}$$

$$\text{Ln } b = \frac{N[\Sigma(x \text{ Ln } y)] - [\Sigma(x)][\Sigma(\text{Ln } y)]}{N[\Sigma(x^2)] - [\Sigma(x)]^2}$$

$$r = \frac{N[\Sigma(x \text{ Ln } y)] - [\Sigma(x)][\Sigma(\text{Ln } y)]}{\sqrt{(N[\Sigma(x^2)] - [\Sigma(x)]^2)(N[\Sigma(\text{Ln } y^2)] - [\Sigma(\text{Ln } y)]^2)}}$$

$$\text{Ln } a = \frac{(196.93072 \cdot 4900) - (300 \cdot 2468.0345)}{24 \cdot 4900 - (300)^2} = 8.1358768$$

Para obtener el valor de a, se aplica el exponencial al logaritmo natural:

$$\text{Exp}(\text{Ln } a) = 3,414.80885$$

$$a = 3,414.80885$$

$$\text{Ln } b = \frac{(24 \cdot 2468.0345) - (300 \cdot 196.93072)}{24 \cdot 4900 - (300)^2} = 0.0055656$$

Para obtener el valor de b, se aplica el exponencial al logaritmo natural:

$$\text{Exp}(\text{Ln } b) = 1.005581$$

$$b = 1.005581$$

$$r = \frac{(24 \cdot 2468.0345) - (300 \cdot 196.93072)}{\sqrt{(24 \cdot 4900 - 300^2)(24 \cdot 393.8614 - 196.93072^2)}} = \text{no existe}$$

No existe correlación en los datos, ya que el signo del producto dentro del radical es negativo.

- Método del logaritmo inverso

$$a = \frac{[\sum(\text{Ln } y)][\sum(1/x)^2] - [\sum(1/x)][\sum((1/x)(\text{Ln } y))]}{N[\sum(1/x)^2] - [\sum(1/x)]^2}$$

$$b = \frac{N[\sum((1/x)(\text{Ln } y))] - [\sum(1/x)][\sum(\text{Ln } y)]}{N[\sum(1/x)^2] - [\sum(1/x)]^2}$$

$$r = \frac{N[\sum((1/x)(\text{Ln } y))] - [\sum(1/x)][\sum(\text{Ln } y)]}{\sqrt{(N[\sum(1/x)^2] - [\sum(1/x)]^2)(N[\sum(\text{Ln } y^2)] - [\sum(\text{Ln } y)]^2)}}$$

$$a = \frac{(196.93072 \cdot 1.60412) - (3.7759 \cdot 31.07089)}{24 \cdot 1.60412 - (3.7759)^2}$$

$$a = 8.191821$$

$$b = \frac{(24 \cdot 31.07089) - (3.7759 \cdot 196.93072)}{24 \cdot 1.60412 - (3.7759)^2}$$

$$b = 0.086604$$

$$r = \frac{(24 \cdot 31.07089) - (3.77595 \cdot 196.93072)}{\sqrt{(24 \cdot 1.60412 - 3.7759^2)(24 \cdot 393.8614 - 196.93072^2)}} = \text{no existe}$$

No existe correlación en los datos, ya que el signo del producto dentro del radical es negativo.

Como se puede observar, el método que proporciona el factor de correlación más cercano a 1 es el método de la línea recta, por lo que se toma el valor de b de dicho método, para transformar los datos reales a una tendencia cíclica lineal; con estos nuevos datos, se calcula como el método de demanda cíclica, para tener el pronóstico de evaluación, lo cual se efectúa con las fórmulas que se presentan a continuación:

Valor nuevo de evaluación (Vne)

$$Vne = Ventas - b_{24} t$$

Se procede a efectuar los cálculos correspondientes para la transformación de los datos de ventas, en donde  $b_{24}$  es la pendiente del método línea recta, que es igual a 21.808696 y t el período correspondiente a la venta desde 1 hasta 36. El cálculo para el primer valor nuevo de evaluación será:

$$Vne_1 = 4,200 - 21.808696 \cdot 1$$

$$Vne_1 = 4,178$$

De igual manera, se procede a calcular los demás valores; a continuación, en la tabla XXIX, se presentan los valores nuevos de evaluación.

**Tabla XXIX. Valores nuevos de evaluación; pronóstico de evaluación**

Período	Vne año1	Vne año2	Vne año 3
1	4,178	3,556	4,014
2	3,796	3,294	3,632
3	3,774	3,872	3,251
4	3,512	3,251	3,589
5	3,490	2,749	3,087
6	2,869	2,007	2,945
7	1,647	2,585	3,883
8	3,665	3,163	4,222
9	3,403	3,382	4,200
10	3,981	3,840	4,658
11	4,080	4,178	4,636
12	4,298	4,636	5,214

Ahora se procede con el mismo procedimiento que el método de demanda cíclica.

- Promedio general de los valores nuevos de evaluación de los primeros 2 años (Xne)

$$Xne = \frac{\sum_{i=1}^{24} (vne_i)}{24}$$

$$Xne = 3,466.9167$$

- Promedio horizontal de los valores nuevos de evaluación de los primeros 2 años (Xhne)

$$Xhne = (vne \text{ año1} + vne \text{ año2})/2$$

$$Xhne_1 = (4,178 + 3,556) / 2$$

$$Xhne_1 = 3,857$$

- Índice estacional de valores nuevos de evaluación (Índicene)

$$\text{Índicene} = X_{hne} / X_{ne}$$

$$\text{Índicene}_1 = 3,857 / 3,466.9167$$

$$\text{Índicene}_1 = 1.1154$$

- Pronóstico de evaluación para últimos 12 períodos (Pne)

$$Pne = X_{ne} * \text{Índicene} + b_{24} * t$$

Se procede a hacer el cálculo para los últimos 12 períodos, donde el valor de la pendiente ( $b_{24}$ ) es 21.808696 y los períodos  $t$  desde la venta 25 a la 36.

$$Pne_{25} = 3,466.9167 * 1.1154 + 21.808696 * 25$$

$$Pne_{25} = 4,412$$

- Error = ventas año 3 – Pne

$$\text{Error}_1 = 398$$

- Error acumulado =  $|\sum \text{errores}|$

$$\text{Error acumulado}_2 = 878$$

## APÉNDICE 2

A continuación, se presenta el desarrollo para el cálculo de los pronósticos de riesgo, por el método demanda combinada.

Para el cálculo del pronóstico de riesgo, se deben considerar todas las ventas, y no sólo dos años como en el pronóstico de evaluación, ya que el tercero era para comparar los métodos mediante el error acumulado. Por eso, se requiere calcular una nueva pendiente  $b$  y nuevos valores transformados de ventas, para poder estimar, en una forma más precisa, los pronósticos de riesgo.

**Tabla XXX. Ventas de los últimos tres años, para cálculos de regresión; pronóstico de riesgo**

1	4,200	13	3,840	25	4,560
2	3,840	14	3,600	26	4,200
3	3,840	15	4,200	27	3,840
4	3,600	16	3,600	28	4,200
5	3,600	17	3,120	29	3,720
6	3,000	18	2,400	30	3,600
7	1,800	19	3,000	31	4,560
8	3,840	20	3,600	32	4,920
9	3,600	21	3,840	33	4,920
10	4,200	22	4,320	34	5,400
11	4,320	23	4,680	35	5,400
12	4,560	24	5,160	36	6,000

A continuación, se presentan las tablas XXXI y XXXII que tienen los valores, para obtener las sumatorias que se utilizarán para el cálculo de regresión de los pronósticos de riesgo.

**Tabla XXXI. Valores para el cálculo de regresión; pronóstico de riesgo**

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>XY</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>1/Y</b>	<b>X/Y</b>	<b>Ln X</b>	<b>Ln Y</b>	<b>Ln X Ln Y</b>
1	4200	4200	1	0.000238	0.000238	0.000000	8.342840	0.000000
2	3840	7680	4	0.000260	0.000521	0.693147	8.253228	5.720701
3	3840	11520	9	0.000260	0.000781	1.098612	8.253228	9.067097
4	3600	14400	16	0.000278	0.001111	1.386294	8.188689	11.351934
5	3600	18000	25	0.000278	0.001389	1.609438	8.188689	13.179187
6	3000	18000	36	0.000333	0.002000	1.791759	8.006368	14.345485
7	1800	12600	49	0.000556	0.003889	1.945910	7.495542	14.585651
8	3840	30720	64	0.000260	0.002083	2.079442	8.253228	17.162104
9	3600	32400	81	0.000278	0.002500	2.197225	8.188689	17.992389
10	4200	42000	100	0.000238	0.002381	2.302585	8.342840	19.210099
11	4320	47520	121	0.000231	0.002546	2.397895	8.371011	20.072807
12	4560	54720	144	0.000219	0.002632	2.484907	8.425078	20.935532
13	3840	49920	169	0.000260	0.003385	2.564949	8.253228	21.169111
14	3600	50400	196	0.000278	0.003889	2.639057	8.188689	21.610420
15	4200	63000	225	0.000238	0.003571	2.708050	8.342840	22.592829
16	3600	57600	256	0.000278	0.004444	2.772589	8.188689	22.703867
17	3120	53040	289	0.000321	0.005449	2.833213	8.045588	22.794868
18	2400	43200	324	0.000417	0.007500	2.890372	7.783224	22.496411
19	3000	57000	361	0.000333	0.006333	2.944439	8.006368	23.574261
20	3600	72000	400	0.000278	0.005556	2.995732	8.188689	24.531120
21	3840	80640	441	0.000260	0.005469	3.044522	8.253228	25.127137
22	4320	95040	484	0.000231	0.005093	3.091042	8.371011	25.875149
23	4680	107640	529	0.000214	0.004915	3.135494	8.451053	26.498229
24	5160	123840	576	0.000194	0.004651	3.178054	8.548692	27.168203
25	4560	114000	625	0.000219	0.005482	3.218876	8.425078	27.119280
26	4200	109200	676	0.000238	0.006190	3.258097	8.342840	27.181777
27	3840	103680	729	0.000260	0.007031	3.295837	8.253228	27.201292
28	4200	117600	784	0.000238	0.006667	3.332205	8.342840	27.800048
29	3720	107880	841	0.000269	0.007796	3.367296	8.221479	27.684152
30	3600	108000	900	0.000278	0.008333	3.401197	8.188689	27.851348
31	4560	141360	961	0.000219	0.006798	3.433987	8.425078	28.931610
32	4920	157440	1024	0.000203	0.006504	3.465736	8.501064	29.462442
33	4920	162360	1089	0.000203	0.006707	3.496508	8.501064	29.724034
34	5400	183600	1156	0.000185	0.006296	3.526361	8.594154	30.306086
35	5400	189000	1225	0.000185	0.006481	3.555348	8.594154	30.555210
36	6000	216000	1296	0.000167	0.006000	3.583519	8.699515	31.174876
<b>666</b>	<b>145080</b>	<b>2857200</b>	<b>16206</b>	<b>0.0093975</b>	<b>0.1626133</b>	<b>95.71969</b>	<b>298.01991</b>	<b>794.756745</b>

**Tabla XXXII. Complemento de los valores para el cálculo de regresión;  
pronóstico de riesgo**

<b>Ln X<sup>2</sup></b>	<b>X Ln Y</b>	<b>1 / X</b>	<b>(1/X) Ln Y</b>	<b>(1 / X)<sup>2</sup></b>	<b>Ln Y<sup>2</sup></b>	<b>(1 / y)<sup>2</sup></b>	<b>Y<sup>2</sup></b>
0.000000	8.342840	1.000000	8.342840	1.000000	16.685680	5.6689E-08	17640000
1.386294	16.50645	0.500000	4.126614	0.250000	16.506455	6.7816E-08	14745600
2.197225	24.75968	0.333333	2.751076	0.111111	16.506455	6.7816E-08	14745600
2.772589	32.75475	0.250000	2.047172	0.062500	16.377378	7.7160E-08	12960000
3.218876	40.94344	0.200000	1.637738	0.040000	16.377378	7.7160E-08	12960000
3.583519	48.03820	0.166667	1.334395	0.027778	16.012735	1.1111E-07	9000000
3.891820	52.46879	0.142857	1.070792	0.020408	14.991084	3.0864E-07	3240000
4.158883	66.02582	0.125000	1.031653	0.015625	16.506455	6.7816E-08	14745600
4.394449	73.69820	0.111111	0.909854	0.012346	16.377378	7.7160E-08	12960000
4.605170	83.42839	0.100000	0.834284	0.010000	16.685680	5.6689E-08	17640000
4.795791	92.08111	0.090909	0.761001	0.008264	16.742021	5.3583E-08	18662400
4.969813	101.10093	0.083333	0.702090	0.006944	16.850156	4.8091E-08	20793600
5.129899	107.29195	0.076923	0.634864	0.005917	16.506455	6.7816E-08	14745600
5.278115	114.64164	0.071429	0.584906	0.005102	16.377378	7.7160E-08	12960000
5.416100	125.14259	0.066667	0.556189	0.004444	16.685680	5.6689E-08	17640000
5.545177	131.01902	0.062500	0.511793	0.003906	16.377378	7.7160E-08	12960000
5.666427	136.77500	0.058824	0.473270	0.003460	16.091177	1.0272E-07	9734400
5.780744	140.09803	0.055556	0.432401	0.003086	15.566448	1.7361E-07	5760000
5.888878	152.12098	0.052632	0.421388	0.002770	16.012735	1.1111E-07	9000000
5.991465	163.77378	0.050000	0.409434	0.002500	16.377378	7.7160E-08	12960000
6.089045	173.31778	0.047619	0.393011	0.002268	16.506455	6.7816E-08	14745600
6.182085	184.16223	0.045455	0.380500	0.002066	16.742021	5.3583E-08	18662400
6.270988	194.37422	0.043478	0.367437	0.001890	16.902107	4.5657E-08	21902400
6.356108	205.16860	0.041667	0.356195	0.001736	17.097384	3.7557E-08	26625600
6.437752	210.62694	0.040000	0.337003	0.001600	16.850156	4.8091E-08	20793600
6.516193	216.91383	0.038462	0.320878	0.001479	16.685680	5.6689E-08	17640000
6.591674	222.83714	0.037037	0.305675	0.001372	16.506455	6.7816E-08	14745600
6.664409	233.59951	0.035714	0.297959	0.001276	16.685680	5.6689E-08	17640000
6.734592	238.42288	0.034483	0.283499	0.001189	16.442958	7.2262E-08	13838400
6.802395	245.66067	0.033333	0.272956	0.001111	16.377378	7.7160E-08	12960000
6.867974	261.17741	0.032258	0.271777	0.001041	16.850156	4.8091E-08	20793600
6.931472	272.03404	0.031250	0.265658	0.000977	17.002128	4.1311E-08	24206400
6.993015	280.53510	0.030303	0.257608	0.000918	17.002128	4.1311E-08	24206400
7.052721	292.20124	0.029412	0.252769	0.000865	17.188308	3.4293E-08	29160000
7.110696	300.79539	0.028571	0.245547	0.000816	17.188308	3.4293E-08	29160000
7.167038	313.18253	0.027778	0.241653	0.000772	17.399029	2.7777E-08	36000000
<b>191.4393</b>	<b>5556.0212</b>	<b>4.174559</b>	<b>34.42388</b>	<b>1.617538</b>	<b>596.0398</b>	<b>2.6235E-06</b>	<b>608932800</b>

Los resultados que interesan son las sumatorias que se utilizarán para el cálculo de regresión; se presentan a continuación, en la tabla XXXIII, los valores de las sumatorias para el cálculo del coeficiente de correlación y la pendiente de cada uno de los métodos.

**Tabla XXXIII. Resultados de las sumatorias para el cálculo de regresión; pronósticos de riesgo**

$\Sigma X$	$\Sigma Y$	$\Sigma XY$	$\Sigma X^2$	$\Sigma 1/Y$	$\Sigma X/Y$	$\Sigma \text{Ln } X$	$\Sigma \text{Ln } Y$	$\Sigma \text{Ln } X \text{Ln } Y$
666	145080	2857200	16206	0.0093975	0.1626133	95.71969	298.01991	794.756745

$\Sigma \text{Ln } X^2$	$\Sigma X \text{Ln } Y$	$\Sigma 1/X$	$\Sigma (1/X)\text{Ln}Y$	$\Sigma (1/X)^2$	$\Sigma \text{Ln } Y^2$	$\Sigma (1/Y)^2$	$\Sigma Y^2$
191.4393	5556.0212	4.17455	34.42388	1.61753	596.0398	2.6235E-06	608932800

Después de aplicar las fórmulas de regresión, antes utilizadas en el apéndice 1 para el pronóstico de evaluación, se obtienen los resultados de la pendiente y el factor de correlación, los cuales se presentan en la tabla XXXIV.

**Tabla XXXIV. Resultados de los cálculos de los métodos de regresión; pronósticos de riesgo**

Método de regresión	Constante a	Pendiente b	Factor r
Línea recta	3,205.1429	44.5869	0.5642
Geométrico	4,349.0762	-0.0374	0.0069
Hiperbólico	0.0003	0.0000	-0.4368
Semilogarítmico exponencial	3,213.8388	1.0110	No existe
Logaritmo inverso	8.2921	-0.1187	No existe

Al observar los resultados, se determina que el método de línea recta es el que proporciona el factor de correlación más cercano a 1, por lo que se toma el valor de b de dicho método, para efectuar los cálculos del pronóstico de riesgo.

Para calcular los pronósticos de riesgo, se deben transformar nuevamente las ventas reales, así como calcular un nuevo promedio general, horizontal, y los índices estacionarios, que incluyen para los cálculos los períodos del año 3.

Valor nuevo de riesgo (Vnr)

$$Vnr = Ventas - b_{36} t$$

Se procede a efectuar los cálculos correspondientes para la transformación de los datos de ventas, en donde  $b_{36}$  es la pendiente del método línea recta para los 36 períodos, que es igual a 44.5869 y t el período correspondiente a la venta, desde 1 hasta 36. El cálculo, para el primer valor nuevo de riesgo, será:

$$Vnr_1 = 4,200 - 44.5869 * 1 = 4,155$$

$$Vnr_1 = 4,155$$

De igual manera, se procede a calcular los demás valores; a continuación, en la tabla XXXV se presentan los valores nuevos de riesgo para los pronósticos de riesgo.

**Tabla XXXV. Valores nuevos de riesgo; pronóstico de riesgo**

Período	Vnr año 1	Vnr año 2	Vnr año 3
1	4,155	3,260	3,445
2	3,750	2,975	3,040
3	3,706	3,531	2,636
4	3,421	2,886	2,951
5	3,377	2,362	2,426
6	2,732	1,597	2,262
7	1,487	2,152	3,177
8	3,483	2,708	3,493
9	3,198	2,903	3,448
10	3,754	3,339	3,884
11	3,829	3,654	3,839
12	4,024	4,089	4,394

- Promedio general de los valores nuevos de riesgo de los tres años (Xnr)

$$Xnr = \frac{\sum_{i=1}^{36} (vnr_i)}{36}$$

$$Xnr = (4,155+3,750+\dots+3,839+4,394) / 36 = 3,204.6389$$

- Promedio horizontal de los valores nuevos de riesgo de los tres años (Xhnr)

$$Xhnr = (Vnr \text{ año1} + Vnr \text{ año2} + Vnr \text{ año3}) / 3$$

$$Xhnr = (4,155+3,260+3,445) / 3 = 3,620$$

- Índice estacional de los valores nuevos de riesgo (Índicer)

$$\text{Índicer} = Xhnr / Xnr$$

$$\text{Índicer}_1 = 3,620 / 3,204.6389 = 1.1296$$

- Pronóstico de evaluación para últimos 12 períodos (Pne)

$$Pnr = Xnr * \text{Índicer} + b_{36} * t$$

Se procede a efectuar el cálculo de los pronósticos de riesgo para 12 períodos, donde el valor de la pendiente  $b_{36}$  es igual a 44.5869 y  $t$  son los períodos correspondientes al pronóstico de riesgo, desde el período 37 hasta el período 48. Para el período 37 sería:

$$Pnr_{37} = 3,204.6389 * 1.1296 + 44.5869 * 37 = 5,269$$