

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE MECANICA INDUSTRIAL

OPTIMIZACION Y CONTROL POR PROGRAMACION LINEAL  
DE LA PRODUCCION DE QUESO RALLADO PARA  
PIZZA

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
POR

MARCO ALFREDO CORDON CHACON  
AL CONFERIRSELE EL TITULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1,995.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central



08  
T(3640)  
C.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

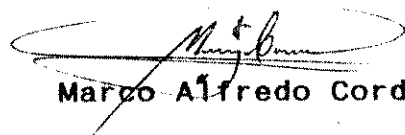
Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

OPTIMIZACION Y CONTROL POR PROGRAMACION LINEAL  
DE LA PRODUCCION DE QUESO RALLADO PARA  
PIZZA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de

MECANICA INDUSTRIAL

con fecha octubre de 1995.



Marco Alfredo Cordón Chacón



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO : Ing. Julio Ismael González Podszueck.  
VOCAL 1 : Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra.  
VOCAL 2 : Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano.  
VOCAL 3 : Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez.  
VOCAL 4 : Br. Fernando Waldemar de León Contreras.  
VOCAL 5 : Br. Pedro Ignacio Escalante Pastor.  
SECRETARIO: Ing. Francisco Gonzáles López.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO : Ing. Jorge Mario Morales.  
EXAMINADOR: Ing. Maria del Carmen Valdizón.  
EXAMINADOR: Ing. Otto Guillermo García.  
EXAMINADOR: Ing. Sergio Morales.  
SECRETARIO: Ing. Edgar Bravatti Castro.





**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, Febrero de 1,995.

Ingeniero  
Jorge Peláez Castellanos  
Director Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ciudad Universitaria, zona 12.  
Guatemala.

Ing. Peláez

Atentamente comunico a usted que he revisado el informe final de la tesis de graduación del estudiante MARCO ALFREDO CORDON CHACON, titulado " OPTIMIZACION Y CONTROL POR PROGRAMACION LINEAL DE LA PRODUCCION DE QUESO RAYADO PARA PIZZA", considerando que el trabajo está correctamente elaborado y ha cumplido con el estudio planificado, por lo que recomiendo su aprobación e impresión.

Sin otro particular, atentamente



ING. CARLOS RENE BERGES CARIO  
ASESOR






**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador del Área de Producción de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, al contenido y la presentación del trabajo de tesis titulado OPTIMIZACION Y CONTROL POR PROGRAMACION LINEAL DE LA PRODUCCION DE QUESO RALLADO PARA PIZZA presentada por el estudiante universitario Marco Alfredo Cerdón Chacón, recomienda la aprobación del presente trabajo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Inga. Guisela Gaitán Garavito  
COORDINADORA

Guatemala, septiembre de 1,995.

/emds





**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

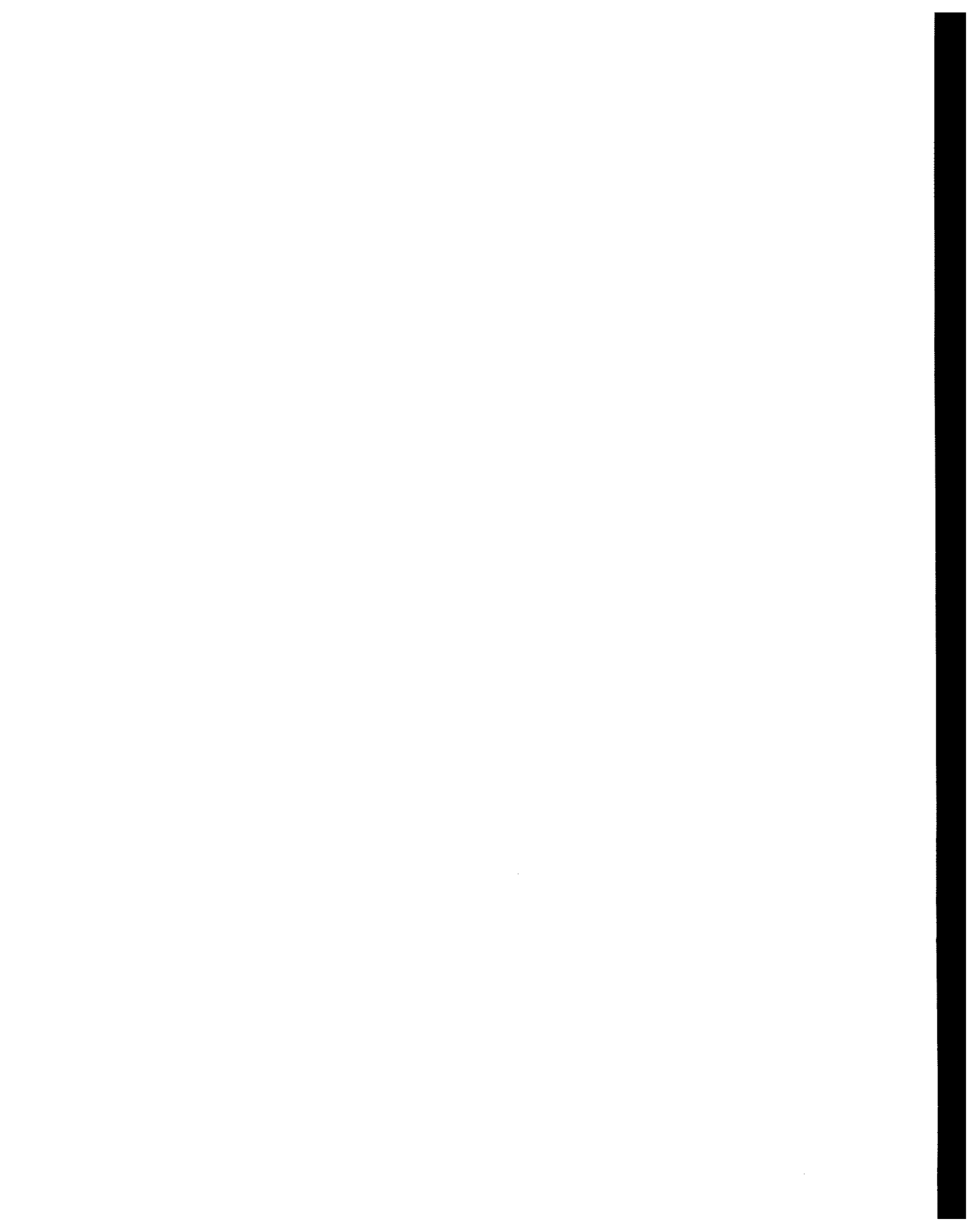
Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador General de Tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y del Licenciado en Letras, con el Visto Bueno del Coordinador de Area, así como el contenido y la presentación del trabajo de tesis titulado **OPTIMIZACION Y CONTROL POR PROGRAMACION LINEAL DE LA PRODUCCION DE QUESO RALLADO PARA PIZZA** presentado por el estudiante **Marco Alfredo Cerdón Chacón**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Fernando Alvarez Paz  
COORDINADOR GENERAL DE TESIS  
INGENIERÍA MECANICA INDUSTRIAL

Guatemala, octubre de 1,995.



ACTO QUE DEDICO

A : DIOS

Por ser la luz que ilumina nuestras vidas.

MIS PADRES

Marco Antonio Cordón Galdamez  
María Magdalena Chacón Oliva  
Como reconocimiento a su amor y apoyo,  
elementos fundamentales para el logro de  
esta meta.

MI ESPOSA

Silvia  
Por su amor y comprensión.

MI HIJA

Andrea María

MIS HERMANOS

Juan José y Carlos Roberto

MI FAMILIA

4. Optimización de la producción de queso para pizza .....	22
4.1 La programación lineal y su aplicación .....	25
4.2 Aplicación de la programación lineal a la mezcla de alimentos. ....	28
4.2.1 El planteamiento .....	28
4.2.2 Información necesaria para resolver el modelo ...	33
4.2.3 Solución del modelo y análisis de resultados para su aplicación real. ....	34
4.2.4 Validación de la solución .....	37
4.2.5 Implementación de los resultados en el sistema general de producción.....	43
5. Programación y control de la producción .....	48
5.1 Cálculo de los requerimientos .....	50
5.2 Disponibilidad de mano de obra y horas máquina .....	52
5.3 Cálculo de costos .....	54
5.3.1 Costo de almacenamiento .....	54
5.3.2 Costo de materiales .....	55
5.3.3 Costo de mano de obra .....	56
5.3.4 Matriz de planificación .....	57
5.3.5 Conclusiones .....	59
5.4 El proceso de producción .....	59
5.4.1 Recepción .....	60
5.4.2 Almacenamiento .....	61
5.4.2.1 Forma adecuada de almacenamiento.....	61
5.4.2.2 Manejo de inventarios por lote .....	63

5.4.2.3 control de madurez de los lotes .....	64
5.4.3 Rallado y mezclado .....	66
5.4.4 Envasado .....	68
6. Control de los inventarios .....	70
6.1 Sistema global de control de inventarios .....	71
6.1.1 Sistema específico de control de inventarios ....	74
6.2 El sistema de compras .....	84
6.2.1 El sistema de compras y su relación con los proveedores. ....	85
7. Control de calidad .....	90
7.1 El laboratorio de Control de calidad .....	91
7.1.1 Los métodos de análisis químico .....	93
7.1.1.1 Humedad .....	93
7.1.1.2 Grasa .....	96
7.1.2 El equipo .....	102
7.1.3 Su funcionamiento .....	104
7.2 Aspectos cualitativos y cuantitativos de control de calidad .....	106
7.2.1 En la recepción .....	106
7.2.2 En el proceso de producción .....	107
7.2.3 En el producto terminado .....	107
7.4 Desarrollo de proveedores .....	107

8. Distribución .....	110
8.1 Manipulación en los vehículos de reparto .....	110
8.2 Manipulación en los restaurantes.....	111

Conclusiones.....	IV
-------------------	----

Recomendaciones.....	V
----------------------	---

Bibliografía.....	VI
-------------------	----

Anexo 1 .....	113
---------------	-----

Solución del modelo de programación lineal a través de la Hoja electrónica Quattro pro versión 4.0. ....	113
Como introducir la función objetivo y las celdas solución ...	114
Como introducir las restricciones .....	115

Anexo 2 .....	123
---------------	-----

Quesos madurados. Especificaciones.

NORMA GUATEMALTECA OBLIGATORIA. Octubre 1987.

Proyecto COGUANOR NGO 34 198:87



## INTRODUCCIÓN

En función de la necesidad de aplicar herramientas técnicas que nos permitan mantener la calidad diseñada de los productos, optimizando la utilización de los recursos, el presente estudio se orienta a la aplicación de métodos, procedimientos y herramientas matemáticas que permitan efectuar el diseño, planificación y control de la producción de queso rallado para pizza, con el objeto de hacer más productivas y competitivas a las empresas dedicadas a esa actividad.

El presente trabajo de tesis está compuesto por ocho capítulos. El primero es una reseña histórica de los orígenes de la industria de restaurantes, la importancia de esta industria a nivel mundial, la forma como está dividida y su desarrollo en Guatemala. El capítulo dos comprende los aspectos generales del queso y la clasificación de las variedades existentes. El capítulo tres comprende la fase de planeación de la producción basada en la proyección de las actividades futuras.

El capítulo cuatro es el aporte fundamental del presente estudio, y consiste en aplicar programación lineal para minimizar el costo de producción, diseñando la formulación en función de las especificaciones y restricciones del sistema real, además de indicar la interacción del método aplicado con el sistema general de producción.

El capítulo cinco trata sobre la programación y control del proceso de producción en función de los pronósticos a corto y

mediano plazo. El capítulo seis se refiere al control de los inventarios y su relación con la función de compras y el control de la producción.

El capítulo siete indica la necesidad de implementar un laboratorio de control de calidad, como base para la aplicación del sistema y garantizar la calidad de lo producido.

El capítulo ocho describe la forma cómo debe ser manipulado el producto en su distribución y utilización, con el fin de preservar las características del producto elaborado en la planta.

En el Anexo 1, se indica la forma como se utiliza el software de computadora, aplicación que facilita y hace práctica la implementación del método propuesto.

El Anexo 2 contiene la Norma Guatemalteca Obligatoria GOGUANOR NGO 34 198:87; Quesos Madurados. Especificaciones.

## JUSTIFICACIÓN

1. Que la industria de restaurantes dedicados a la venta de comida italiana, especialmente pizza, utilicen una herramienta que les permita tecnificar el diseño de la fórmula del queso rayado, de manera que puedan obtener el cumplimiento de las especificaciones de producción al menor costo.

2. Que la industria de restaurantes a través de la implementación de sistemas eficientes de control de la producción, optimice la utilización de sus recursos disponibles, y brinde productos finales de calidad que satisfagan las necesidades de sus consumidores, para consolidar su posición competitiva.



## OBJETIVOS

### General

Desarrollar e implementar sistemas de planificación y control de la producción que permitan la racionalización de los recursos disponibles y la estandarización de los productos de consumo en la industria de restaurantes.

### Específicos

- a) Minimizar los costos de producción de queso rallado para pizza por medio de la aplicación de modelos de programación lineal.
- b) Garantizar el cumplimiento de las especificaciones en la producción de queso rallado utilizando las características específicas de cada insumo y la programación lineal.
- c) Establecer un sistema de planificación, programación y control de la producción del queso rallado para pizza, que permita utilizar los recursos en forma óptima.
- d) Definir la correcta manipulación que debe tener el queso rallado para pizza en la recepción de sus insumos, su almacenamiento, producción y distribución, garantizando la conservación de las características requeridas del producto.



## 1. ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA INDUSTRIA DE RESTAURANTES:

Un restaurante puede definirse como todo aquel establecimiento en el cual se venden comidas al público; los precios de venta son acordes a la categoría del restaurante, la cual varía en función del lugar en donde se halle situado, la comodidad de sus instalaciones y la calidad de su servicio.

El término, de origen francés, fue utilizado por vez primera en París, al designar con la palabra *restaurant* un establecimiento fundado alrededor de 1765, en la calle de Poulies, en el que se servían bebidas y comidas. Su éxito fue inmediato y numerosos restaurantes fueron abiertos. Eran atendidos por camareros y mayordomos que habían abandonado sus empleos. Después de la Revolución Francesa en 1789, la aristocracia arruinada no pudo mantener su numerosa servidumbre, y muchos sirvientes desocupados fundaron o se incorporaron a este nuevo tipo de casa de comidas que surgía en gran número.

En otros países, el restaurante, tal como lo conocemos hoy, data de las últimas décadas del siglo XIX, cuando pequeños establecimientos de este nombre comenzaron a competir con los hoteles, ofreciendo abundantes comidas elegantemente servidas y a precios razonables. En Londres, el primer restaurante se abrió en 1873. En España y otros países de habla castellana, antiguamente eran las posadas, fondas y casas de comidas las que, además de cama y habitación, ofrecían cenas o almuerzos a sus huéspedes y a todo aquel que los solicitara. El nombre de restaurante se propagó posteriormente, cuando surgieron, como en el resto de Europa,

establecimientos que se dedicaban en especial a servir comidas.

### 1.1 Su importancia a nivel mundial.

La industria de restaurantes, como una mezcla de la venta de productos y la prestación de un servicio, se ha diversificado en categorías en función de la satisfacción de las necesidades del mercado, y es actualmente uno de los rubros importantes en la economía mundial.

Uno de los principales acontecimientos, en muchos países, ha sido el extraordinario auge en las industrias relacionadas con los servicios, tan sólo en los Estados Unidos constituyen el 73 % de los empleos de la fuerza laboral no agrícola. En Alemania, el 41% de la fuerza laboral trabaja en este sector, y en Italia, el 35 %. Esto obedece a una riqueza cada día mayor, a que se dispone de más tiempo libre y, en algunos casos, a necesidades que les impone el ritmo de vida de las sociedades actuales, ya que las personas al inicio invierten en la adquisición de artículos sus ingresos crecientes, hasta un punto de saturación en el cual los consumidores empiezan a interesarse por servicios que antes no podían permitirse o que no deseaban.

En el caso específico de la industria de restaurantes, que es en realidad la prestación de un servicio ligado a la venta de productos, su éxito se debe a que ha logrado satisfacer las necesidades del mercado; como por ejemplo: el deseo de poder deleitar comidas internacionales a la carta en una reunión familiar en un ambiente agradable y bien atendido; el disponer de un lugar



donde tomar una comida preparada y servida rápidamente en el tiempo asignado para almuerzo en el trabajo, para obtener una comida para llevar servida y empacada convenientemente, y por tener un lugar agradable donde deleitar una taza de café o un postre, lo cual es apoyado por la diversidad de comidas y categorías (relacionadas directamente con el precio) que satisfacen las necesidades de la mayoría de clases sociales, que son la piedra angular de esta gran industria que cada día cobra mayor importancia en el rol económico mundial.

## 1.2 Sus divisiones.

La satisfacción de las necesidades del mercado y presentar cada día opciones diferentes para que puedan elegir los consumidores, ha hecho proliferar una amplia gama de restaurantes, los cuales varían en categoría, tipo de comida y clase de servicio; esto creó la división de la industria de restaurantes en tres grandes segmentos que son ampliamente reconocidos hoy en día: de alta-escala o alta-categoría, de media-escala o media-categoría y el servicio rápido. (Upscale, Midscale & Quick-Service).

**Alta-Escala o Alta-Categoría:** son restaurantes a la carta, con servicio de mesas personalizado, en los cuales el comensal puede elegir entre una gran variedad de platos de alta cocina y bebidas que pueden ser nacionales o internacionales, o la venta exclusiva de un solo tipo de comida característica de una región o país, los cuales son servidos con cristalería y utensilios de primera calidad, respetando todas las normas de etiqueta, y

brindando un ambiente agradable, exclusivo, finamente decorado, donde el cliente puede incluso modificar al gusto su orden. Este tipo de restaurante va dirigido a un segmento de clase social de muy alto ingreso, en la cual el precio que pagan por el servicio y los productos no es uno de los factores principales que influyen en la compra.

En la instalación de un restaurante de primera categoría, deben presentarse las siguientes condiciones: calidad de los productos, condiciones higiénicas impecables, la comodidad, un servicio personalizado y una decoración elegante.

**Media-Escala o Media-Categoría:** es también un restaurante a la carta, con servicio de mesas personalizado, que ofrece una amplia variedad de platos y bebidas nacionales e internacionales, servidos en un ambiente agradable; está orientado a clase social media, en la cual los precios de venta sí influyen en la decisión de compra. Por lo general, los restaurantes ubicados en esta categoría se dedican a la venta específica de comidas de una región o país, lo que les permite especialización, y los vuelve más competitivos.

**Servicio Rápido:** es una categoría de las más desarrolladas, y consiste en restaurantes dedicados a la venta de comida rápida, como se le conoce a aquella que puede ser preparada y servida rápidamente. Esto satisface la necesidad de tomar los alimentos en corto tiempo, en función de las exigencias del ritmo actual de vida en las ciudades y condicionado por el tiempo asignado para almuerzo en las compañías, o por las numerosas actividades que se van a

desarrollar en el transcurso del día.

**Autoservicio:** es una modalidad de influencia cultural norteamericana, en la cual los clientes priorizan el tiempo en que les brindan los productos a la comodidad de ser servidos en mesa, por lo que son ellos mismos los que pasan a la caja a efectuar su orden, y pueden elegir entre una variedad de alimentos que se muestran por lo regular en una cartelera, que ilustra los productos y brinda información sobre los precios: estos alimentos por lo regular son ensamblados en una línea de producción, que utiliza insumos que han sido pre-procesados, lo que reduce el tiempo en que pueden ser entregados al cliente. En seguida que le es tomada la orden y efectúa el pago correspondiente, pasa a una línea de espera en la cual le será entregado el producto, para luego pasar a sentarse a las mesas, las que han sido diseñadas y colocadas en ambiente agradable. Se utilizan para este efecto, empaques y cubiertos desechables que junto a los desperdicios serán depositados por el mismo cliente en contenedores especiales al finalizar de comer. Esto reduce la utilización de mano de obra en el área de mesas, factor que influye en los precios que se pueden ofertar al consumidor.

Uno de los aspectos que hay que mencionar cuando se habla de comida rápida, es el rubro comida para llevar, que es en la mayoría de restaurantes de este tipo un monto considerable, que en algunos casos asciende en los años noventa hasta el 50 % del total de ordenes del restaurante. Este incremento en la demanda por comida rápida para llevar, se debe a cambios de rumbo demográficos que

## 2. ASPECTOS GENERALES DEL QUESO:

El queso es el producto fresco o madurado que se obtiene mediante el escurrimiento de la leche coagulada, la cual puede ser descremada total o parcialmente. Es la cuajada de la leche, básicamente, un gel de caseína del que más o menos se ha retirado el suero mediante calentamiento, agitación y presión, con el propósito de reducir los sólidos esenciales de la leche a una forma concentrada.

Pero aun esta definición tan amplia y general no abarca a todas las variedades de quesos, ya que algunos de ellos son obtenidos a través de los sólidos del suero de la leche que quedan después de que se ha sacado la caseína coagulada.

El queso es un alimento muy antiguo; a más de mil años se remontan los testimonios de su empleo, y ya se preparaba y consumía en los tiempos bíblicos. " La leyenda dice que lo hizo por primera vez un mercader árabe que, para un viaje a través del desierto, puso leche en una bolsa hecha con estómago de carnero. Con el calor del sol, el cuajo de las paredes del estómago coaguló la leche, reposándose ésta en cuajada y suero "<sup>1</sup>; sea como fuere, la leche se ha coagulado con cuajo para la elaboración del queso desde tiempos inmemoriales, y el cuajo con unión de otras enzimas, sirven hoy de base a la industria láctea.

Además de ser alimentos deleitosos que contribuyen con

---

<sup>1</sup> Carlos Alberto Arriola Retolaza. Estudio de factibilidad para la elaboración del queso procesado. (Tesis de la Facultad de Ingeniería, USAC.) Guatemala 1978.

variedad y atractivo a nuestra dieta, los quesos de diversas clases siempre han sido fuente de nutrientes para el hombre.

## 2.1 El Queso para pizza. Descripción y características del producto

El queso es uno de los ingredientes fundamentales de una pizza; consiste básicamente en una mezcla homogénea de quesos adecuadamente combinados para dar un hilado y sabor agradable al gusto.

Sus características principales como sabor, color y textura dependen básicamente de las clases de queso que sean mezclados. La industria de restaurantes nacional, dedicados a la venta de pizza, mezclan por lo regular dos clases de quesos madurados, los cuales son producidos en la industria láctea nacional: el queso Cheddar y el queso Mozzarella hecho con leche de vaca. Por supuesto, algunos restaurantes enfocados a segmentos de mercado con altos ingresos, utilizan otros tipos de quesos importados mucho mas caros, los cuales bien combinados ofrecen un producto de mejor calidad y sabor, a un precio de venta significativamente superior al hecho con los anteriormente mencionados.

La adecuada combinación de los quesos es el factor más importante para obtener una pizza de buena calidad; el queso debe fundir al estar en el horno de forma homogénea, y brindar un sabor, olor e hilado agradables al gusto. A medida que el queso se calienta, se reblandece hasta que se convierte en líquido viscoso, lo suficientemente delgado para fluir. Este reblandecimiento se

debe en parte a la grasa que contiene el queso. A la temperatura del refrigerador, la grasa del queso es sólida; a temperatura ambiente, se reblandece y a medida que sube la temperatura, éstas se licuan. Entre más grasa se encuentre en el queso, más fácilmente se licua. Cuando el queso se calienta mas allá de una cierta temperatura, la coagulación y encogimiento de la proteína van de acuerdo con la tendencia del queso a reblandecerse debido a la fusión de la grasa. La grasa, incluso, puede separarse del cuajado y formar una película por encima de la superficie del queso.

La presencia de agua en los quesos permiten que la cuajada se encoja, debido a la evaporación de la humedad. El queso fundido en el horno, puede encogerse y endurecerse debido a la pérdida de humedad en el aire y al efecto del calor sobre las proteínas. Una exposición prolongada al calor y una atmósfera seca es una de las mayores indignidades que el queso sufre en manos de los cocineros.

Es por tanto, sumamente importante mezclar los quesos de manera que el producto final tenga unas características de grasa y humedad adecuadas, fundiéndolo a temperatura controlada por un tiempo determinado experimentalmente, para que de esta forma pueda obtenerse un producto de muy buena calidad.

Las cantidades de grasa, humedad, cenizas, ph, y cualesquiera otras características específicas de la mezcla de quesos deben definirse y tomarse como parámetro, para poder mezclar quesos que cumplan dichas especificaciones dentro de las tolerancias permitidas.

## 2.2 Sus Insumos

Como se indicó anteriormente, los insumos del queso para pizza son la diversa variedad de quesos que existen en el mercado, y queda al gusto de la empresa de restaurantes seleccionar los quesos que desea incluir en su receta.

Una de las principales diferencias que contribuyen a la variedad de los quesos, es la clase de leche que se utiliza; en nuestro país, por lo general, se utiliza la leche de vaca, pero puede también utilizarse la leche de oveja como en el queso francés Roquefort, o la leche de cabra se utiliza para hacer el Gjetost noruego, etc.

El primer factor predominante para obtener las diferentes clases de queso es la forma como se utiliza la leche; por lo general para hacer quesos se utiliza leche entera, pero en algunos casos están hechos de leche y crema; algunos de leche parcialmente descremada y otros de suero.

El segundo factor predominante es el tipo de cuajado que se utiliza, se puede hacer acidificando la leche, o mediante adición de la enzima quimosina, la cual es el ingrediente activo de las tabletas de cuajo (la más utilizada).

Si el queso es madurado, la clase o tipo de microorganismos que son utilizados es el tercer factor característico, la temperatura a la que se expone el queso en su período de maduración, el período de maduración y la humedad en el aire, le confieren características únicas al queso en sus diferentes tipos.

### 2.2.1 Clasificación de los quesos

Los quesos pueden clasificarse básicamente por su textura y su forma de maduración; así existen quesos duros, semiduros y blandos según el porcentaje de humedad que contienen, y se maduran mediante bacterias o mohos, o en otros casos no se maduran.

La clasificación que se presenta se extiende a los quesos procesados, los cuales son esencialmente formas derretidas o combinadas de los quesos naturales y quesos de suero, que son elaborados después de la coagulación y separación de la caseína.

### CLASIFICACIÓN DE QUESOS

#### BLANDOS:

##### Sin Madurar:

Poca grasa -- requesón, queso fresco.

Mucha grasa -- queso crema, Neufchatel (como se elabora en los Estados Unidos)

##### Madurados:

Bel Paese, Brie, Camembert, queso cocido, queso de mano, Neufchatel (como se elabora en Francia).

#### SEMIBLANDOS:

Madurados principalmente por bacterias: Brick, Münster.

Madurados por bacterias y microorganismos en la superficie:

Limburger, Port-Salut, Trapista.

Madurados principalmente por mohos en el interior:

Roquefort, Gorgonzola, Azul, Stilton, Wensleydale.



**DUROS:**

Madurados por bacterias, sin ojos: Cheddar, Granular,  
Caciocavallo.

Madurados por bacterias, con ojos: Emmentaler, Gruyere.

**MUY DUROS: (para rallar):**

Madurados por bacterias: Asiago viejo, Parmesano, Romano,  
Sapsago, Spalen.

**QUESOS PROCESADOS:**

Pasteurizado, empacado en frío, productos análogos.

**QUESOS DE SUERO:**

Mysost, Primost, Ricotta.

Para motivos de estudio y de objetivos del trabajo de tesis, se enfatizará en dos de las variedades de los quesos madurados que se utilizan por lo general en la mezcla de quesos para pizza en la industria de restaurantes dedicados a la venta de pizza en Guatemala. Estos son el queso Cheddar y el Mozzarella.

**2.2.2. Queso Cheddar**

Se clasifica dentro de los quesos duros, madurados y sin ojos (pequeños orificios producidos por los gases emitidos por las bacterias que componen el cultivo láctico). Por ser un queso

madurado su porcentaje de humedad es aproximadamente 37.5 %, y con un contenido graso de aproximadamente el 32.5 %.

Su lugar de origen es Inglaterra; está hecho con leche entera de vaca, su maduración puede oscilar entre uno y doce meses, su sabor varía desde suave a muy fuerte, su cuerpo y textura es firme, su color es blanco a medio-amarillo-naranja, su presentación es muy variada: rollos cilíndricos, bloques rectangulares, en forma de triángulo, rallado, etc. La presentación más usual en el mercado nacional son los bloques rectangulares.

Sus usos también son variados: en entremeses, emparedados, salsas, sobre las verduras en platillos calientes, hamburguesas con queso, postres, pizzas, etc.

### 2.2.3. Queso Mozzarella

También llamado Scamorza, se clasifica dentro de los quesos de pasta suave no madurados. Por ser un queso no madurado posee alta humedad, entre el 45 % y 55 %, y menor contenido graso que el queso cheddar, entre el 25 % y 30 % .

Su lugar de origen es Italia; está hecho de leche entera o parcialmente descremada (la industria láctea nacional por lo regular lo produce con leche parcialmente descremada); originalmente en Italia era hecho con leche de búfalo.

Su sabor es delicado, ligero, su cuerpo y textura es ligeramente firme y plástico, su color es blanco cremoso, su presentación por lo regular es de forma redonda pequeña, rectangular y rallado.

### **3. EL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN:**

La planeación es en general un proceso intelectual en el cual deben definirse los objetivos que se quieren alcanzar, para poder establecer los cursos de acción que se va a seguir. La planificación se refiere a establecer cómo, cuándo y con qué se realizarán las actividades para cumplir con los objetivos. En el caso específico de la producción, los objetivos que se deben alcanzar se convierten en el número de unidades pronosticadas para los siguientes períodos; aunque rara vez puede predecirse el futuro con exactitud, ya que todos aquellos aspectos que escapan del control de la organización pueden interferir en los mejores planes; al no planificar se dejan los acontecimientos al azar, lo cual se basa en intuición y suerte, en lugar de pronósticos y análisis, y se pierde la visión de que el objetivo de estos últimos es minimizar el riesgo y aprovechar las oportunidades.

Es por tanto importante establecer un sistema eficiente de información, que permita la elaboración de pronósticos para estar mejor preparado para afrontar las operaciones futuras.

#### **3.1 Pronósticos de venta de queso para pizza:**

Las estimaciones de los acontecimientos futuros se logran a través de la utilización de datos históricos, que se combinan sistemáticamente en una forma predeterminada para obtener el estimado, el cual le permite a la administración de operaciones, comparar lo pronosticado con las capacidades existentes para satisfacer esas demandas en el tiempo, y puede decidirse si es

requerida la capacidad adicional, si la actual es suficiente, o si será sub-utilizada la capacidad instalada.

Cuando se efectúa el pronóstico de un producto, se debe de identificar si se trata de un ítem de demanda dependiente o independiente, entendiéndose el independiente como aquel que no tiene relación alguna con el consumo de otro ítem, mientras que en el caso de los de demanda dependiente, su consumo está interrelacionado con el consumo de otros, lo que implica que debe efectuarse únicamente el pronóstico para el ítem padre, y todos los demás se relacionan con el.

En este caso, el ítem padre es la pizza, la cual será pronosticada y arrojará el número unidades estimadas que se va a vender, de la que se puede explosionar el número de libras necesarias para la demanda proyectada. Este total se convierte a su vez, en el ítem padre de todos los quesos que componen la mezcla, lo que servirá más adelante para efectuar las programaciones de compras.

### **3.1.1 Análisis cualitativo y cuantitativo del historial de ventas:**

Como se explicó en la sección anterior, los datos históricos sirven como base para poder inferir sobre los acontecimientos futuros, pero eso requiere de un proceso de análisis que permita obtener pronósticos que se aproximen lo mejor posible a la realidad, ya que de esta información dependen muchas actividades empresariales que pueden incurrir en altos costos que al final pueden ser innecesarios. Nadie puede predecir el futuro con

exactitud, pero la utilización de modelos matemáticos que permiten inferir, exigen ser aplicados en forma correcta para minimizar el riesgo.

Este tipo de análisis cualitativo, al cual nos referimos, consiste en iniciar buscando las series de tiempo, las cuales son identificables graficando los valores obtenidos en los períodos en estudio, pudiéndose descubrir con frecuencia formas o patrones que muestran consistencia. Estos pueden ser, por ejemplo, un patrón constante, o ascendente-descendente, cíclico, etc., lo cual, permite elegir entre el grupo de modelos matemáticos que aplican al tipo de demanda encontrado, y evitando trabajos innecesarios de evaluación.

El análisis cuantitativo se inicia luego de establecer el tipo de demanda que muestra las curvas de venta, y consiste en evaluar matemáticamente el método que presente menor error, ya que este será el utilizado para efectuar los pronósticos de riesgo, que serán la base para la planificación de las actividades futuras.

En general, los pasos que se deben seguir al querer efectuar pronósticos son los siguientes:

1. **Graficar:** que consiste en plotear las ventas históricas de los diferentes períodos.
2. **Selección Primaria:** efectuar el análisis cualitativo, tratando de relacionar el modelo gráfico a un tipo de demanda.

3. **Selección secundaria:** efectuar el análisis cuantitativo, que consiste en emplear los diferentes tipos de modelos para la demanda que se estimo en el paso anterior.

4. **Pronosticar:** Es inferir el pronóstico de riesgo; es aquel que se calcula de acuerdo al mejor método detectado en la etapa anterior, y serán los valores utilizados para fabricar los productos en los períodos futuros.

Si se desea profundizar más en los métodos de pronósticos, hay que referirse a los libros de Investigación de operaciones citados en la bibliografía del presente documento.

### 3.1.2 Pronósticos de ventas y explosión de materiales por proveedor.

El pronóstico de venta son los estimados obtenidos por el método de pronostico elegido, y esta información será utilizada por las otras unidades administrativas para programar las compras y la producción.

En este caso, los ítem padre son las pizzas, por lo tanto se deben utilizar los pronósticos de las mismas. Si existen únicamente dos tamaños (grande y pequeña) y los pronósticos en unidades son los siguientes:

PRONÓSTICOS DE VENTA DE PIZZAS

PRIMER SEMESTRE 1994

PROD\MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
PIZZA GRANDE	8000	9600	8900	12850	10100	10800
PIZZA PEQUEÑA	5400	6200	5900	9200	7550	7760

Con esta información, se puede calcular el número de libras de queso para pizza para el primer trimestre de 1994, de la siguiente forma:

Conociendo que la pizza grande lleva 12 onzas de queso y la pequeña 8 onzas (como un ejemplo), debemos multiplicar el número de onzas de cada pizza por el estimado y obtendremos el total de onzas pronosticadas por período, y al convertir el valor a libras, se obtiene la siguiente tabla:

PRONÓSTICOS DE LIBRAS DE QUESO PARA PIZZA

PRIMER SEMESTRE 1994

PIZZA GRANDE = 12 Onzas

PIZZA PEQUEÑA = 8 Onzas

PROD\MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
LBS. P. GRANDE	6000	7200	6675	9637,5	7575	8100
LBS. P. PEQ.	2700	3100	2950	4600	3775	3880
TOTAL Lbs.	8700	10300	9625	14237,5	11350	11980

El total de libras por período deberá ser utilizada para efectuar la explosión de insumos (quesos) en relación a sus porcentajes de participación, según la formulación que se esté utilizando.

La formulación será fruto de la utilización del método de programación lineal aplicado a la mezcla de quesos para pizza, tal y como se verá en el próximo capítulo, ya traducido a cada lote de producción.

Si contamos con la formulación de queso para pizza, se debe proceder a establecer cuáles serán las cantidades que se van a utilizar en el primer semestre de cada uno de los ingredientes, ya que esta información será valiosa para entregar una proyección de consumo a los proveedores.

Dada la siguiente fórmula:

Mozarella	XY	55	%
Mozarella	Z	10	%
Mozarella	W	10	%
Cheddar	UV	15	%
Cheddar	IJ	10	%
		100	%

Donde " XY ", " Z ", " W ", " UV ", " IJ " son los nombres de los proveedores de los quesos utilizados en el queso para pizza.

Debemos aplicar los porcentajes de participación de cada uno de los productos al total por cada período para calcular el requerimiento mensual, con lo que obtenemos el siguiente cuadro



resumen:

TABLA RESUMEN PARA EL QUESO PARA PIZZA

Quesos\Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Moz. XY	4785	5665	5294	7831	6243	6589
Moz. Z	870	1030	963	1424	1135	1198
Moz. W	870	1030	963	1424	1135	1198
Ched. UV	1305	1545	1444	2136	1703	1797
Ched. IJ	870	1030	963	1424	1135	1198
Total	8700	10300	9625	14238	11350	11980

El disponer del estimado de consumo de cada uno de los ingredientes permitirá que al conocerlo los proveedores puedan planificar mejor su captación o producción de leche para la producción de quesos, y mantener de esta forma la estandarización en el proceso y tiempo de maduración del producto que nos ofertan. Esto garantiza la estabilidad en la fórmula obtenida porque es menos probable la desviación de las características de los quesos, y facilita el control de calidad.

#### 4. OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO PARA PIZZA:

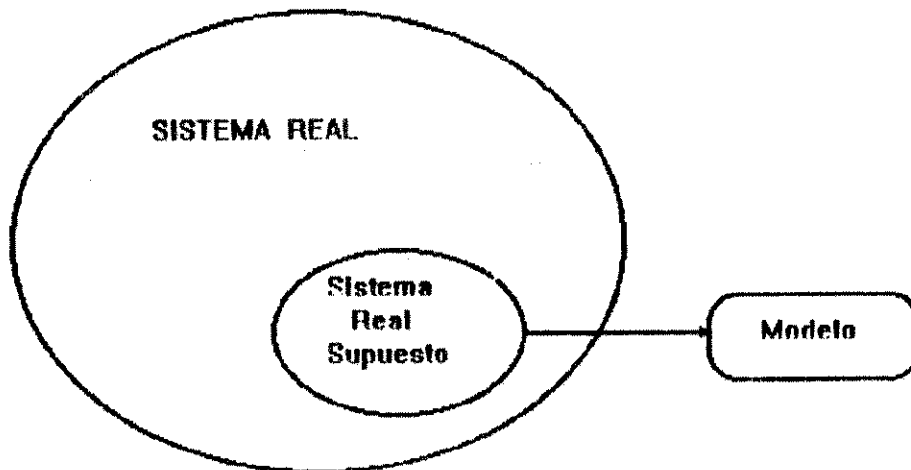
Al hablar de " optimización " nos referimos a establecer la mejor solución de un problema específico. En este caso, se pretende establecer la mejor forma de mezclar los quesos, para obtener el menor costo de formulación que cumpla con las especificaciones de calidad de la mezcla de queso rallado para pizza.

Para este efecto, se debe utilizar la investigación de operaciones, que es un campo de toma de decisiones caracterizado por el uso de conocimiento científico para determinar la mejor utilización de los recursos limitados.

Un estudio de investigación de operaciones consiste en construir un modelo de la situación física real. Pero un modelo real cuenta con un gran número de variables que interfieren en el funcionamiento del mismo, por lo que es necesario determinar cuáles son las variables dominantes que lo gobiernan, para poder establecer un mundo real supuesto y definir el modelo como una abstracción del mundo real supuesto, que identifica y simplifica las relaciones entre estas variables en una forma accesible de análisis. En general, un modelo de la investigación de operaciones se define como una representación idealizada (simplificada) de un sistema de la vida real. (Ver figura 4-1).

Los modelos de investigación de operaciones independientemente de su refinamiento y aproximación para representar un modelo de la vida real, pueden ser de poco valor si no están apoyados en una base de datos confiables. Es muy importante garantizar la base de datos para hacer útil la información arrojada por el modelo.

## ***ARTE DE MODELAR***



### **MODELO:**

Una abstracción del mundo real supuesto que identifica y simplifica las relaciones entre estas variables en una forma accesible al análisis.

**FIGURA 4-1**

Las principales fases para poder implementar un estudio de investigación de operaciones pueden resumirse de la siguiente forma:

**a) Definición del problema:**

- Descripción de la meta u objetivo del estudio.
- Una identificación de las alternativas de decisión del sistema.
- Un reconocimiento de las limitaciones, restricciones y requisitos del sistema.

**b) Construcción del modelo:**

- Decidir sobre el modelo más adecuado para representar el sistema, los cuales pueden ser: modelos matemáticos, heurísticos o de simulación, o dependiendo del grado de complejidad del sistema, una combinación de los mismos.

**c) Solución del modelo:**

- Su proceso depende del tipo de modelo elegido y consiste en que además de la solución óptima, se evalúe información adicional sobre el comportamiento de la solución debida a cambios en los parámetros del sistema. Generalmente se conoce como "análisis de sensibilidad".

**d) Validación del modelo:**

- Este trata de establecer si la solución al representar el sistema, da una predicción confiable del funcionamiento

del sistema.

**e) Implantación de los resultados finales:**

- Implica la traducción de los resultados en instrucciones de operación detallada, emitidas en una forma comprensible a los individuos que administrarán y operarán el sistema después.

**4.1 La programación lineal y su aplicación:**

La programación lineal es una clase de modelos de programación matemática destinados a la asignación eficiente de los recursos limitados, en actividades conocidas, con el objetivo de satisfacer las metas deseadas, que pueden ser la maximización de los beneficios o la minimización de los costos.

Es la primera técnica matemática ampliamente conocida y aceptada en el campo de la investigación de operaciones, conocida como el método simplex de programación lineal, fue desarrollada por el matemático norteamericano George B. Dantzig, y el progreso actual se ha debido en gran parte al desarrollo paralelo de la computadora digital moderna, con sus tremendas capacidades de velocidad de cómputo y almacenamiento y recuperación de información.

La programación lineal, por ser un modelo matemático, puede utilizarse para resolver aquellos problemas en los cuales las relaciones entre las variables del sistema no sean complejas, para que puedan ser expresadas en términos matemáticos.

Un estructura de un modelo matemático consta de tres elementos básicos que deben identificarse: a) las variables de decisión y

parámetros, b) las restricciones que limitan las variables de decisión a sus valores factibles o permisibles, c) la función objetivo, que define la medida de efectividad del sistema como una función matemática de sus variables de decisión.

Un modelo matemático busca la optimización de una función objetivo sujeta a un conjunto de restricciones; sin embargo, la solución óptima es la mejor relacionada solamente a ese modelo; no se debe de pensar que este "óptimo" es el mejor para el problema en consideración, es el mejor solamente si el criterio especificado por el analista puede ser justificado como una representación real de las metas u objetivos de la organización completa donde existe el problema que se desea solucionar.

La simplificación del modelo es un aspecto que debe de considerarse para hacer más eficiente el proceso de solución; en general, se puede indicar que para efectuar el proceso de simplificación de un modelo matemático y se debe de tratar de: a) convertir las variables discretas en continuas, b) linealizar funciones no lineales, c) eliminar algunas de las restricciones. Una regla general para el cómputo de la mayoría de modelos, es que cuanto menor sea el número de restricciones más eficiente es el modelo, por lo que es conveniente eliminar por completo todas aquellas restricciones que se crea que no tendrán un efecto serio en la solución óptima. Como un resultado de esta simplificación, se debe de analizar el efecto que puede tener sobre la calidad de la solución obtenida (validación de la solución).

Para la aplicación de la programación lineal en la vida real,

hay que considerar que en los problemas, el modelo de programación lineal puede ser de maximización o de minimización, por lo que las restricciones del sistema pueden ser del tipo menor o igual ( $\leq$ ), igual ( $=$ ), o mayor o igual ( $\geq$ ), y que las variables de decisión pueden ser no negativas o irrestrictas en signo, y en función de esta gran variedad de problemas que pueden presentarse; en algunos casos es necesario modificar estas formas para que se ajusten a los procedimientos de solución; por este motivo se utilizan dos tipos de formas de planteamiento del problema: la forma estándar y la forma canónica; la primera se utiliza directamente para resolver el modelo y la segunda cuando se presenta la teoría de dualidad.

Para el presente estudio de tesis, se utilizará la forma estándar de solución de modelos, utilizando el método símplex, y en aquellos casos en los cuales las variables de holgura no proporcionen fácilmente la solución básica, puede recurrirse a la utilización de las técnicas de variables artificiales que son:

1. " Técnica M " o " Método de penalización ",
2. " Técnica de dos fases " .

Aunque el proceso de solución es largo si se efectúa manualmente, se puede referir a los libros de Investigación de Operaciones citados en la bibliografía de la presente tesis.

Para la aplicación práctica que se plantea en este estudio, se recomienda la utilización de la hoja electrónica Quattro Pro Versión 4.0. cuya utilización para los ejemplos presentados en este documento se detallarán en el Anexo 1. La utilización del

software en computadora es realmente la única forma de hacer práctica la utilización de los procedimientos recomendados en el presente estudio; la razón es la velocidad de solución del modelo y la facilidad de almacenamiento y recuperación de información.

#### **4.2 Aplicación de la Programación lineal a la mezcla de alimentos:**

Una de las aplicaciones más valiosas de la programación lineal trata sobre la determinación de una mezcla óptima de alimentos para satisfacer las especificaciones de calidad del alimento con el costo mínimo.

El modelo matemático utiliza la información específica de los ingredientes disponibles para la mezcla del alimento y se deben conocer los contenidos nutritivos o especificaciones químicas de cada uno de los ingredientes. Las descripciones del modelo incluyen: a) las especificaciones requeridas en la mezcla b) las limitaciones de disponibilidad de cada ingrediente.

El objetivo final es lograr una mezcla que minimice el costo total de un lote dado, cumpliendo con las restricciones físicas y requerimientos de especificación.

##### **4.2.1 El planteamiento.**

La primera fase para poder implementar un estudio de investigación de operaciones es la definición del problema, tal y como se presentó en la sección anterior, por lo que primero debemos definir cuál es el objetivo para hacer el estudio:

**OBJETIVO:** establecer un sistema que permita garantizar el cumplimiento de las especificaciones de calidad de la mezcla de



queso rallado para pizza, minimizando el costo total de producción de cada lote.

Luego de establecer el objetivo, se deben evaluar las alternativas de solución, las cuales son: a) mezclar los quesos basándose en la experiencia del personal de producción, utilizando para este efecto el método de prueba y error para elegir la mejor mezcla que arroje un costo adecuado y satisfaga las pruebas organolépticas, o b) utilizar un modelo matemático basado en el conocimiento de las características físicas y químicas de cada ingrediente y su disponibilidad, que permita mantener las especificaciones de calidad a un costo mínimo, y validarlo con la aplicación de las pruebas organolépticas.

Es evidente que el primer método carece de fundamentos que permitan optimizar la producción de queso rallado, por lo que la segunda alternativa es la que debe ser utilizada.

Deben, además, considerarse las restricciones y limitaciones a las que estará sujeto el sistema, las cuales son: a) la capacidad instalada de producción de cada proveedor, b) la utilización de los quesos disponibles en el mercado nacional, c) el tamaño de cada lote, d) los porcentajes de cada clase de queso que deben de mezclarse en la pizza para mantener el sabor deseado.

La segunda fase es el planteamiento del problema para la construcción del modelo matemático, utilizando la técnica de programación lineal para plantear la función objetivo como una minimización de los costos totales por lote de producción, en donde las variables de decisión serán el número de libras de queso que se

va a mezclar por cada proveedor.

Si el lote de producción es de 73 Lbs. de queso rallado y las especificaciones de producción son las siguientes:

1. Al menos 25 % pero no mas de 30 % de grasa.
2. Al menos 41 % pero no mas de 55 % de humedad.
3. Al menos 65 % pero no mas de 75 % de queso Mozzarella.

Supongamos además que los principales quesos disponibles para efectuar la mezcla son: Mozzarella XY, Mozzarella Z, Mozzarella W, Cheddar UV, Cheddar IJ. Donde "XY", "Z", "W", "UV", "IJ" son los nombres de los proveedores de cada clase de queso.

Las características químicas de cada ingrediente son las siguientes:

LIBRAS POR LIBRA DE INGREDIENTE

Ingrediente	Grasa	Humedad	Costo (O.)
Mozarella XY	.2248	.3808	11.48
Mozarella Z	.2500	.4700	12.90
Mozarella W	.2380	.4420	12.25
Cheddar UV	.3000	.3000	14.20
Cheddar IJ	.2927	.3400	13.10

Además se debe de considerar que la capacidad instalada del productor de Mozzarella XY, le permite entregarnos un máximo de 20 libras por lote.

Tomando como las variables dominantes del sistema el porcentaje de grasa, humedad, disponibilidad y tamaño del lote, para establecer el sistema real supuesto, las restricciones deberán implicar los valores permisibles de estas variables para poder cumplir con las especificaciones indicadas. ( Ver Figura 4-2).

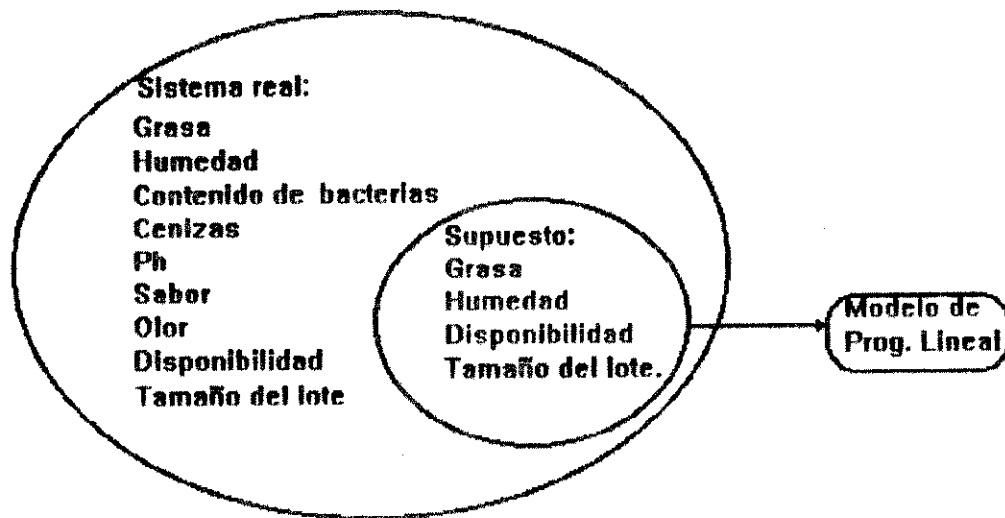


FIGURA 4-2

El modelo de programación lineal utiliza las variables dominantes del sistema, las cuales son accesibles al análisis.

Nota:

Las Variables de olor y sabor no son cuantificables, por lo que no son accesibles al análisis matemático. Por eso deben someterse las mezclas óptimas resultantes a una degustación, lo que validará el resultado obtenido.

Sean  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$  y  $X_5$ , las cantidades en libras de Mozzarella XY, Mozzarella Z, Mozzarella W, Cheddar UV y Cheddar IJ utilizadas para producir la mezcla de queso rallado de 73 libras. Entonces el modelo de programación lineal llega a ser:

Minimizar:

$$X_0 = 11.48 X_1 + 12.90 X_2 + 12.25 X_3 + 14.20 X_4 + 13.10 X_5$$

sujeto a

$$\begin{aligned} X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 &= 73 \\ .2248 X_1 + .2500 X_2 + .2380 X_3 + .3000 X_4 + .2927 X_5 &\geq .25 * 73 \\ .2248 X_1 + .2500 X_2 + .2380 X_3 + .3000 X_4 + .2927 X_5 &\leq .30 * 73 \\ .3808 X_1 + .4700 X_2 + .4420 X_3 + .3000 X_4 + .3400 X_5 &\geq .41 * 73 \\ .3808 X_1 + .4700 X_2 + .4420 X_3 + .3000 X_4 + .3400 X_5 &\leq .55 * 73 \\ X_1 + X_2 + X_3 &\geq 73 * .65 \\ X_1 + X_2 + X_3 &\leq 73 * .75 \\ X_1 &\leq 20 \\ X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 &\geq 0 \end{aligned}$$

La primera restricción especifica el tamaño del lote, la segunda y tercera especifican los requisitos mínimos y máximos de grasa; la cuarta y quinta, los requisitos mínimos y máximos de humedad; la sexta y séptima, el mínimo y máximo porcentaje permitido de queso mozzarella; la octava, la cantidad máxima del mozzarella XY que puede ser utilizada en cada lote, y la novena es la condición de la no negatividad de las variables.

De la segunda a la séptima restricción, se incluyó una multiplicación en el lado derecho de la ecuación, que corresponde a los porcentajes máximos y mínimos permitidos en el lote; esto se puede substituir por el entero aproximado del resultado de la multiplicación para niveles prácticos.

#### 4.2.2 Información necesaria para resolver el modelo:

Para poder resolver el modelo en la aplicación de la vida real, es necesario contar con:

- 1) Las especificaciones requeridas en la mezcla de queso rallado para pizza, las cuales consisten en las características físicas o químicas que se desean obtener en la mezcla final.
- 2) Las limitaciones de disponibilidad de cada uno de los ingredientes, las cuales pueden ser por el inventario existente, o por la capacidad instalada de producción del proveedor, en función de los consumos proyectados.
- 3) El costo unitario de cada ingrediente.
- 4) Las características químicas o físicas de las variables dominantes de cada ingrediente. Para éstas debe existir una base de datos actualizada que sea consultada constantemente para efectuar el análisis de las variaciones en la solución óptima, para mantener la efectividad del sistema. (Ver Figura 4-3).
- 5) El tamaño del lote de producción, el cual depende del equipo utilizado para efectuar el proceso.

#### 4.2.3 Solución del modelo y análisis de resultados para su aplicación real.

Al resolver el modelo, éste arroja los valores que deben de tener las variables para el valor óptimo de la función objetivo; las variables se traducen al número de libras de cada ingrediente que debe ser mezclado, y el valor de la función objetivo arroja el costo mínimo de producción del lote, y cumple con las restricciones planteadas.

Para resolver el modelo, se utilizó la hoja electrónica Quattro Pro Versión 4.0. Por eso es necesario trasladar la función objetivo y todas las restricciones a la estructura que requiere el software para resolverlo. El procedimiento utilizado para el planteamiento del problema en la hoja electrónica, la forma como se soluciona e interpretan los datos arrojados se ejemplifica en el Anexo 1 de la presente tesis, donde se indican claramente los contenidos de las celdas para facilitar su comprensión.

La facilidad de solución del modelo que aplica el software es lo que hace realmente factible la aplicación de el procedimiento recomendado; la solución manual es larga y tediosa, lo que dificultaría su aplicación práctica.

Los resultados de la hoja de cálculo deben interpretarse y traducirse a información que sea entendible por el departamento de producción; la forma como presenta la hoja de cálculo los resultados obtenidos es la siguiente:

Xo	X1	X2	X3	X4	X5
904.14	7.03	0.00	47.97	0.00	18.00
73.00	=	73.00			
18.27	>=	18.00			
18.27	<=	22.00			
30.00	>=	30.00			
30.00	<=	40.00			
55.00	>=	47.00			
55.00	<=	55.00			
7.03	<=	20.00			
7.03	>=	0.00			
0.00	>=	0.00			
47.97	>=	0.00			
0.00	>=	0.00			
18.00	>=	0.00			

Answer Report

Solution

Cell:	Starting	Final
A2	0.00	904.14

Variable Cells:

Cell:	Starting	Final	Dual Value:
B2	0.00	7.03	0.00
C2	0.00	0.00	0.00
D2	0.00	47.97	0.00
E2	0.00	0.00	0.00
F2	0.00	18.00	0.00

\*\*\*Ver Anexo 1.

Los ingredientes utilizados por cada lote de producción de queso rallado, según los resultados obtenidos en el método de programación lineal son los siguientes:

INGREDIENTE	CANTIDAD EN Lbs.	COSTO UNITARIO Q.
Mozarella XY	7.0	11.48
Mozarella W	48.0	12.25
Cheddar IJ	18.0	13.10

### 5.1 Cálculo de los requerimientos:

Se debe de contar con los requerimientos en horas de trabajo del producto para cada uno de los períodos analizados:

Ejemplo:

Enero: (Rallado)

Libras pronosticadas de venta: 8700 Libras

Convertido a lotes de 73 Libras: 120 Lotes

1 lote ---- 1.25 horas

120 lotes ---- X X = 150 Horas

Tal y como se puede observar en el ejemplo anterior, para efectos de planificación y cálculos de requerimientos de horas de producción, se debe de utilizar la aproximación al siguiente número entero, y dejar un margen de holgura en el programa.



Este procedimiento debe repetirse para cada uno de los períodos pronosticados, y compararlo con el total de días disponibles para evaluar las horas diarias requeridas, de lo cual se obtiene el siguiente cuadro resumen:

**HORAS REQUERIDAS POR PERIODO**

MES	HORAS DE REQ/PRODUCCION	DIAS DISPONIBLES	HORAS AL DIA REQUERIDAS
ENE	150	26	5.77
FEB	177	24	7.38
MAR	165	27	6.11
ABR	244	21	11.62
MAY	195	26	7.50
JUN	207	25	8.28

Lo que se refiere al cálculo de los requerimientos de materiales en función de los pronósticos, para efectuar la programación de compras y el manejo de los inventarios se analizará en el capítulo 6.

## 5.2 Disponibilidad de mano de obra y de horas máquina.

Para evaluar la disponibilidad de los recursos necesarios para efectuar la producción pronosticada, se debe de proceder primero a realizar el cálculo del tiempo de que se dispone para la producción del producto.

Si la planta de producción labora actualmente en una única jornada diurna (lunes a viernes 8 horas y sábado 4 horas de trabajo), y tomando en cuenta los días hábiles de cada mes, la disponibilidad en horas de producción se calcula de la siguiente forma:

Enero: 22 días disponibles + 4 sábados.

Tiempo Normal (T.N.): Equivale a los días hábiles del mes por las horas de la(s) jornada(s) a analizar:

h. disponibles = 22 días x 8 horas + 4 sábados x 4 horas

h. disponibles = 192 horas disponibles al mes.

Tiempo Extraordinario (T.E.): equivale a los días hábiles del mes por las horas extraordinarias permitidas por la ley (12 h. máximo de trabajo por día) de la(s) jornada(s) que se va a analizar:

h. disponibles = 22 días x 4 horas + 4 sábados x 8 horas

h. disponibles = 120 horas disponibles para el mes de Enero.

Los cálculos se repiten para los seis meses en estudio con los días disponibles para cada uno, para obtener las disponibilidades

en jornada diurna para cada mes; la disponibilidad que se presenta el siguiente cuadro es únicamente para la jornada diurna; si los requerimientos excedieran las horas disponibles, o se utilizara demasiado tiempo extra en todos los períodos, se debe de proceder a calcular la disponibilidad total con otras jornadas de trabajo, (jornada mixta, o tres jornadas), evaluando las opciones y eligiendo la que presente el menor costo asociado para el plan de producción.

DIAS DISPONIBLES POR MES

MESES	DÍAS HÁBILES	SÁBADOS
ENERO	22	4
FEBRERO	20	4
MARZO	23	4
ABRIL	18	3
MAYO	22	4
JUNIO	21	4

Teniendo la disponibilidad en horas y los requerimientos de producción por cada período, se procede a elaborar el plan de trabajo en jornada diurna asignando los horas ordinarias y extraordinarias disponibles por período, en función de las horas requeridas según los pronósticos del departamento de queso rallado para pizza.

## PLAN DE TRABAJO (JORNADA DIURNA)

### RALLADO

MES	T.N.	T.E	T.T.	T.N.	T.E
ENERO	192	120	312	150	0
FEBRERO	176	112	288	176	1
MARZO	200	124	324	165	0
ABRIL	156	96	252	156	88
MAYO	192	120	312	192	3
JUNIO	184	116	300	184	23

### 5.3 Cálculo de costos.

Para poder efectuar la integración de todos los costos en los que se incurrirán según el plan de producción, se deben de convertir todos los costos relacionados a las horas de producción planificadas para los períodos en estudio. Los costos que se integrarán son los siguientes: costo de almacenamiento, costo de materiales y costo de la mano de obra.

#### 5.3.1 Costo de almacenamiento.

El costo de almacenamiento por cada lote producido se conoce y es igual a Q. 14.00 al mes por cada lote de 73 libras. De

acuerdo con la eficiencia con que se produce el rallado de cada lote, se procede al cálculo del almacenaje:

$$\text{Tiempo} = \frac{(30 \text{ días}) (24 \text{ horas})}{1 \text{ mes} \quad 1 \text{ día}} = 720 \text{ horas}$$

$$\text{C. Lote} = \frac{(Q.14.00)}{\text{lote-mes}} \frac{(1 \text{ mes})}{720 \text{ horas}} (0.80 \text{ lotes/hora}) = Q. 0.02$$

Entonces, el costo asociado por hora de almacenaje de cada lote de queso rallado equivale a Q. 0.02/hora.

### 5.3.2 Costo de materiales.

El costo de los materiales se refiere a la sumatoria de los materiales que contenga la fórmula del queso rallado por su respectivo precio, y se calcula el costo asociado por cada hora de producción.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Costo/lote} = \sum_1^n \text{Cantidad Material}_i * \text{Precio Material}_i$$

$$\text{Costo/lote} = (7.0)(11.48) + (48)(12.25) + (13)(13.10) = Q. 904.16$$

$$\text{Costo/hora} = \frac{Q. 904.16}{\text{lote}} * \frac{0.80 \text{ lotes}}{\text{hora}} = Q. 723.33$$

Por lo tanto, el costo asociado por consumo de materiales por cada hora de producción del queso rallado para pizza es equivalente a Q. 723.33/hora.

### 5.3.3 Costo de mano de obra.

Debemos determinar el costo por hora en tiempo normal y extraordinario de la mano de obra del departamento de rallado de queso para pizza; para este efecto, se debe de considerar lo siguiente:

- 1) El mismo costo de la mano de obra en Tiempo Normal se considera fijo, porque los empleados tienen su salario por mes.
- 2) El costo total de la mano de obra varía en función del plan de trabajo que se utilice.
- 3) El costo del tiempo extraordinario (T.E.) es igual a 1.5 del costo del tiempo normal.

#### Cálculo del costo para la Jornada Diurna:

$$\text{Costo/hora(T.N.)} = [(Q.650.00)(1)+(Q.500.00)(1)] / (240 \text{ horas}) =$$

$$\text{Costo/hora(T.N.)} = Q. 4.79 \text{ Tiempo Normal}$$

$$\text{Costo/hora(T.E.)} = Q. 4.79 * 1.5 = Q. 7.19 \text{ Tiempo Extra.}$$

Para efectos contables, el de 240 horas se obtiene de la relación, que a la semana se pagan 48 horas (8 horas al día más el

séptimo): en forma general, al mes se calculan de 30 días por 8 horas al día, que es igual a 240 horas.

Entonces, el costo total por hora de producción del queso rallado para pizza se integra de la siguiente forma:

Costo Total = C. almacenaje + C. materia prima + C. mano de obra

Costo T.N. = 0.02 + 723.33 + 4.79 = Q. 728.14

Costo T.E. = 0.02 + 723.33 + 7.19 = Q. 730.54

Teniendo ya los costos totales, se procede a efectuar la matriz de planificación y asignación de tiempos en función de la demanda con el plan de trabajo de la jornada diurna.

#### 5.3.4 Matriz de planificación.

La matriz de planificación consiste en un cuadro de  $n \times n$  en donde se plantea la disponibilidad en un sentido y los requerimientos en el otro, y se asignan los tiempos según la demanda y se calcula el costo total asociado al plan de producción en jornada diurna para los seis períodos en estudio.

Se debe tomar en consideración que las características del producto no permiten utilizar el tiempo normal o extraordinario sobrante de un período, para programar anticipadamente la producción del siguiente. Esto se debe a que los quesos varían sus características en relación con el tiempo. (Ver 5.4.2.3).

La forma como se presenta la matriz de planificación es la siguiente:

**MATRIZ DE PLANIFICACION  
QUESO RALLADO PARA PIZZA**

COSTO M.O. T.N. = 4.79  
T.E. = 7.19

COSTO TOTAL T.N. = 728.14

COSTO ALMACENAJE = 0.02

COSTO TOTAL T.E. = 730.54

COSTO MATERIA PRIMA = 723.33

		ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
		TN	TE	TN	TE	TN	TE	TN	TE	TN	TE	TN	TE
ENERO 150	D	192	120										
	C	728.14	730.5										
	P	150	0										
FEBRERO 177	D	42	120	176	112								
	C	728.16	730.6	728.14	730.5								
	P			176	112								
MARZO 165	D				111	200	124						
	C				730.6	728.14	730.5						
	P					165	0						
ABRIL 244	D					35	124	156	96				
	C					728.16	730.6	728.14	730.5				
	P							156	96				
MAYO 195	D								8	192	120		
	C								730.6	728.14	730.5		
	P									192	3		
JUNIO 207	D										117	184	116
	C										730.6	728.14	730.5
	P											184	23
	C	109221		128883		120143		177877		141995		150780	

COSTO TOTAL = Q. 828,899.32



### 5.3.5 Conclusiones.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la matriz de planificación, se puede observar que no existe la necesidad de evaluar otros planes de trabajo (más jornadas), debido a que el tiempo normal disponible es casi suficiente para cubrir los requerimientos de horas de producción en la mayoría de los períodos, asignando muy pocas horas de tiempo extraordinario en cada uno de los períodos planificados.

Por lo tanto si se implementarán otras jornadas de trabajo, se implementaría en una forma exagerada el tiempo de ocio, que encarece el costo total del plan de producción, por lo que es preferible absorber el costo del tiempo extraordinario asignado.

### 5.4 El proceso de producción

Por proceso de producción entendemos la transformación que sufren los insumos o materias primas por medio del trabajo efectuadas sobre ellas (valor agregado), para convertirlas en el producto final.

En el caso específico del queso rallado para pizza, va desde la recepción de los quesos en la bodega, su almacenamiento, el pesado de los ingredientes en función de la fórmula, el rallado, el mezclado y el empaque.

Para efectuar correctamente el proceso de producción del queso rallado para pizza, es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones en cada uno de los pasos indicados:

#### 5.4.1 Recepción.

Es en el proceso de recepción donde se inicia el aseguramiento de la calidad del producto final, por lo que es necesario que la persona asignada revise que el producto cumpla por lo menos con los siguientes aspectos:

a) Que la presentación del producto sea en maquetas de tamaño estándar, con una forma que facilite la estiba del producto en los cuartos fríos de la bodega.

b) Que el empaque del producto elimine el contacto directo con las manos y el medio ambiente, para evitar contaminación en el medio de transporte y en el almacenaje en bodega; esto puede ser a través de empaques de polietileno (o alguna combinación de polímeros), preferiblemente empacado al vacío.

c) Que cada una de las maquetas tenga una etiqueta que indique como mínimo: el peso de la maqueta, número de lote, la fecha de producción y la fecha de caducidad del producto.

d) Verificar que el transporte hacia la planta se haya efectuado en unidades dotadas de equipo de refrigeración, para evitar alteraciones del producto por variaciones de temperatura.

e) Que los quesos no presenten, dentro del empaque, exceso de humedad, ya que esto facilita el crecimiento de mohos y hongos, y pérdidas por reducción de peso en la bodega.

Luego de revisar los puntos anteriores, se debe de proceder a efectuar el ingreso del producto, para lo cual se debe de verificar el peso de cada una de las maquetas para ratificar lo indicado por

la etiqueta, y anotar además de el total de libras el número de maquetas que se reciben, lo cual será de utilidad para el control de los lotes recibidos en la bodega.

El receptor de proveedores, además debe seguir las indicaciones del departamento de control de calidad, efectúa las llamadas pruebas de plataforma, las cuales serán indicadas en el capítulo 7.

#### **5.4.2 Almacenamiento.**

Por almacenamiento entendemos el tiempo que el producto pasa en espera de ser enviado al Departamento de Producción para ser procesado; del manejo adecuado que se le de al producto en esta etapa, depende la calidad del producto que reciba el Departamento de Producción para transformarlo en producto final.

##### **5.4.2.1 Forma adecuada de almacenamiento.**

El almacenamiento de los quesos madurados debe de efectuarse en temperaturas que oscilen entre los cuatro y los siete grados centígrados, por lo que es necesario utilizar termómetros exactos ubicados en lugares fáciles de verificar. Los locales destinados al almacenamiento de productos alimenticios serán de uso exclusivo, donde no pueden ser almacenados productos que no se destinen a la alimentación.

Los quesos deben ser ubicados rápidamente en las estanterías, y conservar el producto en los empaques originales para evitar contaminaciones ambientales. Debe ser estibado de preferencia en

estanterías de acero inoxidable, en cámaras refrigeradas limpias y sanitizadas para evitar crecimiento de mohos y hongos.

Los productos que se almacenan en un mismo recinto deben ser compatibles entre sí, por su naturaleza y envasado, y quedar aislados los productos susceptibles de transmitir olores o cualquier otro tipo de contaminación, por lo que no deben almacenarse en el mismo ambiente donde se almacenan los quesos, o productos alimenticios tales como carnes rojas, pescado o mariscos, así como productos de origen vegetal, salvo que estén envasados o acondicionados y cerrados debidamente.

Nunca deben introducirse en las cámaras de enfriamiento alimentos calientes que puedan elevar la temperatura ambiente del interior en forma innecesaria y perjudicial para la buena conservación de los alimentos restantes. Un incremento de la temperatura por encima de los diez grados centígrados durante períodos relativamente cortos, produce efectos perjudiciales irreparables en los productos.

Los quesos (o cualquier alimento) en la cámara de enfriamiento se deben almacenar lejos de las paredes para evitar la infestación con insectos o roedores, y también deben estar retirados del suelo para eliminar la contaminación durante la limpieza.

Para facilitar la limpieza y sanitización de las cámaras de enfriamiento, éstas deben pintarse con una pintura sanitaria color blanco; este tipo de pintura facilita la limpieza por medio de agua y productos químicos que eliminan el crecimiento bacteriano, además de permitir observar fácilmente la limpieza de

las paredes y techo.

La desinfección de los cuartos fríos debe hacerse por medio de productos químicos. Los tres compuestos más utilizados para efectuarla son el cloro, el yodo y amonio cuaternario. Los compuestos de yodo y cloro destruyen a la mayoría de las bacterias; no los afecta la dureza del agua y pierden efectividad en agua que es demasiado alcalina. Los amonios cuaternarios no son corrosivos y son efectivos, tanto en soluciones ácidas, como alcalinas; tienen mejores propiedades detergentes y desodorantes que los compuestos de yodo y cloro, por lo que son los más aconsejables para efectuar la sanitización de las cámaras de enfriamiento donde se guardan los productos alimenticios.

#### 5.4.2.2 Manejo de inventario por lotes.

La mejor forma de utilizar los productos almacenados en la bodega es conservando identificados los lotes por ingreso de cada uno de los productos, por lo que deben ser apilados por lote guardando espacio entre cada uno y con las paredes, suelos y techos. De esta forma, se previene la contaminación y se controla fácilmente la rotación de los quesos, ya que los inventarios de productos refrigerados deben de seguir la regla "primero en entrar, primero en salir" .

Si la cantidad de lotes que se almacenan es muy alta, es conveniente implementar una técnica que permita visualizar rápidamente cual es lote que ingreso primero; debe de organizarse la bodega y acondicionarse con cada ingreso, de tal forma que los

lotes más viejos queden más accesibles, y para evitar que se confundan maquetas de un lote con las de otro al efectuar los reacondicionamientos, es muy práctico utilizar etiquetas de colores para cada maqueta, la cual se debe de colocar en la recepción de los productos: así, los lotes ingresados en la primera semana del mes se identifican con un color; los de la segunda, con otro, etc. Esto permite que sea más rápido el trabajo de reacondicionamiento; también puede hacerse revisando la etiqueta de las maquetas, en la cual debe estar indicada la fecha de producción y caducidad.

Es conveniente que en el documento de ingreso se anote además del total de libras ingresadas, el número de maquetas que hacen ese peso, ya que esto puede ser útil para hacer cualquier revisión del manejo interno de los lotes.

#### 5.4.2.3 Control de madurez de los lotes.

Por madurez de los lotes entendemos el proceso de fermentación que sufren los quesos con el transcurso del tiempo; esta fermentación es normal y se debe a los fermentos o cultivos lácticos que son adicionados a la leche pasteurizada para que produzca el sabor y textura característica del queso según su clase.

Sin embargo, se debe de estar seguro de que los proveedores pasteurizen adecuadamente la leche que sirve para producir los quesos, ya que el objetivo de la pasteurización es eliminar todas las bacterias patógenas (perjudiciales) de la leche cruda, proceso en cual también son eliminadas las bacterias saprófitas (buenas).

por lo que es necesario agregar a la leche los cultivos lácticos como se menciona anteriormente. Si la leche no fue adecuadamente pasteurizada, la presencia de bacterias patógenas pueden producir efectos indeseados en el proceso de madurez del queso; estos pueden identificarse con hinchazón, mal olor, mal sabor; deben ser retirados y analizados microbiológicamente todos aquellos que presenten estas características, para poder evaluar si cumplen con las características indicadas microbiológicamente para el consumo humano. Para saber si los quesos se encuentran dentro de los parámetros adecuados para el consumo, se debe de consultar las indicaciones brindadas por las normas Coguanor para quesos, o las reglamentaciones vigentes a la fecha.

Aunque los quesos no presenten contenidos de bacterias patógenas que provoquen condiciones indeseadas, el proceso normal de madurez de los lotes debe ser controlado, ya que las características que presenta el queso cambian en función del tiempo, por lo que el punto de fusión, hilado, sabor y textura pueden no ser los requeridos, si el queso es muy joven o muy maduro.

A pesar de que los períodos de maduración adecuados no son los mismos para todos los quesos, se puede decir que en general el tiempo mínimo de madurez de un queso mozzarella es de un mes, y el del queso cheddar es de dos a tres meses, por lo que debe de programarse la compra y utilización de los quesos de manera que no excedan los tiempos indicados. Para cumplir con este objetivo, es necesario que los proveedores cuenten con los pronósticos de

consumo, para que puedan prepararse y brindarnos los productos con la madurez deseada en el tiempo justo.

Es por eso que la programación de compras debe de efectuarse de forma planificada y programada en función de los consumos proyectados, y retroalimentar el sistema con los consumos reales, así como ejercer un estricto control de los lotes en el almacenamiento en la bodega, ya que un error puede echar a perder un lote completo de queso.

#### 5.4.3 Rallado y mezclado.

El rallado y mezclado del queso es básicamente la principal parte del proceso de producción del queso rallado para pizza. Cuando hablamos de rallado, nos referimos al proceso de convertir los bloques de quesos en partes de forma alargada estándar que permitan efectuar el esparcimiento del producto sobre la masa para pizza; este proceso se divide en dos pasos principales: la primera que es cortar y pesar los bloques de queso, de forma que se tengan listas las cantidades en libras indicadas en la formula del lote, y luego utilizar una máquina ralladora industrial, para ir procesando cada uno de los pequeños bloques cortados, alternando los ingredientes de manera que estos se empiecen a mezclar, con el objetivo de que el mezclado final, que busca la homogeneidad de la mezcla, sea más fácil.

Este proceso de rallado debe ser analizado previamente para poder elegir el tamaño y el espesor promedio que brinda mayor rendimiento al armar la pizza; es prácticamente imposible definir



un tamaño general estándar, por lo que se deben realizar experimentos de prueba y error con los ingredientes indicados en la formulación de cada empresa, hasta lograr definir cuál es el tamaño que más se acomoda a los requerimientos individuales, para luego poder buscar el disco de rallado que debe ser utilizado en la máquina para el proceso de producción. Sin embargo, cabe mencionar que cuando se procesan y se mezclan volúmenes altos de producto, y éste se ralla en pedazos muy pequeños y delgados, se corre el riesgo de que se vuelvan adherir por la manipulación que tiene el producto hasta llegar al lugar donde será utilizado, y se forma una masa que dificulta el esparcimiento sobre la pizza; a menos que sea empacado en unidades de medida pequeñas (1 o 2 libras), que no se estiben más de 5 bolsas, y que sean empacadas al vacío y con atmósfera modificada.

Luego de efectuar el proceso de rallado, es necesario utilizar una mezcladora que busque homogeneidad en el producto, tratando de que cada una de las libras del lote contengan la misma proporción de ingredientes. Es importante mencionar que este proceso se debe de efectuar a velocidades muy lentas y cortos tiempos de mezclado (la velocidad y el tiempo de mezclado dependerán del equipo con el que se cuente para efectuar el proceso), ya que si se somete el producto a altas velocidades o a largos tiempos de mezclado, se corre el riesgo de provocar la formación de una masa que no será funcional al momento de ser utilizado, tal y como se indicó para el tamaño de los pedazos.

Por último cabe mencionar que para efectuar el proceso de

rallado, se deben de ir sacando los quesos de la cámara refrigerada para uno o dos lotes de producción, de manera que el producto no sufra alteraciones por cambios de la temperatura, y ya procesado debe almacenarse en refrigeración hasta que sea llevado al proceso de envasado.

#### 5.4.4 Envasado.

Para el envasado del producto, puede utilizarse una gran variedad de empaques, y el mejor empaque que se puede emplear dependerá de lo que se pretende realizar con el producto. Básicamente las variables que se deben analizar para elegir el empaque son las siguientes: a) la vida útil que se pretende alcanzar, b) la presentación que se desea lograr, c) la manipulación que tendrá el producto en los canales de distribución hasta el momento de ser utilizado.

Si analizamos cada uno de los pasos para el caso de una planta central que distribuye diariamente el queso rallado para pizza para uso inmediato en los restaurantes, tendremos que: a) no se necesita elevar la vida útil del queso rallado, que no se almacenará por mucho tiempo (un máximo de 24 horas), b) el empaque sólo sirve para preservar el producto y no se utiliza como motivador de la compra, por lo que no se necesitan empaques muy llamativos; c) la única manipulación es la necesaria para efectuar el transporte en los vehículos de reparto hacia los restaurantes, por lo que debe ser utilizado un empaque que pueda ser sellado herméticamente y que soporte esfuerzos de tensión.

Luego de analizar los requerimientos para el queso rallado para pizza para consumo en restaurantes, se puede concluir lo siguiente: que pueden utilizarse bolsas de polietileno que permiten efectuar sellados térmicos herméticos, y que resisten los esfuerzos de tensión al que será sometido en los vehículos de reparto. Este tipo de empaque es permeable y no contribuye a elevar la vida útil del producto, sin embargo, los costos asociados a la utilización de otro tipo de empaque son considerablemente más altos que los obtenidos con la utilización del polietileno. Si se utilizan para el reparto unidades dotadas con sistema de refrigeración y en los restaurantes, se almacena en refrigeración y se extrae en función del consumo; este empaque brinda la mejor solución.

En el caso de que el producto sea para ser vendido a través de super mercados, el concepto cambia, ya que el empaque deberá en este caso contribuir a efectuar la venta, utilizándose unidades de medida más pequeñas, con un empaque que resalte las características del producto y que sea atractivo, además de preservar al producto en buen estado por más tiempo. En este caso, puede utilizarse una máquina de empaque al vacío equipada para la inyección de gas, y emplear un material que haga una barrera a la penetración de humedad y aire; con la extracción del vacío y la inyección del gas inerte, se logra una atmósfera que permite elevar su vida útil, y se ve suelto dentro del empaque, lo cual se conoce con el nombre de empaque con atmósfera modificada.

## 6. CONTROL DE LOS INVENTARIOS

Un concepto equivocado en la industria es que el control de la producción y el de los inventarios son funciones separadas. El control de los inventarios lanza los pedidos; el control de la producción manda a elaborarlos a la planta. Sin embargo, la verdad fundamental es que los inventarios en una planta de producción se mantienen para dar apoyo a la producción, o son ellos mismos el resultado de la producción. Sólo en donde los inventarios se compran y luego se revenden sin requerir mayor elaboración, puede el control de inventarios tener un significado diferente del control de la producción. Por esta razón, no se puede desarrollar por separado las técnicas de control de la producción y el sistema de control de inventarios.

Puesto que la función de compras está generalmente separada tanto del control de inventarios como del control de la producción, parece natural hacer funcionar ésta como una actividad independiente; sin embargo, un control eficaz de fabricación requiere que todas las funciones se lleven a cabo juntas para satisfacer los tres objetivos. Sería satisfactorio que el sistema de control pudiera ser dividido en elementos independientes para que cada uno pudiera manejar su propia área de responsabilidad sin tomar en cuenta las otras. Desafortunadamente, los elementos de un sistema de control de fabricación están tan interrelacionados que no pueden aislarse entre sí en la práctica sin deteriorar su eficacia.

Por lo anteriormente expuesto, es necesario definir la forma como se relaciona el sistema global de control de inventarios, la función de control de la producción y el sistema de compras. Por lo que se desarrolla en este capítulo el sistema global y específico del control de inventarios y su interacción con los otros sistemas.

### 6.1 Sistema global de control de inventarios.

Si preguntamos a personas relacionadas con la producción el significado de "Inventario", obtendremos dos tipos de respuestas:

1. Las personas que tienen relación con los costos y las finanzas responderán que dinero, un activo o efectivo en forma de material.
2. Los que están involucrados con las operaciones dirán que artículos terminados, materia prima, trabajo en proceso o materiales utilizados en los productos.

La versión financiera es una verdadera paradoja. No hay duda de que los inventarios tienen un valor; particularmente en aquellas empresas dedicadas a la compra-venta donde su valor se muestra por el lado de los activos en el balance general. Pero pocas personas identifican específicamente en que forma los inventarios obtienen una ganancia (como cualquier otro activo). Prácticamente la gente que se relaciona con finanzas piensa que entre menos mejor.

La gente que ve los inventarios como materiales de producción tienen una miopía similar. Por lo general creen que entre más mejor, lo cual proporciona un colchón de fallas en los proveedores, problemas de producción, altas o bajas en las venta, entre otros.

En verdad, los inventarios funcionan como el sistema de suspensión del automóvil, las altas y bajas en las ventas pueden ser absorbidos por los inventarios, tal y como la suspensión del carro absorben los saltos en el camino. No obstante, mientras una cierta inversión en inventarios es necesaria y útil, mucho de ella es perjudicial. En la mayoría de compañías, los recursos son limitados: el dinero que se emplea en los inventarios también se necesita para mejorar la fábrica, para pagar los dividendos a los accionistas, y para todas las otras actividades que una empresa en desarrollo tiene para el capital.

Desde un punto de vista global de la empresa, es necesario equilibrar la inversión en inventarios con otras demandas de capital, considerando los costos y beneficios relacionados con ambos. Por lo tanto, debe desarrollarse un sistema que permita planificar el aprovisionamiento de inventarios en función de las necesidades proyectadas para el futuro, revisando y controlando periódicamente los sucesos reales acontecidos con los productos del inventario, de manera que se puedan mantener niveles de inventario que satisfagan los objetivos de producción y las necesidades de utilización de capital.

Con este objetivo se presenta el esquema del funcionamiento global del control de inventarios, el cual recibe los requerimientos a mediano (pronósticos) y corto plazo (requerimientos diarios) del departamento de producción, y se compara con el status de inventario reportado de la bodega e informa al departamento de compras para que este se encargue de

enterar al proveedor de la proyección de consumo a mediano plazo, y la programación de órdenes de compra para satisfacer los requerimientos a corto plazo. (Ver figura 6-1.)

## Sistema Global de Control de Inventarios

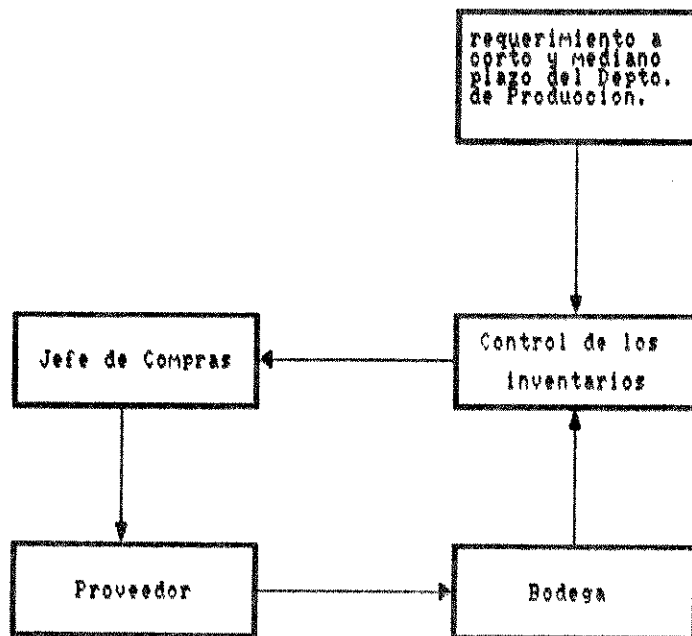


FIGURA 6-1

### 6.1.1 Sistema específico de control de inventarios.

El sistema de control de inventarios busca específicamente responder a las siguientes preguntas:<sup>2</sup>

- ¿ Cuántas partes componentes y materiales se deben ordenar ?
- ¿ Cuándo deben ordenarse para que lleguen a tiempo al proceso ?
- ¿Cuál es el efecto sobre los inventarios de los cambios de la demanda, entradas y salidas planeadas en el inventario ?
- ¿ Cuándo debe hacerse la programación ?

Las preguntas anteriormente expuestas pueden resolverse de diferentes formas, sin embargo, lo importante es determinar el sistema y los métodos adecuados para la reducción de costos y la optimización de los recursos.

Con este objetivo, se debe definir la mejor forma de manejar los materiales de demanda dependiente (los quesos que componen la fórmula) de tal manera que éstos se encuentren disponibles para la producción de queso rayado para pizza en función de las necesidades de la demanda real, sin que para esto se cuente con una bodega llena de materia prima que ocasionará altos costos de mantenimiento, riesgo de pérdida por deterioro, pérdidas por catástrofes, entre otras.

A nivel general, para manejar en forma eficaz el abastecimiento de materiales, el sistema de control de inventarios

---

<sup>2</sup> Francisco Arturo Hernández Arriaza. Guía teórico práctica de laboratorio del curso control de la producción. ( Tesis de la Facultad de Ingeniería, USAC.) Guatemala 1990.



requiere de datos específicos. Estos son:

1. Un programa maestro de producción en etapas programadas en el cual cada artículo es descrito por una lista secuencial de materiales. (Ver capítulo 4. Diseño de fórmula óptima. Capítulo 5 programación de los requerimientos de producción.)
2. Un número único que identifica cada componente en cada una de las listas secuenciales de materiales. (Codificación de los productos del inventario).
3. Listas de materiales apropiadamente estructuradas y controles estrictos de los cambios de ingeniería. (Véase capítulo 4. Proceso de obtención de la fórmula óptima y cambios por variaciones en las características de los productos).
4. Balances precisos de los inventarios actuales en relación con los artículos en stock.
5. Cantidades precisas y fechas de entrega confiables sobre los pedidos abiertos de adquisición de materiales.

Además, existen requerimientos para la aplicación práctica de la técnica:

1. Software y hardware de computadora para manejar los grandes volúmenes de datos requeridos en casi todas las empresas.

2. Reporte constante de entradas y salidas de materiales, ajustes de inventarios y envíos, y cierres de pedidos.
3. Disciplina en el manejo de las tandas discontinuas identificadas en el plan.
4. Personal capaz de elaborar planes válidos y ejecutarlos después.

Luego de cumplir con los requerimientos anteriormente expuestos, se deben establecer las políticas que guiarán los decisiones del personal responsable del control de los inventarios: éstas son básicamente los índices de rotación y los niveles de inventarios deseados, los cuales se determinan en función de las características específicas de cada empresa.

Partiendo de esto, el sistema de control de inventarios debe tomar como insumo los requerimientos a mediano y corto plazo brindados por el Departamento de Producción (Véase capítulo 3. Pronósticos de consumo y explosión de materiales por proveedor) y retroalimentar al Departamento de Compras con el lanzamiento de pedidos de materiales en función de los consumos reales, utilizando como herramienta de control interno los conceptos siguientes: planificado, existencia inicial, cobertura, nivel de reorden, stock mínimo, cantidad óptima de pedido, política de reorden y la política de stock mínimo.

### Desarrollo práctico:

Tomando como base la formulación obtenida en el capítulo cuatro por medio de la programación lineal, y utilizando los pronósticos para los primeros seis períodos como se indica en el capítulo 3, la forma de calcular los requerimientos de producción sería la siguiente:

#### Fórmula del queso rallado para pizza

INGREDIENTE	CANTIDAD EN Lbs.	% DE PARTICIPACIÓN
Mozarella XY	7.0	9.59
Mozarella W	48.0	65.75
Cheddar IJ	18.0	24.66
Total	73.00	100.00

Los pronósticos de consumo de queso rallado eran los siguientes:

PROD\MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Lbs. P.GRANDE	6000	7200	6675	9638	7575	8100
Lbs. P. PEQ.	2700	3100	2950	4600	3775	3880
TOTAL Lbs.	8700	10300	9625	14238	11350	11980

Utilizando esta información y aplicando los porcentajes de participación de cada ingrediente, la tabla de resumen de consumo a mediano plazo por cada queso sería la siguiente:

Produc\mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
	8700	10300	9625	14238	11350	11980
Mozarella XY	834	988	923	1365	1088	1149
Mozarella W	5720	6772	6328	9362	7463	7877
Cheddar IJ	2146	2540	2374	3511	2799	2954

La tabla anterior comprende los requerimientos de cada insumo a mediano plazo. Esta información sirve para efectuar el plan maestro de producción y para entregar las proyecciones de consumo al departamento de compras, para que éste informe a los proveedores de quesos para que programen su producción.

Sin embargo, por el tipo de producto que se está manejando, los períodos que se deben utilizar para el control de inventarios deben ser más cortos, por lo que se utilizará como ejemplo el consumo proyectado para el Mozarella W para el primer mes, y se dividirá el mes en treinta días para efectos de la programación de compras a corto plazo.

Sabiendo que el consumo proyectado para el mes de enero de Mozarella W es de 5720 libras y que contamos con una existencia inicial de 700 Libras. Y que son estos los últimos cuatro tiempos de entrega del proveedor desde que se efectuó el pedido, hasta que ingresó a la bodega:

Pedido 1	3 días
Pedido 2	2 días
Pedido 3	2 días
Pedido 4	2 días

Se procede entonces a calcular los elementos o herramientas de control de inventarios necesarios para poder cumplir con una buena distribución de los pedidos y entregas, según la proyección de producción del producto:

1. Política de reorden: llamado también promedio de entregas; se le llama así al tiempo promedio que resulta de la duración de los pedidos hechos anteriormente; tal duración se considera desde la fecha de la requisición o pedido hasta la llegada de la materia prima.

$$P_R = (\text{Sumatoria de tiempos por pedido}) / \text{No. de pedidos.}$$

Calculo:

Política de Reorden:

$$P_R = (3+2+2+2) / 4 = 2.25 \text{ días.}$$

2. Política de stock mínimo: se le llama así a la diferencia que pueda haber entre la duración más grande en la entrega de un pedido y la política de reorden.

$$P_{SM} = \text{Tiempo máximo} - P_R$$

Cálculo:

Política de Stock Mínimo:

$$P_{sm} = (3 - 2.25) = 0.75 \text{ días}$$

**3. Cobertura:** llamada también línea teórica de consumo; es la que da una idea del consumo programado de la materia prima, que se puede movilizar en el tiempo hasta que la existencia llegue a ser cero. Su fórmula es la siguiente:

$$L.T.C = (\text{Existencia} * \text{No. de Períodos}) / \text{Planificado.}$$

Cálculo:

Cobertura:

$$L.T.C. = (700 * 30) / 5720 = 3.67 \text{ días}$$

**4. Nivel de reorden:** es la cantidad en existencia de materia prima que da la pauta para que se haga la requisición u orden de compra del nuevo pedido. Esta cantidad se determina así:

$$N.R. = (\text{Planificado} * \text{Política de Reorden}) / \text{No. de períodos.}$$

Cálculo:

Nivel de Reorden:

$$N.R. = (5720 * 2.25) / 30 = 429 \text{ libras}$$

**5. Stock mínimo:** Es la cantidad mínima que se debe tener de materia prima en existencia, al momento en que se espera que llegue la nueva cantidad pedida cuando se tenía el respectivo nivel de reorden. El stock mínimo garantiza que se tendrá en existencia una cantidad, que en la producción será de seguridad para completar

lo que hiciera falta al momento de que no llegue el pedido cuando se espera. Se calcula de la siguiente manera:

$$S_{\text{Mínimo}} = (\text{Existencia} * \text{Política de Stock Mínimo}) / \text{No. períodos}$$

Cálculo:

Stock mínimo:

$$S_{\text{min}} = (5720 * 0.75) / 30 = 143 \text{ libras}$$

**6. Cantidad óptima de pedido:** es la cantidad que se necesita exactamente para garantizar la producción en un tiempo estimado. Esto se refiere a la cantidad que se debe de tener al inicio de cada ciclo, la cual se calcula así:

$$Q_{\text{optimo}} = N.R._{\text{real}} + 2.5 S_{\text{min}} + K$$

$$N.R._{\text{real}} = N.R. + S_{\text{min}}$$

$$K = N.R._{\text{real}} - \text{Existencia.}$$

Cálculo:

Cantidad óptima de pedido:

$$N.R._{\text{real}} = 429 + 143 = 572 \text{ libras}$$

$$K = 572 - 300 = 272 \text{ libras}$$

$$Q_{\text{opt}} = 572 + 2.5 * 143 + 272 = 1201.5$$

$$Q_{\text{opt}} = 1202 \text{ libras aproximadamente.}$$

Los cálculos anteriores se deben interpretar de la siguiente manera:

Como el tiempo promedio en que el proveedor entrega el pedido es de 2.25 días, el momento en el cual se debe de poner el pedido

La Figura 6-2 ilustra la gráfica del comportamiento esperado del inventario para el Mozzarella W; sin embargo, debe notarse que los valores obtenidos se calcularon en función del consumo pronosticado; por lo que la persona encargada del control de inventarios, debe comparar diariamente los requerimientos reales de producción vrs. lo pronosticado, evaluar las variaciones y recalcular los factores, si esto fuera necesario.

El procedimiento recomendado es la verificación diaria del nivel de inventario de cada uno de los insumos de la fórmula del queso rallado para pizza, utilizando sus respectivos niveles de reorden real y las cantidades óptimas de pedido, proporcionando los pedidos diariamente al Departamento de Compras, e indicándole claramente la cantidad que se va a pedir y la fecha en que se espera que ingrese. Este procedimiento debe repetirse todos los meses y para todos los quesos.

## 6.2 El sistema de compras.

Por sistema de compras se concibe el procedimiento de efectuar los pedidos para abastecimiento de materias primas o cualquier otro insumo. Sin embargo, este sistema no es tan sencillo como parece, ya que el comprador debe efectuar negociaciones con los proveedores e indicar las características que deben cumplir los productos en función de las especificaciones técnicas que le proporciona producción, buscando e identificando las mejores opciones en relación a la calidad, cantidad y precio de las insumos, y tratando de lograr los máximos beneficios empresariales.



Se seleccionan los proveedores de tal forma que puedan cumplir con los requerimientos a mediano y corto plazo del Departamento de Producción. Se organiza el abastecimiento de las materias primas, tal y como se indica a continuación en la descripción del sistema de compras y su relación con los proveedores.

En la figura 6-3, se presenta el esquema de funcionamiento del departamento de compras.

#### 6.2.1 El sistema de compras y su relación con los proveedores.

En el negocio de la manufactura, el proveedor y el comprador deben mantener una relación estrecha de colaboración y confianza uno con otro; con el objetivo de aclarar como se debe llevar esta relación, se presentan los diez principios de la relación comprador-proveedor expresados por Kaoru Ishikawa<sup>3</sup>:

Principio 1: tanto el proveedor como el comprador son totalmente responsables por la aplicación del control de calidad, con recíproca comprensión y cooperación entre sus sistemas de control de calidad.

Principio 2: el comprador y el proveedor deben ser independientes uno del otro y respetar esa independencia recíprocamente.

---

<sup>3</sup> Kaoru Ishikawa, ¿ Que es el control total de calidad ? (Quinta reimpresión: Colombia: Grupo Editorial Norma, 1992), pp. 152-153.

# Sistema de compras

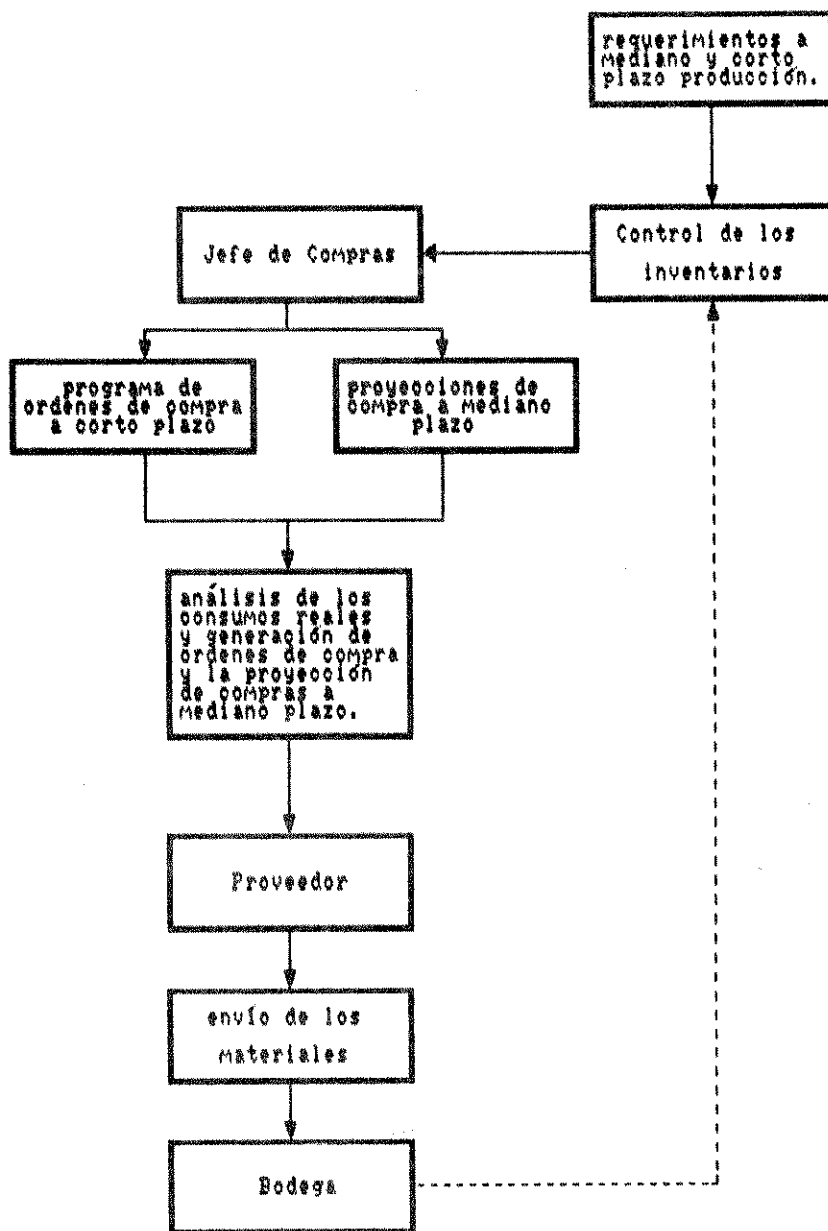


FIGURA 6-3

Principio 3: el comprador tiene la responsabilidad de suministrarle al proveedor información clara y adecuada sobre lo que se requiere, de modo que el proveedor sepa con toda precisión, qué es lo que debe de fabricar.

Principio 4: antes de entrar en transacciones de negocios, el comprador y el proveedor deben de celebrar un contrato racional en cuanto a calidad, cantidad, precio, condiciones de entrega y forma de pago.

Principio 5: el proveedor tiene la responsabilidad de garantizar una calidad que sea satisfactoria para el comprador, y también tiene la obligación de presentar datos necesarios y actualizados a solicitud del comprador.

Principio 6: el comprador y el proveedor deben acordar previamente un método de evaluación de diversos artículos, que sea aceptable y satisfactorio para ambas partes.

Principio 7: el comprador y el proveedor deben incluir en su contrato sistemas y procedimientos que les permitan solucionar amistosamente las posibles discrepancias cuando surja cualquier problema.

Principio 8: el comprador y el proveedor, teniendo en cuenta el punto de vista de la otra parte, deben intercambiar la información

necesaria para ejecutar un mejor control de calidad.

Principio 9: el comprador y el proveedor deben siempre controlar eficientemente las actividades comerciales, tales como pedidos, planeación de la producción y de los inventarios, trabajos de oficina y sistemas, de manera que sus relaciones se mantengan sobre una base amistosa y satisfactoria.

Principio 10: el comprador y el proveedor, en el desarrollo de sus transacciones comerciales, deben prestar siempre la debida atención a los intereses del consumidor.

Cuando se han escogido los proveedores que pueden cumplir con las especificaciones requeridas por producción, los volúmenes proyectados de compra, y se ha cumplido con los principios expresados anteriormente, llega el momento de efectuar los pedidos, para lo cual debe expedirse una orden de compra. La orden de compra se puede utilizar para transmitir una gran cantidad de información sobre la transacción y para comunicar esto a varios departamentos de la organización, en función de las necesidades internas de control. Un sistema puede ser una orden de compra que tiene un original y tres copias; primero debe ser autorizada por la persona asignada, y enviar el original al proveedor para que prepare los artículos y sirva como pagaré. Las copias podrían distribuirse de la siguiente forma:

- La primera copia va al departamento financiero para notificarles

que se necesitan fondos, y que se espera una solicitud auténtica de pago.

- La segunda copia va al almacén para notificarles que van a llegar los artículos.
- La tercera copia la conserva el comprador en su archivo como un registro permanente.

La forma como opera el sistema es la siguiente: el proveedor recibe la copia original, entrega los bienes, y para efectos de pago adjunta a su factura el ingreso a la bodega y la original de la orden de compra; firman los responsables del almacén los documentos, de acuerdo con las condiciones recibidas, y se remite esta papelería al Departamento de Finanzas.

Igualmente si el comprador no está de acuerdo con los artículos, razona la segunda copia y la manda al Departamento de Control de Calidad como una información de los defectos para historial de los incidentes por proveedor.

Solamente cuando el departamento de finanzas reciba la factura, la original de aceptación y su respectivo ingreso a bodega, se tramita el pago al proveedor.

Este sistema garantiza que el almacén verifica que la cantidad, calidad y precio recibido sea lo acordado.

El número de copias generadas en la práctica dependen de las necesidades organizacionales; en otras palabras, del número de departamentos o individuos que necesitan la información.

## 7. CONTROL DE CALIDAD

En la frase " control de calidad ", la palabra " calidad " no tiene el significado popular de " mejor " en un sentido absoluto. Significa " lo mejor para ciertos requisitos del cliente ", donde básicamente estos requisitos son el uso real y el precio de venta del producto. La palabra " control " representa a su vez una herramienta administrativa con cuatro pasos fundamentales:

- a) Fijación de los estándares de calidad.
- b) Logro del producto de conformidad con estos estándares.
- c) Acción cuando se exceden los estándares.
- d) Planificación para la mejora de los estándares.

Como se observa, la implementación de un sistema de control de calidad es congruente con las metas de una industria competitiva, que persigue proporcionar un producto o servicio en el cual su calidad haya sido diseñada, producida y conservada, a un costo económico, y que satisfaga por entero al consumidor.

Cuando se desea implementar un sistema de control de calidad, es importante saber que, aunque los conocimientos técnicos son básicos para la aplicación de las estadísticas para la evaluación de la calidad de un producto, o la creación de estándares; es importante mencionar que estos métodos han sido usados durante muchos años individualmente como una definición del control de calidad, por lo que el concepto que se maneja comúnmente es que el control de calidad es como una cierta forma de inspección de muestras y una porción de estadística industrial; sin embargo,

todos estos métodos o herramientas son únicamente partes de un programa completo de control de calidad.

La implementación de un sistema completo de control de calidad con una orientación hacia la satisfacción de las necesidades de los clientes, es una estructura operativa de trabajo que es aceptada y documentada con procedimientos integrados técnicos y administrativamente efectivos, para poder guiar las acciones de personas, máquinas e información, de la mejor y más práctica manera para asegurar la calidad en cuanto a la satisfacción del cliente y costos económicos de calidad.

#### 7.1 El laboratorio de control de calidad.

Uno de los principios generales en los que se basa la actividad de la industria alimenticia, es que la calidad de los productos debe de ser construida a lo largo del proceso de manufactura cuyo diseño, evaluación y control, permitan garantizar la reproducción fiel del producto diseñado originalmente. Por ello, el esfuerzo productivo de la moderna empresa alimenticia debe verse complementado, tanto por los avances tecnológicos, como por su procedimientos generales de evaluación, operación, manejo y control.

Por lo tanto, el laboratorio de control de calidad tiene por objeto establecer los procedimientos, normas y criterios de aceptación o rechazo de un producto, así como brindar información necesaria para el control de los procesos productivos y retroalimentar a los proveedores sobre las características de sus

productos, con el fin de establecer una cooperación mutua de los sistemas de calidad.

El trabajo de laboratorio de control de calidad se divide en tres grupos importantes:

- Físico.
- Químico.
- Microbiológico.

La calidad del producto terminado depende de los tres puntos anteriormente mencionados. Los controles son realizados generalmente en las siguientes etapas:

- a. En el desarrollo del proceso de producción (higiene, limpieza y desinfección.)
- b. En el proceso de producción (control del ambiente, equipo, materia prima).
- c. En el material de empaque.
- d. Después de la producción (control del producto terminado)
- e. Durante el uso del producto (estabilidad).

Todas estas actividades pueden ser resumidas en tres grupos:

- a. Asistencia en la fase de planeación.
- b. Control durante el proceso.
- c. Ayuda en el caso de problemas.

Tal y como se indica en el resumen de actividades del



departamento de control de calidad, la asistencia que brinda en la fase de planeación con el reporte de las características químicas y físicas de los insumos, es la base fundamental para poder aplicar el modelo de programación lineal; las otras dos actividades se encargan de garantizar la calidad del producto terminado.

#### 7.1.1 Los métodos de análisis químico:

Los métodos de análisis químico son los procedimientos necesarios para obtener las características de los productos. Según los requerimientos de las variables dominantes del sistema real supuesto en el modelo de programación lineal, se deben de hacer como mínimo el análisis de grasa y humedad, por que son las variables dominantes del sistema, sin embargo, se recomienda además efectuar otros análisis tales como: acidez, porcentaje de cenizas, lactosa, contenidos microbiológicos, los cuales serán útiles para: a) evaluar si los productos cumplen con lo indicado en las normas Coguanor, b) para el desarrollo de proveedores y c) para identificar las características de la mezcla final cuando se valide la fórmula.

Para efectos de implementar el sistema propuesto en el presente estudio, se describirá la forma como se ejecutan los análisis para obtener el porcentaje de humedad y grasa.

##### 7.1.1.1 Humedad

Como porcentaje de humedad se entiende el contenido de agua en la materia total. Como el agua es parte del producto y por lo

tanto parte del peso del mismo, puede obtenerse el dato a través de la evaporación del agua contenida en la muestra, y calcular el porcentaje por diferencia de peso.

El procedimiento manual que arroja valores bastante confiables es el siguiente:

Se toma una maqueta aleatoriamente del lote que está ingresando, se corta un pedazo de 20 gramos y se procede a rallar la muestra para facilitar el proceso de evaporación del agua contenida en el producto; a continuación, se debe de mezclar el queso rallado con el objetivo de hacer una mezcla homogénea.

Para evaporar el agua contenida en el producto se puede utilizar una cápsula de porcelana resistente al calor. Para efectuar el proceso, es necesario conocer el peso exacto de la cápsula seca, por lo tanto, se debe de meter la cápsula al horno para evaporar toda la humedad que contiene; se saca del horno con pinzas y se introduce a un desecador hasta que se enfrié, luego se saca del desecador y se pesa rápidamente en una balanza analítica, y se repite el proceso hasta observar que los pesos obtenidos son iguales; de esta forma, se asegura que el peso de la cápsula seca es conocido exactamente.

Contando con el peso exacto de la cápsula de porcelana, se pesan 5 gramos de la muestra de queso sobre la cápsula y se introduce al horno para evaporar el agua contenida en la muestra. Se extrae del horno con pinzas y se mete al desecador para que se enfrié, luego se pesa la muestra seca. Este proceso se repite hasta observar que el peso obtenido de la muestra seca es

constante.

Conociendo estos datos se procede a calcular el porcentaje de humedad de la muestra de la siguiente forma:

Peso de la cápsula = Pc

Peso de la muestra seca = Ps

Cálculo:

$$(Pc + 5 \text{ gramos}) - (Pc + Ps) = H \text{ gramos}$$

El peso de la cápsula, más 5 gramos, es el peso inicial obtenido antes de introducirla al horno; el peso de la cápsula, más el peso de la muestra seca, es el segundo peso obtenido hasta peso constante. Por lo tanto, la diferencia de pesos arroja el peso del agua que fue evaporada en el proceso, y se calcula el porcentaje al que corresponde este peso, al peso total de la muestra.

Si 5 gramos de muestra corresponden al 100 % del peso total del producto, entonces aplicando regla de tres:

$$\begin{array}{rcl} 5 \text{ gramos} & -- & 100 \% \\ H \text{ gramos} & -- & X \end{array}$$

Donde X es el porcentaje de humedad encontrado en la muestra.

Con el objetivo de poder inferir el porcentaje de humedad correspondiente a todo el lote, debe efectuarse el número de análisis requerido en función del plan de muestreo. (Planificación de la toma de muestras). (Como se indica en la figura 4-3).

El método expuesto para obtener el porcentaje de humedad en una muestra de queso es el más fácil, práctico y barato de utilizar; sin embargo, cabe mencionar que ya existen aparatos de medición en el mercado que efectúan el proceso automáticamente y arrojan el porcentaje en una forma directa.

El diagrama de flujo del proceso para obtener el porcentaje de humedad en una muestra de queso se muestra en la Fig. 7-1.

#### 7.1.1.2 Grasa

Tal y como se indicó para la humedad, el porcentaje de grasa del queso puede obtenerse si se determina el peso de la misma en la muestra. Para lograr extraer la grasa del queso, se utiliza el principio de solubilidad, el cual puede efectuarse de dos formas:

1. Por el método ácido.
2. Por el método alcalino.

La diferencia entre los dos métodos no es el procedimiento, sino los reactivos utilizados en cada uno, así:

En el primer método, se utiliza para el lavado de la muestra ácido clorhídrico y agua, y el extractor de la grasa es una mezcla de cloroformo/metanol.

En el segundo método para el lavado se utiliza hidróxido de amonio y etanol, y el extractor de la grasa es el éter de petróleo.

Como la diferencia entre los métodos es únicamente por los reactivos utilizados, a nivel de ejemplo, se explica el procedimiento para el método ácido, y queda a elección del laboratorista los reactivos que se van a utilizar.

El procedimiento es el siguiente: se toma aleatoriamente una de las maquetas del lote que está ingresando, se cortan unos 20 gramos aproximadamente como muestra, se ralla y luego se mezcla para lograr homogeneidad. Luego se pesan 10 gramos de muestra, se colocan en un beaker y se le agrega 10 ml de ácido clorhídrico 6 molar, se hierve en baño de maría para desnaturalizar las proteínas (caseína). Se filtra la solución para retener las caseína, se repite el proceso con el residuo retenido se agrega agua y ácido clorhídrico, a fin de extraer toda la grasa. Después se pasa el filtrado a una ampolla de decantación, se agrega la mezcla de cloroformo/metanol (5 partes a 1 respectivamente) y se agita la ampolla de decantación, se liberan los gases resultantes del proceso, y se deposita el extracto en una cápsula de porcelana completamente seca y tarada. Por último, se coloca el extracto en una estufa para evaporar el cloroformo; ya evaporado se introduce la cápsula al horno para eliminar la humedad absorbida y se repite hasta peso constante.

Para calcular el porcentaje de grasa en la muestra se procede de la siguiente forma:

$P_c$  = peso de la cápsula.

$(P_c + \text{peso de la grasa}) - P_c = G$  gramos

Utilizando regla de tres:

10 gramos    --    100 %

G gramos    --    X %

Donde X es el porcentaje de grasa encontrada en la muestra.

Para inferir el porcentaje de grasa de todo el lote, se debe efectuar el número de análisis indicado por el plan de muestreo seleccionado. (Plan de muestreo. Como se indica en la figura 4-3).

El diagrama de flujo del proceso de extracción de la grasa de la muestra se indica en la figura 7-2.

# Proceso para Obtener el Porcentaje de Humedad

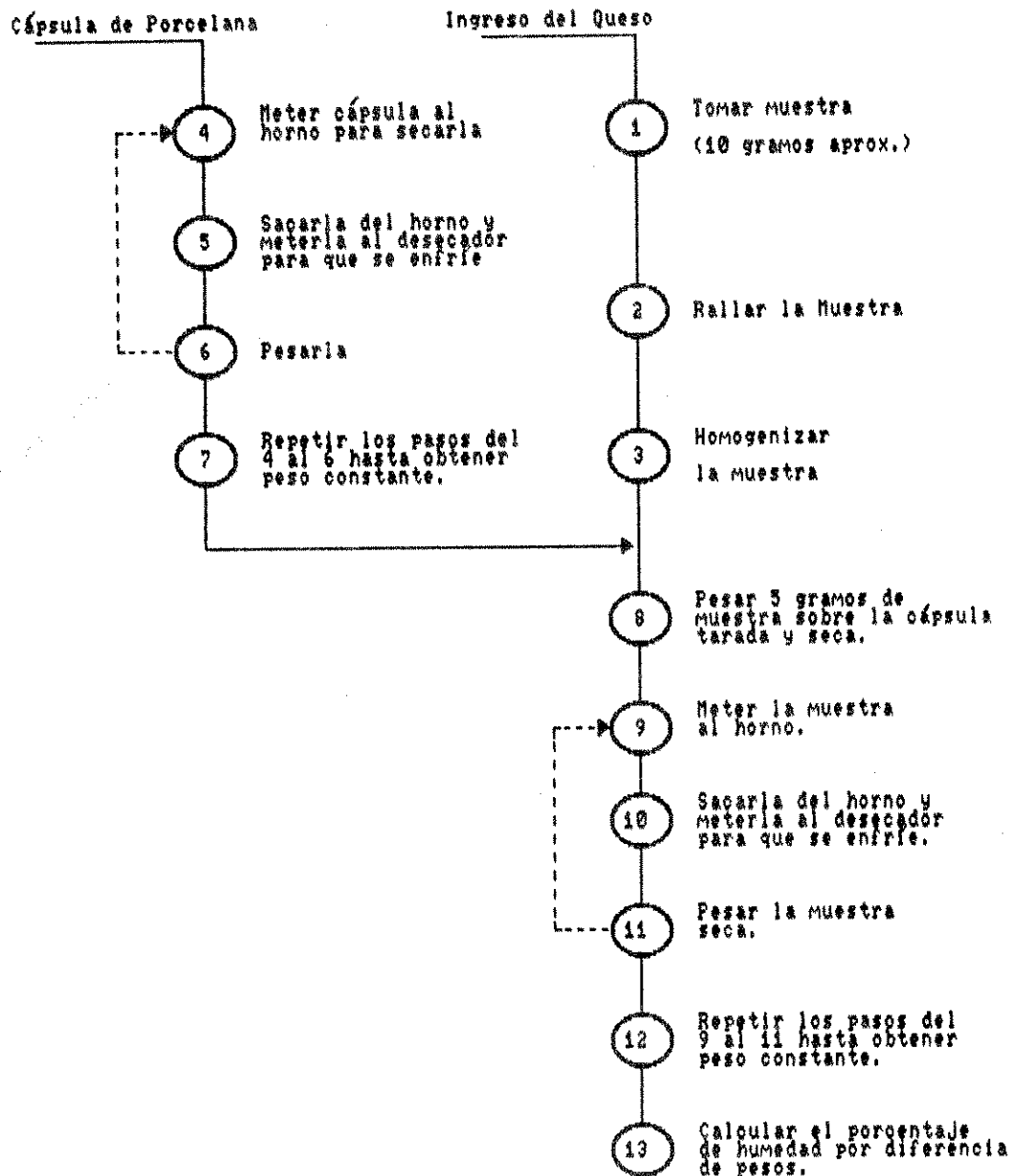


FIGURA 7-1

# Proceso para Obtener el Porcentaje de Grasa

## Cápsula de porcelana

- 12 Meter cápsula al horno para secarla
- 13 Sacarla del horno y meterla al desecador para que se enfríe.
- 14 Pesarla.
- 15 Repetir los pasos del 12 al 14 hasta obtener peso constante.

B

## Ingreso del Queso

- 1 Rallar y homogenizar
- 2 Pesar 10 gramos de muestra.
- 3 Agregar 10 ml de Acido Clorhídrico 6 molar.
- 4 Hervir en Bano de Maria para desnaturalizar las proteínas.
- 5 Filtrar la solución para retener la caseína (proteínas). Retener el filtrado en un Beaker
- 6 Lavar el residuo de Caseína con 5 ml de agua y 10 ml de ácido Clorhídrico 6 molar.
- 7 Hervir en Bano de Maria
- 8 Filtrar la solución para retener la caseína (proteínas). Retener filtrado en un Beaker.
- 9 Pasar el filtrado a una ampolla de decantación.

A

(Continúa)



# Proceso para Obtener el Porcentaje de Grasa

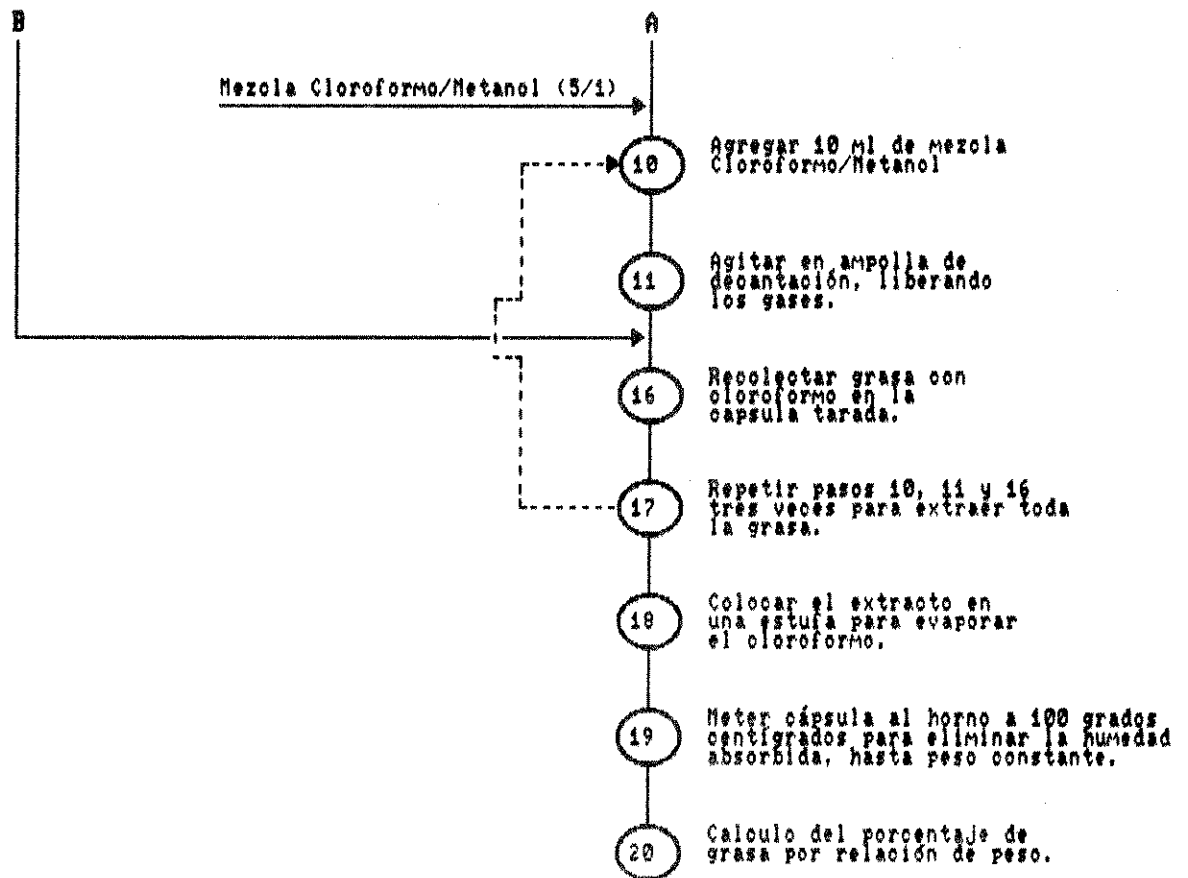


FIGURA 7-2

### 7.1.2 El equipo.

El equipo necesario para el laboratorio de control de calidad se constituye de acuerdo con los análisis que se realicen dentro del mismo. Para objeto del presente estudio, únicamente se detallará el equipo necesario para efectuar los análisis de grasa y humedad descritos anteriormente.

**Sacamuestras:** instrumento utilizado para cortar la porción de queso que se utilizará como muestra.

**Horno:** éste puede ser eléctrico o de gas, y se utiliza para secar las muestras.

**Estufa:** utilizada para efectuar calentamiento de las muestras a llama directa, para evaporar agua u otro líquido.

**Desecador:** aparato que permite enfriar las muestras y las cápsulas de porcelana sin que absorban la humedad del ambiente.

**Pinzas:** utilizadas para extraer las muestras sin tocar la cápsula.

**Balanza analítica:** para efectuar la medición precisa de los pesos encontrados en los procedimientos de cálculo de humedad y grasa.

**Cápsulas de porcelana:** recipientes resistentes al calor y a llama directa utilizados para contener las muestras.

**Rallador:** utilizado para la fase de preparación de las muestras.

**Ampolla de decantación:** recipiente que puede cerrarse herméticamente y que cuenta con una válvula que permite extraer la grasa y liberar los gases resultantes en el proceso de agitación.

**Baño de maría:** equipo que permite transmitir el calor del agua hirviendo a la muestra sin contacto directo con el producto.

**Probetas:** recipientes con escalas volumétricas que permiten dosificar los reactivos.

**Beakers:** recipientes de diferentes tamaños hechos con vidrio resistente al calor, para múltiples usos.

**Colador:** instrumento utilizado para efectuar el filtrado de líquidos (en este caso la grasa y cloroformo/metanol) reteniendo los sólidos (caseína).

**Campana de extracción:** equipo utilizado para sacar los vapores generados en los procesos del laboratorio. Indispensable para cuidar la salud del personal del laboratorio.

Por los requerimientos del sistema y los métodos utilizados para obtenerlos, el equipo que se debe comprar para implementar el laboratorio de control de calidad es sencillo y no requiere personal tecnificado. Si se desean hacer análisis microbiológicos y utilizar equipos que arrojen directamente los resultados de la muestra (por ejemplo un cromatógrafo HPLC), la inversión inicial es considerablemente más alta y se debe de utilizar personal especializado y entrenado para el uso de los equipos.

Los gastos de operación del laboratorio se centran en el pago del personal y los costos de los reactivos; aspectos que deben compararse con los ahorros obtenidos por la utilización del sistema, ya que son aspectos cuantificables que permiten evaluar los resultados obtenidos además de garantizar las especificaciones de los productos terminados.

### 7.1.3 Su funcionamiento.

El funcionamiento del laboratorio es la forma como esta unidad administrativa se relaciona con las demás unidades del sistema para generar la información necesaria que permita el funcionamiento del método propuesto.

Como se indica en la figura 4-3, el montaje y funcionamiento del laboratorio es una fase preliminar para poder aplicar la optimización por programación lineal, ya que la información inicial y la actualización de la misma son la base fundamental de la operación del sistema. Siguiendo los pasos indicados en la figura 4-3, el laboratorio de control de calidad debe de planificar la toma de las muestras de los quesos y efectuar los análisis utilizando un reporte de las características de cada producto. Aunque en la práctica cada empresa tiene requerimientos diferentes para los formatos de reportes, el reporte de características debe contener como mínimo los siguientes aspectos: nombre del producto, clase del producto, fecha y hora en que se efectuó el análisis, número del lote, nombre de las pruebas y los resultados obtenidos, conclusión de los resultados obtenidos, observaciones y la firma de la persona responsable de la información.

El reporte de características por producto debe ser entregado al finalizar los análisis para actualizar la información de la base de datos, y para consulta debe ser archivado por producto de manera que se puedan evaluar las variaciones obtenidas en cada lote analizado; de preferencia se deben de efectuar gráficas del comportamiento de las variables dominantes. Un ejemplo de la

forma como podría ser el formato es la siguiente:

### REPORTE DE CARACTERÍSTICAS POR PRODUCTO

NOMBRE DE EMPRESA. PLANTA DE PRODUCCIÓN.

#### ANÁLISIS DE LABORATORIO.

NOMBRE DEL PRODUCTO: .....

CLASE DE PRODUCTO: ( ) MATERIA PRIMA ( ) PROD. TERMINADO.

FECHA: ..... HORA: .....

NUMERO DEL LOTE: .....

TIPO DE PRUEBA	RESULTADO
GRASA	
HUMEDAD	
CENIZAS	
PUNTO DE FUSIÓN	
OTROS:	

R E S U L T A D O F I N A L :

.....  
.....

OBSERVACIONES: .....

.....

FIRMA DEL RESPONSABLE

Las gráficas y los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio, además de ser utilizados internamente para el proceso de diseño de la producción, deben servir como retroalimentación al proveedor, de manera que pueda evaluar la consistencia o inconsistencia de su proceso de producción.

## **7.2 Aspectos cualitativos y cuantitativos de control de calidad.**

Cuando hablamos de los puntos de control de calidad, se están indicando las fases del proceso en las cuales deben efectuarse inspecciones, de modo de verificar si se están cumpliendo los estándares. Por lo tanto, los estándares deben obtenerse en una fase preliminar en la cual en función de lo que se va producir, se investigan las leyes o normas vigentes relativas a los productos (Normas COGUANOR) y se determinan las especificaciones de diseño que deben cumplir para la satisfacción de los consumidores.

Los aspectos de control más importantes que se deben verificar en el proceso de producción del queso rallado para pizza son los siguientes:

### **7.2.1 En la recepción.**

Los aspectos cualitativos de control en la recepción de quesos es la siguiente: olor, sabor, aspecto, material de empaque adecuado, que posea fecha de caducidad, características del medio de transporte, que no posea humedad excesiva visible.

Los aspectos cuantitativos de control en la recepción de quesos es la siguiente: análisis químicos: grasa, humedad, cenizas.

ph. etc., análisis microbiológicos y verificación de que el peso indicado en la etiqueta sea el real.

#### 7.2.2 En el proceso de producción.

Los aspectos cualitativos de control son: limpieza y desinfección de los instrumentos, equipos y áreas de trabajo, adecuado almacenamiento temporal e higiene del personal de producción.

Los aspectos cuantitativos son: control microbiológico del medio ambiente de la planta, del equipo, de los instrumentos, de las superficies de trabajo y que se utilice la formulación correcta.

#### 7.2.3 En el producto terminado.

Los aspectos cualitativos son: olor, sabor, material de empaque adecuado, que posea fecha de caducidad y que sea una mezcla homogénea.

Los aspectos cuantitativos son: análisis químicos de grasa, humedad, temperatura de fusión, ph, cenizas; análisis microbiológicos y verificación que el peso indicado sea real.

#### 7.4 Desarrollo de proveedores

Cuando se adquieren los materiales o materias primas de fuentes externas, el comprador debe investigar y juzgar la capacidad administrativa del proveedor, especialmente en lo relativo al control de calidad.

Cuando se realizan negocios oficiales con un proveedor, es un hecho que a ambas partes les conviene mantener contratos de compra por períodos largos. El proveedor debe esforzarse continuamente por mejorar la calidad de los productos, los precios y la eficiencia en las entregas. Por su parte, el comprador tiene que prestar asesoría y asistencia cuando el proveedor las necesite o solicite.

El comprador debe seguir examinando si el proveedor es aquel con el cual puede seguir negociando en el futuro con toda confianza. Con este objetivo, se debe de mantener estrecha relación proveedor-comprador para establecer una relación de confianza mutua; se deben analizar y examinar los registros obtenidos de la aceptación de los productos, retroalimentar al proveedor con la información de las características de los mismos y de su comportamiento en el proceso de producción, y en el producto terminado.

Es aconsejable, además, establecer algún sistema de reconocimiento a los proveedores con mejores controles de calidad; actividad que estimula la implementación de sistemas de control y que se traducen en mayor facilidad para controlar el proceso de producción del comprador.

El desarrollo de proveedores no termina aquí; es un proceso continuo con miras a crear una relación comercial efectiva, una relación que exija un intercambio mayor y más rápido de información entre ambas partes. Los resultados finales de la relación a largo plazo, las actividades de resolver problemas



conjuntamente y el mayor nivel de participación de los proveedores en las primeras etapas del diseño del producto y su desarrollo, producirán reducciones de costos para el mutuo beneficio.

## **8. DISTRIBUCIÓN.**

Por distribución del producto entendemos la manipulación que sufre el producto para ser transportado desde la planta de producción central hasta el momento en que llega a los restaurantes.

Es de suma importancia establecer las condiciones en las cuales deben ser manipulados los productos alimenticios, (en este caso el queso rallado para pizza), de manera que el producto no sufra alteraciones que perjudiquen su características físicas y químicas, y se eche a perder todo el trabajo de control de calidad realizado en la planta.

### **8.1 Manipulación en los vehículos de reparto.**

Los vehículos de reparto que son utilizados para el transporte de productos alimenticios y deben usarse exclusivamente para este propósito, y además contar con una periódica desinfección y limpieza que garantice la no contaminación de los productos, y utilizar insecticidas que permitan controlar la proliferación de insectos o roedores.

Los vehículos utilizados para transportar quesos deben dotarse de unidades de refrigeración que permitan mantener las temperatura en el rango de los cuatro y siete grados centígrados, utilizando contenedores plásticos que permitan hacer la estiba del producto sin que las bolsas de abajo soporten el peso de las superiores, con el fin de evitar que se adhieran las partes rayadas formando una masa que dificulta la utilización en el restaurante, y además

utilizando un empaque hermético que elimine la probabilidad de contaminaciones ambientales o por manipuleo.

El queso debe extraerse de la cámara refrigerada e introducirse inmediatamente en el vehículo de reparto, y al ser entregado en el restaurante debe de almacenarse en los enfriadores para garantizar el estado del producto.

## 8.2 Manipulación en los restaurantes.

El producto debe ser almacenado en los restaurantes dentro de una cámara de enfriamiento, y debe ser conservado en su empaque original hasta el momento de ser utilizado.

Para efectuar la utilización del producto debe de extraerse de la bolsa únicamente la cantidad necesaria que será utilizada en un período no mayor de 15 a 20 minutos, de preferencia deben utilizarse las mesas de refrigeración diseñadas para la preparación de pizzas, las cuales tienen el producto con fácil acceso y lo mantienen a las temperaturas recomendadas para su almacenamiento, si se carece del equipo anteriormente mencionado, entonces debe de ubicarse en lugar no expuesto a altas temperaturas, (cerca del horno), ya que acelera el proceso de fermentación, pierde humedad y se precipita la grasa, lo que da una mezcla que no funde bien y que despide un olor fuerte y desagradable por el crecimiento bacteriano que provoca la fermentación.

Debe verificarse que los recipientes utilizados para el producto que va a ser procesado estén limpios y desinfectados, y evitar que sea mezclado con otros productos tales como la salsa de

pizza. Utilizando estos procedimientos, se garantiza la calidad del producto que será servido al cliente.

## CONCLUSIONES

1. Las variables elegidas como dominantes en el modelo supuesto de programación lineal sirven para representar las características del modelo real.
2. La implementación del modelo de programación lineal nos permite minimizar el costo de la fórmula del queso rallado para pizza, y genera ahorros que justifican la implementación del laboratorio de control de calidad, el cual brinda otros beneficios para la garantía de calidad del producto.
3. La utilización del modelo de programación lineal garantiza la estandarización del producto terminado, la cual se basa en las características específicas de cada insumo.
4. La labor de desarrollo de los proveedores en búsqueda de la solución conjunta en los problemas de retroalimentación y cooperación entre los sistemas de control de calidad proveedor-comprador, facilitan la aplicación y control del método propuesto.
5. La utilización de un sistema de planificación y control de la producción, que se basa en las proyecciones de las actividades futuras y en la retroalimentación de los sucesos reales, cuyas funciones interactúan en una forma ordenada y dinámica, permiten la racionalización de recursos, y se constituye en un preciado beneficio para el desarrollo y competitividad de las empresas.



## RECOMENDACIONES

1. El método propuesto cobra mayor beneficio en función de altos volúmenes de producción de queso rallado para pizza, sin embargo, se recomienda su utilización aun para volúmenes pequeños, por la facilidad con que se pueden mantener las especificaciones estándar de la mezcla.
2. Invertir en los recursos necesarios para realizar los análisis de grasa y humedad de los insumos, debido a que éstos deben efectuarse periódicamente y constituyen la base para la aplicación del método propuesto; los otros análisis pueden ser subcontratados, y se evaluará posteriormente si se desea invertir en el personal y equipo de laboratorio que permita obtener toda la información por medios propios.
3. Para hacer efectiva la utilización del sistema propuesto, éste debe mantenerse interrelacionado con todas las demás funciones, métodos y procedimientos utilizados para el control de la producción, para desarrollar un sistema eficiente de comunicación entre todas las partes responsables.
4. Hacer énfasis en el desarrollo de los proveedores, ya que la estabilidad en las características específicas de cada uno de los quesos permite mayor tiempo de vigencia de la fórmula, y facilita el control del abastecimiento y producción.





## BIBLIOGRAFIA

- ARRIOLA RETOLAZA, Carlos Alberto. Estudio de factibilidad para la elaboración del queso procesado. (tesis de la Facultad de Ingeniería, USAC) Guatemala, 1978.
- CHARLEY, Helen. Tecnología de alimentos. Segunda reimpresión. México: Editorial Noriega Limusa. 1991.
- EVERETT E., Adam Jr. et.al. Administración de la producción y las operaciones. México: Editorial Prentice Hall. 1981.
- HERNANDEZ ARRIAZA, Francisco Arturo. Guía teórico práctica de laboratorio del curso de control de la producción. (tesis de la Facultad de Ingeniería, USAC) Guatemala, 1990.
- ISHIKAWA, Kaoru. ¿Que es el control total de calidad?. Quinta reimpresión. Colombia: Grupo editorial Norma. 1992.
- LOCK, Dennis. et.al.. Como gerenciar la calidad total. Jesús Villamizar Herrera. Colombia: Fondo editorial Legis. 1991.
- POTTER, Norman N. La ciencia de los alimentos. México: Editorial Harla. 1978.
- TAHA, Hamdy A. Investigación de Operaciones. México: Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A. 1981.



# ANEXO 1



## ANEXO 1

### Solución del modelo de programación lineal a través de la Hoja Electrónica Quattro Pro Versión 4.0

El primer paso es trasladar la función objetivo y todas las restricciones a la estructura que utiliza el software.

La forma como se debe de plantear el problema en la hoja electrónica es la siguiente:

	A	B	C	D	E	F	..n
1	Xo	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>n</sub>
2	Fórmula de Xo	Variables +B2	+C2	+D2	+E2	+F2	+n2
3	Fórm. R1	Signo	Parámetro				
4	Fórm. R2	Signo	Parámetro				
5	Fórm. R3	Signo	Parámetro				
6	Fórm. R4	Signo	Parámetro				
7	Fórm. R5	Signo	Parámetro				
8	Fórm. R6	Signo	Parámetro				
9	Fórm. R7	Signo	Parámetro				
10	Fórm. R8	Signo	Parámetro				
m	Fórm. Rm	Signo	Parámetro				

El bosquejo de la página anterior es una representación general en donde " n " es el número de ingredientes (variables) que se va a mezclar, y " m " es el número de restricciones a las que está sujeto.

Como se puede observar en el bosquejo la fila 1 de la hoja electrónica, se utiliza únicamente para escribir los nombres de la función objetivo y de las variables  $X_1..X_n$ , y en la fila de abajo (fila 2) se debe destinar para los siguiente: la celda debajo del título  $X_0$  para colocar la fórmula de la función objetivo, y las celdas B2, C2, D2,...n2, se deben de asignar en el programa (/Tools/Optimizer/Variable Cells) como los lugares donde se quiere que aparezcan los valores solución de cada una de las variables.

Como introducir la función objetivo y las celdas solución:

La función objetivo es la sumatoria de las multiplicaciones de la cantidad de libras de cada ingrediente por su precio de adquisición. Si existen " n " ingredientes con sus respectivos precios, la función objetivo se puede representar como:

Minimizar

$$XO = \sum_1^n P_j X_j$$

Donde  $P_j$  es el precio del queso  $X_j$

Como los precios de los productos son conocidos y la cantidad

de libras de cada ingrediente es lo que se busca encontrar, se debe definir el lugar donde la hoja electrónica asignará los valores finales de las variables, y se escribe la función objetivo en función de estas celdas, de modo que la fórmula ingresada en A2 sea valuada cuando se obtengan los resultados para cada una de las celdas.

Según el esquema presentado, las celdas elegidas para las variables de solución es el rango B2..F2, por lo que la fórmula que debe ser ingresada en la celda +A2 es el precio de  $X_1 * B_2 +$  precio  $X_2 * C_2 + \dots +$  precio  $X_n * n_2$ . (Ver el despliegue de celdas al final del anexo). La forma como se definen en el software es la siguiente: primero debemos definir la celda A2 como la celda solución (que contiene  $X_0$ ), siguiendo la rutina /tools/optimizer/solution cell/cell. se posiciona el cursor en A2 y se presiona enter. A continuación, se define en el mismo menú de optimizer que se va a ejecutar una minimización (minimize). Luego se elige en el mismo menú de optimizer la opción variable cells, se selecciona el rango B2..F2, se presiona enter, y esas celdas quedan asignadas como las celdas de las variables solución.

#### Cómo introducir las restricciones:

En el caso de las restricciones, se debe de proceder de la misma forma; las celdas A3, A4, .. A10 deben contener la fórmula de cada una de las restricciones. Para escribir la fórmula de cada una de ellas, se utilizan los coeficientes de cada variable tal y como se indica en el planteamiento del problema, substituyendo las

variables  $X_1, X_2, \dots, X_5$  por las celdas asignadas respectivamente a cada una de esas variables; los parámetros (lado derecho de la ecuación) se deben de ingresar en las celdas de la C3..C15.

Luego de haber ingresado las fórmulas de las restricciones en las celdas de la A3..A15 y los parámetros en las celdas de la C3..C15, se aconseja indicar (a nivel de etiqueta), en las celdas de la B3..B15, los signos correspondientes a cada restricción como una referencia a la hora de ingresar a la rutina de grabación de las restricciones.

La rutina de ingreso de las restricciones es la siguiente: /tools/optimizer/constraints/add new constraint; se posiciona el cursor en la celda que contiene la fórmula de la primera restricción, luego se indica el signo que une ambos lados de la ecuación (que esta como referencia en la columna B), y por último se posiciona el cursor en el parámetro de la restricción 1, y se repite el procedimiento para cada una de las restricciones planteadas en el problema.

Algo importante es que además de las restricciones propias del modelo, se debe agregar una restricción por cada variable de decisión donde se restringe a valores mayores o iguales que cero para indicar la no negatividad.

Luego de terminar el planteamiento del problema en la hoja, se debe proceder a resolver el modelo, utilizando la rutina /tools/optimizer/Go. Luego de accionar esta instrucción, el programa arrojará los valores que toman las variables en las celdas



asignadas en el planteamiento del problema y el valor óptimo de la función objetivo en la celda asignada para ésta.

Si se desea antes de utilizar la instrucción "Go", se puede definir el bloque para un reporte con los valores iniciales y finales que tomó cada variable y la función objetivo, así como sus valores duales. Esta opción se elige en la rutina /tools/optimizer/answer report, y se marca el bloque donde se quiere que aparezca, o sencillamente se posiciona el cursor en el lugar donde se quiere que esté la esquina superior izquierda del bloque del Answer Report.

Se recomienda utilizar un encabezado en cada uno de los problemas resueltos, e indicar como mínimo el número de prueba, la fecha, el responsable de la optimización, fecha de actualización de la base de datos de las características de los quesos y la fecha de implementación de la fórmula.



**DESPLIEGUE DEL  
CONTENIDO**

**DE LAS CELDAS  
DE LA HOJA ELECTRONICA**



A1: [W15] ^ Xo  
 B1: [W12] ^ X1  
 C1: [W15] ^ X2  
 D1: [W10] ^ X3  
 E1: [W10] ^ X4  
 F1: [W10] ^ X5  
 A2: (F2) [W15] 11.48\*B2+12.9\*C2+12.25\*D2+14.2\*E2+13.1\*F2  
 B2: (F2) [W12] 7.0261457064545  
 C2: (F2) [W15] 0  
 D2: (F2) [W10] 47.973854293547  
 E2: (F2) [W10] 1.4251556261752E-09  
 F2: (F2) [W10] 17.999999874145  
 A3: (F2) [W15] +B2+C2+D2+E2+F2  
 B3: (F2) [W12] ^ =  
 C3: (F2) [W15] 73  
 A4: (F2) [W15] 0.2248\*B2+0.25\*C2+0.238\*D2+0.3\*E2+0.2927\*F2  
 B4: (F2) [W12] ^ > =  
 C4: (F2) [W15] 18  
 A5: (F2) [W15] 0.2248\*B2+0.25\*C2+0.238\*D2+0.3\*E2+0.2927\*F2  
 B5: (F2) [W12] ^ < =  
 C5: (F2) [W15] 22  
 A6: (F2) [W15] 0.3808\*B2+0.47\*C2+0.442\*D2+0.3\*E2+0.34\*F2  
 B6: (F2) [W12] ^ > =  
 C6: (F2) [W15] 30  
 A7: (F2) [W15] 0.3808\*B2+0.47\*C2+0.442\*D2+0.3\*E2+0.34\*F2  
 B7: (F2) [W12] ^ < =  
 C7: (F2) [W15] 40  
 A8: (F2) [W15] +B2+C2+D2  
 B8: (F2) [W12] ^ > =  
 C8: (F2) [W15] 47  
 A9: (F2) [W15] +B2+C2+D2  
 B9: (F2) [W12] ^ < =  
 C9: (F2) [W15] 55  
 A10: (F2) [W15] +B2  
 B10: (F2) [W12] ^ < =  
 C10: (F2) [W15] 20  
 A11: (F2) [W15] +B2  
 B11: (F2) [W12] ^ > =  
 C11: (F2) [W15] 0  
 A12: (F2) [W15] +C2  
 B12: (F2) [W12] ^ > =  
 C12: (F2) [W15] 0  
 A13: (F2) [W15] +D2  
 B13: (F2) [W12] ^ > =

C13: (F2) [W15] 0  
A14: (F2) [W15] +E2  
B14: (F2) [W12] ^ > =  
C14: (F2) [W15] 0  
A15: (F2) [W15] +F2  
B15: (F2) [W12] ^ > =  
C15: (F2) [W15] 0  
A18: (F2) [W15] 'Answer Report  
A19: (F2) [W15] 'Solution  
A20: (F2) [W15] 'Cell:  
B20: (F2) [W12] "Starting  
C20: (F2) [W15] "Final  
A21: (F2) [W15] 'A2  
B21: (F2) [W12] 0  
C21: (F2) [W15] 904.13986617759  
A23: (F2) [W15] 'Variable Cells:  
D23: (F2) [W10] 'Dual  
A24: (F2) [W15] 'Cell:  
B24: (F2) [W12] "Starting  
C24: (F2) [W15] "Final  
D24: (F2) [W10] 'Value:  
A25: (F2) [W15] 'B2  
B25: (F2) [W12] 0  
C25: (F2) [W15] 7.0261457064545  
D25: (F2) [W10] 0  
A26: (F2) [W15] 'C2  
B26: (F2) [W12] 0  
C26: (F2) [W15] 0  
D26: (F2) [W10] 0  
A27: (F2) [W15] 'D2  
B27: (F2) [W12] 0  
C27: (F2) [W15] 47.973854293547  
D27: (F2) [W10] 0  
A28: (F2) [W15] 'E2  
B28: (F2) [W12] 0  
C28: (F2) [W15] 1.4251556261752E-09  
D28: (F2) [W10] 0  
A29: (F2) [W15] 'F2  
B29: (F2) [W12] 0  
C29: (F2) [W15] 17.999999874145  
D29: (F2) [W10] 0  
A31: (F2) [W15] 'Constraints:  
F31: (F2) [W10] 'Dual  
A32: (F2) [W15] 'Cell:

B32: (F2) [W12] 'Value:  
C32: (F2) [W15] 'Constraint  
D32: (F2) [W10] 'Binding?  
E32: (F2) [W10] 'Slack:  
F32: (F2) [W10] 'Value:  
A33: (F2) [W15] 'A3  
B33: (F2) [W12] 72.999999875572  
C33: (F2) [W15] 'A3 = C3  
D33: (F2) [W10] 'Yes  
E33: (F2) [W10] 0  
F33: (F2) [W10] 8.8222228532775  
A34: (F2) [W15] 'A4  
B34: (F2) [W12] 18.265854840265  
C34: (F2) [W15] 'A4 >= C4  
D34: (F2) [W10] 'No  
E34: (F2) [W10] -0.26585484026496  
F34: (F2) [W10] 0  
A35: (F2) [W15] 'A5  
B35: (F2) [W12] 18.265854840265  
C35: (F2) [W15] 'A5 <= C5  
D35: (F2) [W10] 'No  
E35: (F2) [W10] 3.734145159735  
F35: (F2) [W10] 0  
A36: (F2) [W15] 'A6  
B36: (F2) [W12] 29.999999840403  
C36: (F2) [W15] 'A6 >= C6  
D36: (F2) [W10] 'Yes  
E36: (F2) [W10] 0  
F36: (F2) [W10] 12.581697222244  
A37: (F2) [W15] 'A7  
B37: (F2) [W12] 29.999999840403  
C37: (F2) [W15] 'A7 <= C7  
D37: (F2) [W10] 'No  
E37: (F2) [W10] 10.000000159597  
F37: (F2) [W10] 0  
A38: (F2) [W15] 'A8  
B38: (F2) [W12] 55.000000000002  
C38: (F2) [W15] 'A8 >= C8  
D38: (F2) [W10] 'No  
E38: (F2) [W10] -8.0000000000017  
F38: (F2) [W10] 0  
A39: (F2) [W15] 'A9  
B39: (F2) [W12] 55.000000000002  
C39: (F2) [W15] 'A9 <= C9

D39: (F2) [W10] 'Yes  
E39: (F2) [W10] 0  
F39: (F2) [W10] -2.1333330464339  
A40: (F2) [W15] 'A10  
B40: (F2) [W12] 7.0261457064545  
C40: (F2) [W15] 'A10 <= C10  
D40: (F2) [W10] 'No  
E40: (F2) [W10] 12.973854293545  
F40: (F2) [W10] 0  
A41: (F2) [W15] 'A11  
B41: (F2) [W12] 7.0261457064545  
C41: (F2) [W15] 'A11 >= C11  
D41: (F2) [W10] 'No  
E41: (F2) [W10] -7.0261457064545  
F41: (F2) [W10] 0  
A42: (F2) [W15] 'A12  
B42: (F2) [W12] 0  
C42: (F2) [W15] 'A12 >= C12  
D42: (F2) [W10] 'Yes  
E42: (F2) [W10] 0  
F42: (F2) [W10] 0.29769990104699  
A43: (F2) [W15] 'A13  
B43: (F2) [W12] 47.973854293547  
C43: (F2) [W15] 'A13 >= C13  
D43: (F2) [W10] 'No  
E43: (F2) [W10] -47.973854293547  
F43: (F2) [W10] 0  
A44: (F2) [W15] 'A14  
B44: (F2) [W12] 1.4251556261752E-09  
C44: (F2) [W15] 'A14 >= C14  
D44: (F2) [W10] 'Yes  
E44: (F2) [W10] 0  
F44: (F2) [W10] 1.603279123457  
A45: (F2) [W15] 'A15  
B45: (F2) [W12] 17.999999874145  
C45: (F2) [W15] 'A15 >= C15  
D45: (F2) [W10] 'No  
E45: (F2) [W10] -17.999999874145  
F45: (F2) [W10] 0



# ANEXO 2



QUESOS MADURADOS

Especificaciones

Proyecto Coguanor NGO 34 198:87

1. OBJETO

La presente norma tiene por objeto establecer las características y especificaciones que deben cumplir los quesos madurados, producidos en el país o de origen extranjero.

Nota. Los quesos madurados de clases no especificadas en esta norma, tales como Roquefort, Gorgonzola, Port-Salut, Cantal, Limburgo y otros, deberán cumplir con las normas del lugar de origen o con las normas internacionales que les sean aplicables.

2. NORMAS COGUANOR A CONSULTAR

COGUANOR NGO 4 010	Sistema Internacional de Unidades (SI)
COGUANOR NGO 29 001	Agua potable. Especificaciones.
COGUANOR NGO 34 039	Etiquetado de productos alimenticios envasados para consumo humano.
COGUANOR NGO 34 040	Leche fresca de vaca, sin pasteurizar.
COGUANOR NGO 34 041	Leche de vaca, pasteurizada, homogeneizada o no.
COGUANOR NGO 34 042	Leche concentrada sin adición de azúcar (leche evaporada).

COGUANOR NGO 34 044 Leche en polvo.

COGUANOR NGO 34 046 h1 Leche y productos lácteos. Toma de muestras.

COGUANOR NGO 34 133 Crema dulce.

COGUANOR NGO 49 015 Productos envasados. Verificación de la masa neta y de la masa escurrida, y variaciones permitidas para las mismas.

### 3. DEFINICIONES Y TERMINOLOGIA

3.1 Queso. Es el producto lácteo sin madurar o madurado, obtenido por la coagulación enzimática y/o ácida de leche, suero de leche, crema o cualquier combinación de los mismos, después de drenar el suero formado, con o sin aplicación de calor, y con sin la adición de otros ingredientes y aditivos alimentarios.

3.2 Queso no madurado. Es el queso que está listo para su consumo inmediatamente después de su fabricación.

3.3 Queso Madurado. Es el queso que no está listo para su consumo inmediatamente después de su fabricación, sino que debe de mantenerse durante determinado tiempo, a una temperatura y condiciones específicas para cada clase (véase nota), con el objeto de permitir que bacterias, mohos y enzimas, produzcan transformaciones del queso fresco que den al producto final, el sabor, la textura, y la apariencia, propios de la clase de queso que se trate.

Nota. Las clases de queso se diferencian por su composición y características físicas sensoriales, y se designan con diferentes

nombres, tales como: emmenthal, mozzarella, cheddar y otros.

3.4 Queso camembert. Queso suave de leche íntegra pasteurizada, no escaldado, con corteza delgada, algo rugosa, con desarrollo uniforme blanco de moho, que lleva a cabo la maduración del queso desde la superficie hasta el interior del queso; la textura es un poco plástica, suave, cremosa, algo grasosa, no desmenuzable, aunque puede tener pequeñas grietas longitudinales, con sabor moderado a setas y aroma muy levemente amoniacal o muy leve a alcohol, y con un período de maduración no menor de 12 días.

3.5 Queso múnster o muénster. Queso semiduro de leche íntegra pasteurizada, escaldado, con corteza anaranjada, untuosa debido al desarrollo superficial de *Bacillus linens* o bien, seca y forma ligeramente pandeada; la textura es flexible con algunos hoyos formados por acción mecánica y pocos ojos menores de 8 mm; sabor moderado (ni penetrante ni suave); algo salado, y con un período de maduración no menor de 2 semanas. Opcionalmente puede ser adicionado de semillas de alcaravea.

3.6 Queso tilsitt o tilsiter. Queso duro de leche íntegra pasteurizada, escaldado con corteza firme pero no dura, parda rojiza o pajiza, con algunas manchas, seca o bien untuosa, debido al desarrollo superficial de *Bacillus linens*; la textura es firme, no desmenuzable, grasosa, con hendiduras u hoyos ovales o redondos, de 2 a 4 mm y aspecto brillante, sabor levemente ácido y picante, y con un período de maduración no menor de 5 semanas. Opcionalmente puede ser adicionado de semillas de alcaravea.

3.7 Queso azul. Queso blanco o semiduro, de leche blanqueada, generalmente no escaldado, con superficie áspera blanquecina a morena, que puede o no estar cubierta con grasa o aceite vegetal; cuerpo blanco a cremoso con vetas internas irregulares azules o azul verdoso, debido al crecimiento de moho, con algunos agujeros y grietas irregulares, sabor picante de moderado a fuerte, y con un período de maduración no menor de 60 días.

3.8 Queso monterrey. Queso semisuave de leche íntegra pasteurizada, escaldado, madurado por bacterias superficiales, con textura flexible, cremosa o suave, con algunos hoyos formados por acción mecánica y algunos ojos menores de 8 mm, y con un período de maduración no menor de 3 semanas.

Nota. También se designa como monterrey jack.

3.9 Queso monterrey seco. Queso duro de leche cruda o pasteurizada, descremada o semidescremada, escaldado, con corteza dura, cubierta o no con aceite; la textura es dura, con algunos hoyos formados por acción mecánica y algunos ojos menores de 8mm, y con un período de maduración no menor de 6 meses.

3.10 Queso Cheddar. Queso duro de leche íntegra o descremada, cruda o pasteurizada, con o sin crema, escaldado, con corteza dura, lisa, recubierta o no de cera; textura cerrada, fibrosa (como pechuga de pollo) y cerosa, con sabor a nuez característico de moderado a fuerte, y con un período de maduración no menor de 3 meses.

3.11 Queso suizo o emmenthal. Queso duro de leche íntegra o descremada, cruda o pasteurizada, con o sin crema, escaldado, con

o sin corteza castaño oro, textura arenosa y resquebrajable con ojos redondos grandes (10 a 30mm), brillantes, distribuidos en forma regular y en cantidad escasa a abundante; sabor a leche, algo dulce, aroma leve, y con un período de maduración no menor de 60 días.

3.12 Queso gruyere. Queso duro de leche íntegra o descremada, cruda o pasteurizada, con o sin crema, escaldado, con o sin corteza dura recubierta de exudado, amarillo dorado a pardo, textura seca y cerosa, con ojos redondos pequeños (5 a 13mm), mates a brillantes, en cantidad escasa a abundante y distribuidos uniformemente; el sabor es fuerte, moderadamente picante, algo amoniacal y con un período de maduración no menor de 90 días.

3.13 Queso edam. Queso semiduro o duro de leche íntegra o descremada, pasteurizada, con o sin crema, escaldado, corteza dura, seca, recubierta de cera roja, textura elástica con algunos ojos más o menos redondos menores de 13mm, distribuidos de forma regular o irregular; sabor limpio, levemente a nuez, no ácido, y con un período de maduración no menor de 3 semanas. Opcionalmente puede ser adicionado de especias.

3.14 Queso gouda. Queso semiduro a duro, de leche íntegra o descremada, pasteurizada, con o sin crema, escaldado, corteza delgada, lisa y seca, color gris claro, recubierta con aceite o cera amarilla; textura firme, flexible, opaca, algo más grasosa que el queso edam, con ojos redondos u ovales, menores de 13mm, distribuidos en forma regular o irregular; sabor picante moderado, levemente a nuez, no ácido, y con un período de maduración no menor

de 3 semanas. Opcionalmente puede ser adicionado de especias.

3.15 Queso pecorino. Queso duro de leche integra cruda o pasteurizada, escaldado, corteza lisa, pajiza, recubierta o no de aceite, textura firme, granular, algo áspera, generalmente sin hoyos; sabor picante y salado, y con un período de maduración no menor de 5 meses. Se usa ampliamente para gratinar.

Nota. También se designa como queso romano.

3.16 Queso caciocavallo. Queso duro de leche integra cruda o pasteurizada, escaldado, textura cerrada y fibrosa, típica de los quesos con cuajada estirada, y con un período de maduración no menor de 60 días. Generalmente se presenta en forma de vejiga y pareado.

3.17 Queso duro madurado. Queso duro de leche integra cruda o pasteurizada, escaldado, de textura dura, desmenuzable, y con un período de maduración no menor de 60 días.

3.18 Queso parmesano. Queso muy duro de leche integra cruda o pasteurizada, fuertemente escaldado, corteza color castaño o ámbar, recubierta de aceite, textura granular, friable, y con un período de maduración no menor de 10 meses. Se usa ampliamente en forma rallada, para gratinar o esparcir sobre alimentos tales como pastas y ensaladas.

3.19 Leche tratada con calor. Leche calentada a un grado tal que no dé negativa la prueba de la fosfatasa pero que sí reduzca sustancialmente el número de microorganismos, incluyendo Staphylococcus y algunos otros patógenos que pueden estar presentes en la leche. El tratamiento deber ser por lo menos a 65.5 grados



centígrados durante 15 a 20 segundos.

3.20 Lote. Es una cantidad determinada de producto que se somete a inspección como conjunto unitario, de características similares o que ha sido elaborado bajo condiciones de producción presumiblemente uniformes y que se identifica por tener un mismo código o clave de producción.

#### 4. CLASIFICACION Y DESIGNACION

4.1 Clasificación. El producto se clasificará de acuerdo con su composición y características físicas en las siguientes clases:

- a) Queso camembert
- b) Queso munster o muenster
- c) Queso tilsitt o tilsiter
- d) Queso azul
- e) Queso monterrey
- f) Queso monterrey seco
- g) Queso cheddar
- h) Queso suizo o emmenthal
- i) Queso gruyere
- j) Queso edam
- k) Queso gouda
- l) Queso pecorino
- m) Queso caciocavallo
- n) Queso duro madurado
- o) Queso parmesano

4.2 Designación. El producto se designará según la clase de queso que corresponda, y en los casos en que la clave lleve una expresión que identifique un lugar deberá agregarse la palabra "tipo" con caracteres del mismo tamaño que los empleados en el resto de la designación del producto; adicionalmente podrá designarse con un nombre comercial específico.

Ejemplos:

- Queso gouda
- Queso tipo suizo.

#### 5. MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES

Para la elaboración de los quesos madurados, se podrán emplear los siguientes ingredientes, los cuales deberán cumplir con las normas COGUANOR correspondientes o en su defecto con las normas del Codex Alimentarius de la FAO/OMS.

a) Leche pasteurizada, la cual puede ser íntegra, semidescremada o descremada, leche evaporada, leche en polvo, o crema; también se podrá emplear leche sometida a otros procedimientos tecnológicos y cuyas características microbiológicas sean equivalentes o mejores que las de la leche pasteurizada. Dichas materias primas deberán ser empleadas en las clases de queso, cuyo período de maduración es inferior a 60 días y opcionalmente podrán ser empleadas en las clases de quesos cuyo período de maduración sea igual o mayor de 60 días;

b) Leche fresca, la cual puede ser íntegra, semidescremada o descremada; dichas materias primas deberán ser empleadas solamente en las clases de queso, cuyo período de maduración sea igual o

mayor de 60 días;

c) Leche tratada con calor (véase el numeral 3.19), la cual puede ser íntegra semidescremada o descremada; dichas materias primas deberán ser empleadas solamente en las clases de queso cuyo período de maduración sea igual o mayor de 60 días;

d) Agua potable;

e) Sal;

f) Aditivos alimentarios (véase el numeral 6.5);

g) Enzimas y/o cultivos de bacterias o mohos, inocuos;

h) Especies, condimentos, esencias u otras sustancias saporíferas;

i) Cualquier otro producto de calidad comestible, cuyo uso sea reconocido para la elaboración de quesos madurados en sus diferentes clases.

## 6. ESPECIFICACIONES

6.1 Características generales. Los quesos madurados deberán ser elaborados con ingredientes limpios, sanos, libres de contaminación y de insectos en cualesquiera de sus etapas evolutivas, así como de cualquier defecto que pueda afectar a su comestibilidad, al buen aspecto del producto final o a su posibilidad de adecuada conservación; los quesos madurados deberán ser elaborados y envasados bajo estrictas condiciones higiénico sanitarias.

6.2 Características sensoriales. La apariencia, la textura, el color, el olor y el sabor de los quesos madurados deberán ser los característicos para la clase de queso que corresponda y

deberán estar libres de defectos indicados a continuación:

a) Defectos en el sabor: rancio, quemado, mohoso, o cualquier otro sabor anormal o extraño;

b) Defectos en el olor: rancio, mohoso, amoniacal (véase nota), o cualquier olor anormal o extraño;

Nota. Un leve olor amoniacal no se considera defecto en las clases de queso camembert y gruyere.

c) Defectos en el color: anormal;

d) Defectos en la textura: no propia, con cristales grandes de lactosa, con ojos irregulares y/o mayores en tamaño de lo característico para la clase que corresponda, presencia de ojos o grietas en los quesos de textura cerrada;

e) Defectos en la apariencia: no propia, sucia, con desarrollo de mohos no característicos, corteza agrietada, forma anormal, daño por ácaros o larvas y/o presencia de los mismos.

6.3 Características químicas. El producto deberá cumplir con las características químicas especificadas en el cuadro 1 siguiente, que depende de la clase a que corresponda.

Cuadro 1. Características químicas (continúa)

Grasa láctea, % en masa

Clase de queso madurado	Humedad, porcentaje en masa, máximo	en base seca mínimo	en base húmeda mínimo
Queso camembert	56	45	20
Queso múnster o muénster	46	50	27
Queso tilsitt o tilsiter	53	30	14

Clase de queso madurado	Humedad, porcentaje en masa, máximo	en base seca mínimo	en base húmeda mínimo
Queso azul	46	50	27
Queso monterrey	44	50	28
Queso monterrey seco	34	32	21
Queso cheddar	39	48	29
Queso suizo o emmenthal	41	43	25
Queso gruyere	39	45	27
Queso edam	47	40	21
Queso gouda	45	46	25
Queso pecorino	34	38	25
Queso caciocavallo	40	42	25
Queso duro madurado	36	32	20
Queso parmesano	32	32	22

#### 6.4 Características microbiológicas.

6.4.1 Quesos elaborados con leche pasteurizada (período de maduración menor de 60 días). Los quesos de las clases: camembert, munster, monterrey, edam, gouda y tilsitt, no podrán contener microorganismos en número mayor a lo especificado en el cuadro 2 siguiente:

Cuadro 2. Características microbiológicas

Microorganismo	n(1)	c(2)	m(3)	M(4)
Staphylococcus aureus, por gramo	5	2	$10^2$	$10^3$
Salmonella, en 25 gramos	5	0	0	0

- (1) n = Número de muestras que debe de analizarse.
- (2) c = Número de muestras que se permite que tenga un recuento mayor que m pero no mayor que M.
- (3) m = Recuento máximo recomendado.
- (4) M = Recuento máximo permitido.

6.4.2 Quesos elaborados con leche fresca o con leche tratada con calor (período de maduración igual o mayor de 60 días). Los quesos de las clases: azul, monterrey seco, cheddar, suizo, gruyere, pecorino, caciocavallo, duro madurado y parmesano, no podrán contener microorganismos en número mayor a lo especificado en el cuadro 3 siguiente:

Cuadro 3. Características microbiológicas

Microorganismo	n(1)	c(2)	m(3)	M(4)
<u>Staphylococcus aureus</u> , por gramo	5	2	$10^3$	$10^4$
<u>Salmonella</u> , en 25 gramos	5	0	0	0

- (1) n = Número de muestras que debe de analizarse.
- (2) c = Número de muestras que se permite que tenga un recuento mayor que m pero no mayor que M.
- (3) m = Recuento máximo recomendado.
- (4) M = Recuento máximo permitido.

6.5 Aditivos alimentarios. Los aditivos alimentarios deberán cumplir con las normas COGUANOR correspondientes o en su defecto, con las normas del Codex Alimentarius de la FAO/OMS o con las especificaciones del Food Chemicals Codex del National Research Council, USA.

6.5.1 Coadyuvantes de la coagulación. Se podrá emplear cloruro de calcio en la cantidad máxima de 200 mg/kg expresada en masa, respecto a la leche empleada en la elaboración y referido a la sal anhidra.

6.5.2 Colorantes.

a) Colorantes naturales. El producto podrá ser adicionado de los siguientes colorantes naturales en la cantidad necesaria para lograr el efecto deseado.

- Alfa, beta, gamma caroteno
- Alfa, beta, gamma -8' - carotenal
- Beta -apo 8' carotenoide
- Esteres metílico y etílico del ácido beta-apo 8' carotenoide
- Clorofila
- Clorofila que contiene cobre
- Clorofila que contiene cobre con sales de sodio y potasio
- Riboflavina
- Cúrcuma
- Annato (achiote)

b) Colorantes artificiales. El producto podrá ser adicionado de los colorantes artificiales especificados en el cuadro 4 siguiente:

Cuadro 4. Colorantes artificiales

Colorante (1)	Numeración del índice de color	Límites máximos en mg/kg
Azul Brillante FCF (FD & C Azul No. 1)	CI No. 42 090	100
Indigotina (FD & C Azul No.2)	CI No. 73 015	200
Tartrazina (FD & C Amarillo No. 5)	CI No. 19 140	200
Amarillo Crepúsculo FCF (FD & C Amarillo No. 6)	CI No. 15 985	200
Eritrosina (FD & C Rojo No. 3)	CI No. 45 430	200
Amaranto (FD & C Rojo No.2)	CI No. 16 185	200
Rojo allura (FD & C Rojo No.40)	CI No. 16 035	200

(1) Véase el numeral 6.5.5.1

(2) La lista de colorantes artificiales permitidos puede ser modificada por las autoridades del Ministerio de Salud Pública y Asistencia social, con base en nuevos estudios toxicológicos. Los colorantes artificiales indicados no podrán emplearse en mezclas de más de 3 colorantes en el producto, y la suma de las cantidades agregadas no podrá exceder de 200 mg/kg.



6.5.3 Reguladores del pH. Se podrán emplear como reguladores del pH los ácidos o álcalis indicados en el cuadro 5 siguiente:

Cuadro 5. Reguladores del pH

Regulador de pH	Dosis máxima en el producto final
Acido cítrico Acido fosfórico Acido acético Acido láctico Bicarbonato sódico y/o carbonato cálcico	Cantidad limitada por las prácticas correctas de fabricación.

6.5.4 Conservadores. Se podrán emplear como conservadores los indicados en el cuadro 6 siguiente.

Cuadro 6. Conservadores

Conservador	Dosis máxima en el producto final
Acido sórbico y sus sales de sodio y potasio; o Acido propiónico y sus sales de sodio y calcio	3 g/kg sólo o mezclados, expresados como ácidos.

6.5.5 Blanqueadores de la leche. Solamente en los quesos: azul, suizo, pecorino, caciocavallo y parmesano se podrá emplear para blanquear la leche, peróxido de benzoílo o una mezcla de peróxido de benzoílo, alumbre de potasio, sulfato de calcio, y carbonato de magnesio, en cantidad tal que el peróxido de benzoílo no sea mayor que 0.002% en masa de la leche que se va a blanquear, y la masa de alumbre de potasio, sulfato de calcio, y carbonato de magnesio, solos o mezclados, no sea mayor que 6 veces la masa del peróxido de benzoílo empleado.

6.5.5.1 Cuando la leche ha sido blanqueada, se deberá adicionar vitamina A a la cuajada, en cantidad tal que se compense la vitamina A o sus precursores destruidos durante el blanqueado de la leche, y no se podrán emplear colorantes artificiales.

6.5.6 Substancias para ahumado. El producto podrá originalmente ser ahumado mediante las técnicas tradicionales, o bien podrá ser adicionado de substancias preparadas por condensación o precipitación del humo de madera, en la cantidad necesaria para lograr el efecto deseado.

6.5.7 Otros aditivos. Se podrán emplear otros aditivos no especificados en la presente norma, previa autorización de la Comisión Guatemalteca de Normas y/o el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala o el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala.

## 6.6 Verificación de la adulteración del producto con grasa no láctea.

6.6.1 La grasa extraída del producto deberá cumplir con las siguientes características:

- a) El perfil de ácidos grasos deberá ser el característico de la grasa láctea.
- b) La relación de los ácidos grasos  $C_{14}/C_{16}$  no deberá ser mayor de 3.0.
- c) El análisis de esteroides deberá mostrar ausencia de fitosteroides.

6.6.2 Si la grasa láctea extraída del producto no cumple los requisitos indicados en el numeral 6.6.1, se considerará el producto como adulterado con grasa no láctea.

6.7 Prueba de fosfatasa. Cuando se lleve a cabo la prueba de la fosfatasa, el valor de fenol equivalente a 0.25 g de queso, no deberá ser mayor de microgramos, excepto para el queso camembert que no deberá ser mayor de 4 microgramos. Este requisito es aplicable solamente a los quesos elaborados con leche pasteurizada.

## 7. MUESTREO

La toma de muestras debe llevarse a cabo siguiendo el procedimiento descrito en la norma COGUANOR NGO 34 046 h1; para los análisis microbiológicos, deberán tomarse 5 muestras por lote y para los análisis físicos y químicos deberá tomarse el número de muestras que indica la norma antes mencionada, de acuerdo con el número de unidades que componen el lote.

## 8. METODOS DE PRUEBA

8.1 Determinación del contenido de grasa. Mientras se elabora la norma COGUANOR específica, la determinación del contenido de grasa se lleva a cabo de acuerdo con el método correspondiente del Codex Alimentarius de la FAO/OMS.

8.2 Verificación del contenido neto de los envases. Dicha verificación se lleva a cabo de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma COGUANOR NGO 49 015.

8.3 Otros ensayos y análisis. La determinación de los demás requisitos especificados en la presente norma se lleva a cabo de acuerdo con las técnicas convencionales, mientras se elaboran las normas COGUANOR específicas.

## 9. ENVASE, ROTULADO Y EMBALAJE

9.1 Envase. Los envases para los quesos procesados deberán ser de materiales de naturaleza tal que no alteren las características sensoriales del producto ni produzcan sustancias dañinas o tóxicas.

9.2 Rótulo. Para los efectos de esta norma, los rótulos o etiquetas serán de papel o de cualquier otro material que pueda ser adherido a los envases, o bien de impresión permanente sobre los mismos.

9.2.1 Las inscripciones deberán ser fácilmente legibles en condiciones de visión normal, redactadas en español, salvo lo indicado en la norma COGUANOR NGO 34 039 y hechas en forma tal que no desaparezcan bajo condiciones de uso normal.

9.2.2 El rótulo deberá cumplir con lo especificado en la norma COGUANOR NGO 34 039 y llevar como mínimo la siguiente información:

- a) La designación del producto (véase el numeral 4.2);
- b) El nombre de los ingredientes en orden decreciente de su porporción;
- c) Los aditivos, indicando la función en el producto;
- d) La expresión "Consérvese refrigerado" (o una expresión similar) y la expresión "Mejor si se consume antes de..." (fecha que el

productor recomienda como vida útil de su producto, dependiendo de la clase de queso de que se trate)...”;

e) La expresión “Leche blanqueada con peróxido de benzóilo”, cuando sea el caso;

f) El contenido neto expresado en el Sistema Internacional de Unidades (SI);

g) La identificación del lote de fabricación, así como el año, mes y día de fabricación y envasado, los cuales podrán ponerse en clave en cualquier lugar apropiado del envase;

h) El nombre o razón social del productor o de la entidad bajo cuya marca se expende el producto, así como la dirección o el apartado postal;

i) El país de origen;

j) El número del registro sanitario correspondiente; y

k) Cualquier otro dato que fuese requerido por leyes o reglamentos vigentes o que en el futuro dicten autoridades competentes.

9.2.3 No podrán tener ninguna leyenda de significado ambiguo, ilustraciones o adornos que induzcan a engaño, ni descripción de características del producto que no se puedan comprobar.

9.3 Embalaje. Los embalajes deberán cumplir con las normas COGUANOR correspondientes.

## 10. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Las condiciones de almacenamiento y transporte cumplirán con las normas higiénico sanitarias que rijan en el país.

11. CORRESPONDENCIA

Para la elaboración de la presente norma se han tenido en cuenta los siguientes documentos:

a) Norma del Codex Alimentarius de la FAO/OMS, No. C-1 Queso Cheddar; No. C-4 Queso Edam; No. C-5 Queso Gouda; No. C-9 Queso Emmenthal; No. C-10 Queso Gruyere; No. C-11 Queso Tilsiter; No. C-32 Queso pasta azul; No. C-33 Queso camembert y No. C-35 Queso duro para rallar; Codex Alimentarius CAC/VOL.XVI - Ed. 1, 1986;

b) "Food and Drug Administration, Title 21, part 133.106 Blue Chesse; part 133.111 Caciocavallo siciliano chesse; part 133.113 Chedddar Chesse; part 133.138 Edam Chesse; part 133.142 Gouda Chesse; part 133.149 Gruyere Chesse; part 133.153 Monterey Chesse and Monterey jack chesse; part 133.160 Muenster and Munster chesse; part 133.165 Parmesan and Reggiano chesse; part 133.183 Romano chesse; part 133.195 Swiss and Emmentaler chesse. Code of Federal Regulations, U.S. Government Printing Office, Washington: 1984;

c) "Scott R., Cheesemaking practice, Applied Science Publishers Ltd., London 1981";

d) "Kosikowski, F., Chesse and Fermented Milk Foods; Published by the Author, Distributed by Edwards Brothers, Inc. Ann Arbor, Michigan, 1970";

- e) "Elliott J.A.; J. Dairy Sci 61: 1192-1195, 1978, Microbial Standards for Cheese: The Canadian Approach"; y
- f) Literatura técnica.

- Última línea -

