

**Tecnificación de los procesos de manufactura  
y caracterización de quesos artesanales  
centroamericanos para exportación**

**Eduardo Antonio Borjas Pineda**

**ZAMORANO**  
**Programa de Tecnología de Alimentos**

**Diciembre, 1998**

# **Tecnificación de los procesos de manufactura y caracterización de quesos artesanales centroamericanos para exportación**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura.

presentado por

**Eduardo Antonio Borjas Pineda**

**Zamorano-Honduras**  
**Diciembre, 1998**

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.

---

Eduardo Antonio Borjas Pineda

Zamorano-Honduras  
Diciembre, 1998

**Tecnificación de los procesos de manufactura y caracterización de  
quesos artesanales centroamericanos para exportación**

Presentado por

Eduardo Antonio Borjas Pineda

Aprobada:

---

Manuel Morales, M S  
D  
Asesor Principal

---

Roberto Cuevas, Ph.  
Jefe del Programa

---

---

Aurelio Revilla, MSA  
Asesor

Antonio Flores, Ph. D  
Decano Académico

---

---

Roberto Cuevas, Ph. D  
Asesor

Keith Andrews, Ph. D  
Director General

---

Roberto Cuevas, Ph. D  
Coordinador PIA

## DEDICATORIA

A Dios.

A mis padres y hermanos.

A todos los que pusieron de su parte para que yo esté donde estoy.

## AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a Dios por haberme brindado ésta gran oportunidad.

A mi familia por su infinito amor.

A mis amigos y demás compañeros por todos los momentos que compartimos.

A la Familia Revilla por brindarme un hogar en cada instante de mi vida.

A Manuel Morales y Don Aurelio Revilla por su valiosa amistad, por la paciencia y, dedicación prestada para mi desarrollo profesional.

A todo el personal de la planta de Lácteos de Zamorano por su incondicional amistad y colaboración.

A el Doctor Roberto Cuevas por proporcionarme las facilidades para culminar mi carrera

## RESUMEN

Borjas, Eduardo 1998. Tecnificación de procesos de manufactura y caracterización de quesos artesanales centroamericanos para exportación. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 30 p.

En Centroamérica se produce una gran variedad de quesos criollos tradicionales, que en su mayoría son elaborados utilizando métodos artesanales de producción. El problema del método artesanal es que no se incluye la pasteurización en el procedimiento habitual de elaboración de los quesos y tampoco se implementan medidas de higienización adecuadas para obtener productos de alta calidad. Los quesos seleccionados para este estudio fueron el queso seco Morolique de El Salvador, el queso seco de Honduras y el queso Crema de Nicaragua. Se tomaron muestras de los tres quesos mencionados para llevar a cabo la caracterización química en cuanto a grasa, proteína, humedad y cloruro de sodio, y así definir la composición de un queso criollo tradicional. En la planta de industrias lácteas de Zamorano se desarrollaron procedimientos tecnificados para la elaboración de los quesos criollos en cuestión, implementando acciones tecnológicas básicas y adoptando ciertas etapas de los procedimientos artesanales de producción para crear y mantener características sensoriales y estructurales en los quesos desarrollados. La tecnificación se realizó en puntos específicos del proceso como: recibo de leche, estandarización, pasteurización y buenas prácticas de manufactura en general. Con la pasteurización, se tienen que realizar ciertas modificaciones en los procesos de elaboración como: adición de calcio y cultivos lácticos, y reducción de la concentración de sal normalmente utilizada en los quesos tradicionales. Se realizó un panel de catación para evaluar las características sensoriales de los quesos tradicionales y tecnificados. La adopción de éstas tecnologías presenta resultados favorables en los quesos tecnificados, en cuanto a las cualidades sensoriales como: olor, sabor ácido, sabor salado. Con la estandarización y tecnificación de los procesos de manufactura de quesos tradicionales elaborados artesanalmente se puede garantizar un producto sano y de alta calidad, manteniendo características que el mercado a comenzado a exigir.

**Palabras claves:** estandarización, sensoriales, tradicional.

## **NOTA DE PRENSA**

### **TECNOLOGÍA E HIGIENE EN PRODUCCIÓN ARTESANAL DE QUESOS.**

Esta fue una inquietud que se presentó en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano durante el año 1998 y por el compromiso que dicha institución tiene con el proceso de innovación, fue necesario realizar un estudio en el que se comprobara si es posible elaborar quesos artesanales en condiciones tecnificadas.

La realización de este estudio fue indispensable, puesto que en algunos años se estará legislando a favor de una producción tecnificada de quesos y se suprimirá la elaboración artesanal, por cuestiones de seguridad al consumidor, siendo la producción tecnificada una garantía para los consumidores. Además los quesos artesanales tienen una gran demanda y son productos que tienen un mercado potencial muy prometedor.

Los quesos artesanales presentan características muy particulares, las cuales fueron adoptadas en los procesos de producción tecnificada. Se incluyó tecnología en los procesos de manufactura como: la pasteurización, materiales de acero inoxidable, utilización de cultivos fermentativos específicos, buenas prácticas de manufactura y condiciones de empaque y manejo seguras.

Con el fin de comprobar si las características de los quesos producidos artesanalmente se asemejan a las de los quesos producidos en forma tecnificada, se realizaron las pruebas de degustación para determinar si las diferencias en el método de elaboración tenía repercusiones en el sabor, olor, textura, vida de anaquel, etc.

Los resultados que se obtuvieron de incorporar las mejoras tecnológicas y las buenas prácticas de manufactura en el proceso de elaboración de quesos artesanales no tuvieron gran trascendencia en las características finales de los quesos.

Si es posible la producción de quesos artesanales tradicionales en condiciones tecnificadas, y que las características de olor, sabor y textura sean favorables para los quesos elaborados con tecnología e higiene.

## CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas .....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Resumen.....	vi
	Nota de prensa.....	vii
	Contenido.....	viii
	Índice de cuadros.....	x
1	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1	Generalidades.....	1
1.2	Objetivos.....	2
1.2.1	General.....	2
1.2.2	Específicos.....	2
2	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1	Quesos.....	3
2.1.1	Definiciones.....	3
2.1.2	Clasificación.....	4
2.1.3	Composición de los quesos.....	4
2.2	Generalidades de la leche para quesos.....	5
2.2.1	Recibo de leche.....	5
2.2.2	Descremado y estandarización.....	6
2.2.3	Almacenamiento de leche.....	6
2.2.4	Pasteurización.....	6
2.3	Procesamiento de la leche para quesos.....	7
2.3.1	Adición de calcio.....	7
2.3.2	Adición de cultivo láctico.....	8
2.3.3	Coagulación de la leche.....	9
2.3.4	Corte de la cuajada y desuerado parcial.....	9
2.3.5	Salado de la cuajada.....	10
2.3.6	Desuerado total, prensado y moldeado.....	10
2.3.7	Almacenamiento, maduración y empaque.....	11
2.4	Evaluación sensorial de productos.....	11
2.5	Análisis químicos realizados en quesos.....	12
2.6	Estadística aplicada en evaluaciones sensoriales.....	12

2.7	Costos de producción.....	12
3	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	13
3.1	Ubicación.....	13
3.2	Muestreos.....	13
	.....	
3.3	Análisis.....	14
	.....	
3.3.1	Análisis químico.....	14
	...	
3.3.2	Análisis tecnológico.....	14
	.	
3.3.2.1	Procesos artesanales de quesos secos: Morolique de El Salvador y Seco de Honduras.....	15
3.3.2.2	Proceso artesanal de queso Crema de Nicaragua.....	16
3.3.3	Tecnificación de los procesos artesanales.....	17
3.3.4	Análisis sensorial.....	20
	..	
3.3.5	Análisis estadístico.....	20
	..	
3.3.6	Análisis de costos.....	20
4	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	21
4.1	Resultados de análisis químico.....	21
4.1.1	Resultados para quesos secos de El Salvador, Honduras y Tecnificado.....	21
4.1.2	Resultados para quesos crema de Nicaragua y Tecnificado.....	22
4.2	Resultados de la evaluación sensorial.....	23
4.2.1	Evaluación sensorial en quesos secos.....	23
4.2.2	Evaluación sensorial en queso crema.....	24
4.3	Tecnificación de los procesos de elaboración de quesos artesanales.....	25
4.3.1	Proceso para queso seco Zamorano.....	25
4.3.2	Proceso para queso Crema Zamorano.....	26
4.3.3	Diagrama de proceso para quesos seco y crema tecnificados.....	27
4.4	Resultados de costeo de quesos, seco y crema.....	29

5	<b>CONCLUSIONES</b> .....	30
6	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	31
7	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	32

**ÍNDICE DE CUADROS**

## Cuadro

1.	Composición química de algunos quesos.....	4
2.	Resultados de análisis para quesos secos: artesanales y tecnificado...	21
3.	Resultados de análisis para quesos Crema: artesanal y tecnificado....	22
4.	Resultados de la catación de quesos secos.....	23
5.	Resultados de la catación de quesos crema.....	24

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 GENERALIDADES

A pesar del incremento en la producción de leche, en los países Latinoamericanos el consumo de este alimento catalogado como “ casi perfecto ”, sigue siendo limitado a una porción de la población.

Esfuerzos incalculables se han realizado por muchas organizaciones, ya sean de orden gubernamental, privado y otras sin fines de lucro, por normalizar e implementar la tecnificación de procesos en productos derivados de la leche, en particular de los quesos.

Es difícil imponer cambios radicales en un sistema de producción que lleva muchos años haciendo las cosas en forma tradicional, “ artesanal ”; aunque la adopción de los mismos, resulte en productos de mayor calidad y represente más eficiencia en las tareas productivas.

Al igual que la producción de leche, el número de Plantas Procesadoras también ha aumentado. Sin embargo estos dos factores antes mencionados no se complementan ya que se estima que apenas un 30 % de la producción llega a las plantas tecnificadas y el resto se destina a procesamiento artesanal.

La globalización es una realidad que atañe a todos los países del área; a consecuencia de esta política comercial, la competencia entre las industrias y países manufactureros de alimentos similares y alternativos es aún más pronunciada.

Para exportar e inclusive en el comercio nacional, los estándares de calidad exigidos por los consumidores y los entes respectivos, son día a día mayores. Como parte de esas exigencias, ha tomado suma importancia la sanidad o seguridad al consumidor y para alcanzar esa condición se deben incluir tres factores que son: calidad de la leche, higiene en todo el proceso, y tecnología. Estos son además los pilares para una producción eficiente, rentable y segura.

Si queremos llevar un producto al mercado tenemos que estandarizar su elaboración para garantizar una calidad constante y definir sus características. La caracterización química de los alimentos y su respectiva presentación en una etiqueta, hasta ahora se considera una herramienta útil para tomar ventaja en el mercado, pero en algunos años será mandatorio cumplir con esta norma en la mayoría de los países que compiten en el mundo.

Otra norma que será adoptada aún más rápido que la antes mencionada, es derivar todos los productos lácteos de materia prima Pasteurizada. Los mercados cerrarán las puertas para alimentos que no cumplan con esas características, como es el caso de los quesos tradicionales y si aún así las plantas artesanales continúan vendiendo, serán clausuradas.

Costa Rica tomó la iniciativa y legisló la pasteurización, ahora trabajan arduamente en el cumplimiento de la misma. De continuar así los productores artesanales estarán en la cuerda floja, puesto que las medidas tomadas en contra de las industrias que decidan no pasteurizar su leche son sumamente drásticas.

Como resultado de este estudio se obtuvieron datos útiles para elaborar una etiqueta que especifica las características básicas de los quesos: Seco de Honduras, Morolique de El Salvador, y Crema de Nicaragua. Además se tecnificó la elaboración de estos productos obteniendo quesos similares a partir de leche pasteurizada y por lo tanto, de calidad superior.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 General**

Definir estándares en composición, producción y manufactura en los quesos tradicionales: Seco de Honduras, Morolique de El Salvador, y Crema de Nicaragua, basado en el mejoramiento tecnológico de los procesos artesanales.

### **1.2.2 Específicos**

Identificar los quesos que son objeto de estudio y desarrollar procedimientos tecnificados para la elaboración de los mismos.

Caracterizar los quesos mencionados elaborados artesanalmente, para determinar las características finales que debemos obtener después de la tecnificación.

Generar información básica necesaria que pueda servir para desarrollar fórmulas para la elaboración tecnificada de los quesos.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 QUESOS

#### 2.1.1 Definiciones

Hay una gran cantidad de autores de mucho renombre que definen los quesos a su manera. No podemos catalogar estas definiciones como correctas o incorrectas, sino simplemente inclinarnos por la que consideremos más apropiada según nuestra experiencia.

A continuación se citan algunos autores que definen a los quesos según sus ideas:

Revilla (1996) por ejemplo los define como: un producto fresco o madurado, obtenido por coagulación y desuerado; a partir de leche entera, estandarizada, descremada o crema proveniente de algunos mamíferos.

Otros autores hacen una descripción más general, Compaire (1976) lo señala como: una conserva de leche obtenida por coagulación, prensado y acidificación del coágulo y madurado o no, según el tipo.

En otros casos el señalamiento es más extenso, Compaire cita al CODEX AUSTRIACUS (1976) y menciona que un queso es: la caseína separada por acidificación natural o artificial de la leche, nata, suero de manteca, o bien una mezcla de estos líquidos, con inclusión de la mayor parte de la grasa y una pequeña porción de los demás componentes de la leche, por lo general es moldeado, prensado o no, salado, provisto o no de especias y expedido fresco en diversos grados de maduración.

Al contrario de la anterior, en 1978 Jones los describe en forma muy superficial como: el resultado de la concentración del extracto seco de la leche. Muy parecida a la definición que propone Kosikowski (1982): los quesos son la concentración selectiva de los componentes insolubles de la leche.

Esta última definición podría ser muy limitada en información, en cambio las otras demasiado descriptivas y hasta difíciles de entender o interpretar, todo dependerá del nivel de conocimiento que tengamos del tema.

Los quesos pueden ser elaborados con métodos artesanales o con diferentes niveles de tecnificación. Los últimos toman en cuenta tres factores que son: leche de alta calidad, higiene en todo el proceso y tecnología aplicada.

### **2.1.2 Clasificación**

Son distintos los factores que determinan la distribución de los quesos en diferentes grupos y depende a su vez del autor que los clasifique.

Alais (1994) simplemente los divide según la naturaleza de la leche con la que se elaboran y la forma de preparación.

Carlazzoly (s.f.) propuso más divisiones:

- Por tipo de leche usada
- Grado y tipo de fermentación
- Temperatura de coagulación
- Método de corte del coágulo
- Salado del coágulo
- Presión aplicada
- Tiempo, temperatura y humedad relativa de maduración
- Otros tratamientos

Todos los factores mencionados tienen un efecto directo sobre las características físicas, químicas y sensoriales finales de cada queso.

Santos en 1987 los separa en: maduros, frescos y fundidos. Todas las clasificaciones tienen sus pro y contras, el inconveniente de esta última es que se considera muy abierta y algunos quesos son una mezcla de dos de las categorías.

Las clasificaciones mencionadas son muestra de las muchas propuestas en la actualidad. Sin embargo, no existe una estandarizada que sea aceptada en todo el mundo, ni siquiera en el interior de un mismo país.

### **2.1.3 Composición de los quesos**

Básicamente se componen de proteína, agua, grasa, sales minerales y pequeñas cantidades de otros elementos. El componente estructural del queso es el complejo de fosfoproteína llamado caseína. Esta proteína forma parte del 80 % del total del material nitrogenado presente en la leche, el resto son sales y productos de la degradación de lactosa (Revilla, 1996).

Cuadro 1. Composición química de algunos quesos

Queso	Humedad %	Proteína %	Grasa %	Sal %	Sólido Tot.
Q. Blanco	40	25.3	22	4.7	50.15
Q. Crema	46.36	19.82	27.94	2.05	53.64
Q. Ahumado	32.29	29.55	27.81	4.78	67.71
Q. Capa Roja	40.38	33.66	10.37	5.4	59.62

Fuente: Girón y Valeriano, 1983

Modificado por el autor.

Los porcentajes en que se encuentran algunos de los componentes de los quesos, tienen rangos muy amplios según el tipo de queso y las características que presente.

## 2.2 GENERALIDADES DE LA LECHE PARA QUESOS

### 2.2.1 Recibo de leche

La calidad de la leche que se recibe influye en gran medida en la calidad final de los productos elaborados a partir de ésta, además una leche con microorganismos infecciosos, propaga enfermedades rápidamente (Producción de leche de alta calidad).

Keating y Rodríguez (1986) describen el proceso de recepción como el conjunto de operaciones por las cuales se recibe, verifica y registra el peso o volumen de la leche en las plantas, se examina y vacía la leche en tanques de recibo pasando por un filtro, posteriormente se enfría y se almacena.

En esta etapa se hacen pruebas organolépticas básicas revisando olor, color, partículas extrañas etc. También se hacen muestreos de los diferentes productores en forma homogénea y representativas. Las muestras son sometidas a análisis de laboratorio como grasa, densidad, recuento total de microorganismos.

Todo el producto recibido en la planta debe tener ciertas normas mínimas tales como: gravedad específica de 1.032; acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL) entre 0.14 y 0.18 %; grasa de 3.5 a 3.8 %; y recuento total de microorganismos que puede partir desde una unidad formadora de colonia hasta más de un millón, distribuido en diferentes grados de calidad (Revilla, 1996).

El tipo y frecuencia de los análisis requeridos depende mucho de cada industria y se basa en el tipo de compra y pago, según contenido de grasa, rangos de calidad microbiológica y alteraciones.

Algo común en las industrias latinoamericanas es que los proveedores en su mayoría son pequeños productores, que no tienen capacidad de refrigeración después del ordeño en sus fincas.

Berg en 1988 propuso que una temperatura de 30 grados centígrados en la leche, aún se considera normal o segura para la planta que la recibe. Temperaturas mayores a ésta se consideran riesgosas, pero lo ideal es enfriar inmediatamente a 4 °C. Lo mencionado antes se generaliza y para todo tipo de leche para quesos, sin excepción.

Para facilitar al productor, y hasta cierto punto garantizar el recibo de leche de calidad día tras día, es necesario que la sección de recibo de leche cuente con un área de limpieza y desinfección de los tambos, para que el proveedor los tenga en óptimas condiciones para el siguiente ordeño.

### **2.2.2 Descremado y estandarización**

Descremar es la operación por la cual se remueve, parcialmente, la grasa de la leche (Revilla, 1996).

Santos (1987) propone que la grasa en la leche se encuentra en forma de pequeños glóbulos que pueden ser separados, ya que no están disueltos en el suero y además son menos densos que la fase acuosa. Menciona dos procesos para la separación de la grasa: el natural, que consiste en dejar reposar la leche, y los glóbulos grasos se van a la superficie por diferencias en densidad con la fase no grasa; y el mecánico, que se lleva a cabo por las fuerzas centrífugas que se le aplican, potencializando el efecto de la diferencia en densidades.

A nivel artesanal de menor escala, el método utilizado es el natural, pero en la mayoría de los casos la leche se procesa entera, con todo su contenido de grasa. Para el caso del queso Crema elaborado en Nicaragua, se fabrica con leche cuyo contenido de grasa varía entre 3.5 y 4 % (<sup>1</sup>).

En cambio los quesos Seco de Honduras y Morolique de El Salvador, son elaborados con leche entre 2 y 2.5 % de grasa y para ello se descrema parcialmente.

La estandarización o normalización se define como el proceso por el cual se reduce o aumenta el contenido de grasa de cierta leche, según el uso a que se destine. La leche se normaliza, ya sea decremándola, mezclando leches de diferente contenido graso o añadiendo crema a la leche; de esta forma se obtiene el porcentaje de grasa deseado en la leche (Revilla, 1996).

---

<sup>1</sup> Cecilia López. 1998. Quesos de Nicaragua. Jinotega, Nicaragua., Lácteos Doña Blanca. (Comunicación personal)

### 2.2.3 Almacenamiento de leche

La leche ya sea cruda, pasteurizada, estandarizada o descremada, debe almacenarse a una temperatura de 4 °C para mantener y preservar su calidad. De esa manera podemos procesar leche de un día para otro, o bien, las fincas que cuenten con tanques de enfriamiento pueden mantener la leche en las mejores condiciones, hasta el momento en que sea llevada al centro de acopio o a la planta procesadora.

### 2.2.4 Pasteurización

La leche no es un producto libre de microorganismos, ya que desde el interior de la ubre se podría poner en contacto con fuentes de contaminación. Santos en 1987 incluye entre las fuentes de inóculo a la glándula mamaria, medio ambiente, personal y equipo de ordeño y posterior manejo de la leche. Menciona que la leche es un medio nutritivo ideal para el desarrollo de microorganismos, ya sean patógenos o no, y por eso se dispone de métodos como la pasteurización.

El mismo autor describe la pasteurización como el proceso que tiene como objetivo disminuir, mediante calor, casi todos los microorganismos y en su totalidad a los patógenos, modificando lo menos posible la estructura física, el equilibrio químico y ciertos compuestos con actividad biológica, enzimas y vitaminas de la leche.

Carlazzoly (s.f.) menciona dos tipos de pasteurización: la de baja temperatura y tiempo moderado, que consiste en calentar la leche a 63 °C durante 30 minutos; y otra de alta temperatura y tiempo corto, en que se lleva la leche a 73 °C durante 15 segundos; este método es continuo, rápido y más eficiente.

Desafortunadamente esta operación no es aplicada por todas las queserías latinoamericanas, y casi todos procesan quesos sin pasteurizar su leche, corriendo el riesgo de obtener un producto final contaminado, pues los productores no están conscientes de la importancia de este proceso.

Los quesos producidos artesanalmente tienen la característica particular de ser elaborados a partir de leche cruda, es decir no pasteurizada. La sanidad en los productos lácteos ha cobrado mucha importancia y se han creado e implementado leyes que restringen la elaboración de derivados, con leche sin pasteurizar. En Costa Rica y México ya no es posible comercializar quesos que se han fabricado con leche cruda <sup>(2)</sup>.

---

<sup>2</sup> Yanine Chan. 1998. Pasteurización de la leche, una ley en vigencia. San José, Costa Rica., EARTH. (Comunicación personal)

De igual manera, El Salvador ya no hace importaciones de quesos que se elaboran con leche no pasteurizada, afectando en forma directa la producción láctea hondureña. Sin embargo la industria ha visto esa medida con buenos ojos, a pesar de las desventajas que se presentan, como el manejo de cultivos fermentativos, al trabajar con leches pasteurizadas (<sup>3</sup>).

## **2.3 PROCESAMIENTO DE LA LECHE PARA QUESOS**

### **2.3.1 Adición de calcio**

Cuando la elaboración es artesanal, no se requiere de adición de calcio, ya que la leche no se pasteuriza.

Santos en 1987 explica que al pasteurizar se rompe el equilibrio del fosfato de calcio en la leche y reduce su disponibilidad para formar el complejo fosfo – paracaseinato de calcio que es el componente estructural de la cuajada.

La baja disponibilidad de calcio en la leche, se verá reflejada en pérdidas de caseína y grasa, disminuyendo el rendimiento y además se formará una cuajada muy blanda ya que la sinéresis no es adecuada (Revilla, 1996).

Para la elaboración de quesos secos como lo son el Morolique de El Salvador y el Seco de Honduras, se requiere de una pasta dura; el queso crema de Nicaragua a pesar de ser suave, también necesita la aplicación de calcio.

Para corregir esta deficiencia, Revilla (1996) propone una adición de 0.02 % de cloruro de calcio al 40 %, lo que equivale a ocho gramos de calcio puro, por cada 100 kilogramos de leche.

Como todo en exceso es contraproducente, el calcio no es la excepción, puesto que puede inhibir algunas enzimas o pueden producir quesos de sabor amargo y pasta muy dura y seca (Berg, 1988).

Definitivamente si la leche recibió un proceso térmico, podemos asumir la pérdida del calcio por precipitación. En ese caso debemos adicionar el calcio recomendado, para no obtener un producto de características indeseables y que los rendimientos no se vean reducidos.

---

<sup>3</sup> Manuel Morales. 1998. Industria artesanal. Zamorano, Honduras., Escuela Agrícola Panamericana. (Comunicación personal)

### 2.3.2 Adición de cultivo láctico

Este proceso es llamado también maduración de la leche, ya que se espera determinado tiempo para que suba la acidez y así poder realizar el siguiente paso en proceso (Revilla, 1996).

El propósito de agregar cultivos lácticos a la leche es que esas bacterias se multipliquen e inicien un proceso fermentativo que acidifica el medio y facilita el cuajado.

Cada tipo de queso requiere de fermentos específicos, pero en general el más usado y recomendado para quesos tradicionales en nuestros países latinos es el *Lactococcus lactis* (Carlazzoly, s.f.).

La dosis de cultivo a adicionar, depende la temperatura de la leche y del tiempo de acidificación deseado y lo más común es de 0.5 hasta 2 % (Alais, 1994).

En el caso de los quesos evaluados en este estudio, se utilizó el fermento antes mencionado, el cual es un cultivo mesófilo, lo que implica que se desarrolla muy bien a temperaturas de 33 °C, con un rango amplio de sobrevivencia que va desde los 12 a los 45 °C como mínimo y máximo, respectivamente (Revilla, 1996).

En queserías artesanales no se utilizan los cultivos lácticos, porque la fuente de fermentación son las bacterias naturales que trae la leche. En cambio si la leche fue pasteurizada implica la destrucción de los microorganismos fermentativos y nos vemos obligados a aplicar cultivos ya preparados y asegurar la temperatura óptima para ellos.

### 2.3.3 Coagulación de la leche

La mayoría de los quesos involucra coagulación por medio de enzimas de origen animal, microbiano y de ácidos orgánicos como el acético y cítrico entre otros (Revilla, 1996). Esto se da porque la caseína, que es la proteína de mayor presencia en la leche, se desnaturaliza al permanecer en contacto con los factores antes mencionados.

Carlazzoly (s.f.) mencionó que son cuatro los puntos a considerar para una coagulación enzimática y son los siguientes: la cantidad de coagulante, la temperatura y acidez de la leche y finalmente la concentración de sales de calcio.

Todos tienen una relación directa sobre la velocidad de coagulación, pero como es de esperarse deben variar solo dentro de algunos límites, por ejemplo la actividad enzimática se ve disminuida si la temperatura excede los 40 °C.

En 1995, Revilla en su manual menciona que la mayoría de sus quesos requieren de una adición de 10 mililitros de cuajo por cada 100 kilogramos de leche, pero también tenemos otros extremos como el queso Zamodelfia, al que solo se le agregan 0.4 mililitros por cada 100 kilogramos. Todo dependerá del grado de formación de cuajada y de la textura que estemos buscando.

Además para la adición del cuajo se debe esperar a que la acidez de la leche suba por lo menos 0.02 % de ATECAL, siendo lo más recomendable que llegue hasta 0.2 % de ATECAL. Con esas condiciones se espera una coagulación en mas o menos 45 minutos. Una vez completado este proceso de coagulación, se procede a cortar la cuajada con la consistencia deseada (<sup>4</sup>).

### **2.3.4 Corte de la cuajada y desuerado parcial**

Para el corte de las cuajadas, por lo general se utilizan liras que están dispuestas en forma horizontal y vertical, la idea es que se obtengan cubos uniformes (Revilla, 1996).

El método para elaborar los quesos Crema en Nicaragua, el seco de Honduras y Morolique de El Salvador se basa en el corte con paletas, sin tener control sobre la uniformidad de los cubos (<sup>5</sup>).

Los quesos secos requieren de un proceso de sinéresis bien ejecutado y por eso el corte con paletas resulta en porciones de menor tamaño que tienen mayor área expuesta para facilitar que el suero salga fácilmente de la fracción sólida.

Romper la cuajada con paletas puede ser un inconveniente, ya que se ve afectado el rendimiento por pérdidas de materiales sólidos que logran pasar através del colador. Se puede corregir este problema disminuyendo el diámetro de los orificios del colador, aunque se puede alargar el tiempo de desuerado (<sup>6</sup>).

---

<sup>4</sup> José Barahona. 1998. Manufactura de queso seco. Choluteca, Honduras., Lácteos Sampile. (Comunicación personal)

<sup>5</sup> Carmen Hernández. 1998. Quesos salvadoreños. Santa Rosa de Lima, El Salvador., Lácteos Tierra Santa. (Comunicación personal)

<sup>6</sup> Manuel Morales. 1998. Industria artesanal. Zamorano, Honduras., Escuela Agrícola Panamericana. (Comunicación personal)

Una vez cortada la cuajada, se desuera parcialmente, hasta llegar a un 50 % del nivel inicial de leche, o hasta que la cuajada sobresalga mas o menos una pulgada del nivel de suero presente (<sup>7</sup>).

Este proceso se realiza dejando la cuajada en reposo por unos minutos, luego se coloca el colador en la salida de la quesera permitiendo que se escurra el suero hasta el nivel que deseado (Keating y Rodríguez, 1986).

### **2.3.5 Salado de la cuajada**

Aplicar sal a la cuajada tiene diferentes fines, y los principales son: el control de microorganismos nocivos, facilitar la sinéresis y potencializar el sabor del queso (Alais, 1994).

Las cantidades de sal agregadas dependen del tipo de queso elaborado, ya que se conocen algunos que llevan 0.2 % y otros que alcanzan el 6 %. Se ha determinado que a niveles superiores a un 4 % de sal no se percibe ninguna diferencia significativa en el sabor; sin embargo en algunas industrias se ven aplicaciones mayores a este nivel (Revilla, 1996).

Los queseros artesanales utilizan grandes cantidades de sal, ya que por lo general la leche no se pasteuriza antes de procesarla y tiene grandes cargas microbianas. Tampoco se cuenta con las condiciones de almacenaje adecuadas para conservar los quesos y en estas circunstancias la sal funciona como preservante.

El queso Crema según Revilla (1996) es elaborado con la misma cantidad de sal que se utiliza en el queso Seco, pero con la salvedad de que el tiempo de exposición es de 40 minutos, mucho menor que en el Seco que puede llegar a las 24 horas.

### **2.3.6 Desuerado total, prensado y moldeado**

En quesos Secos artesanales, al cabo de 16 horas de haber mantenido la cuajada en salmuera se elimina todo el suero que sea posible, hasta que ya no escurra líquido; luego se preparan los moldes con mantas y se acomoda la cuajada en ellos. Los moldes se colocan en la prensa y se aplica la máxima presión posible. A medida que el nivel de la cuajada disminuya se le aplica más presión, permaneciendo así durante tres días (<sup>8</sup>).

---

<sup>7</sup> Arturo Murillo. 1998. Cuajada para quesos secos. San Pedro Sula, Honduras., LACTHOSA. (Comunicación personal)

<sup>8</sup> José Barahona. 1998. Manufactura de queso seco. Choluteca, Honduras., Lácteos Sampile. (Comunicación personal)

A la cuajada de queso Crema en cambio, no se le extrae todo el suero, ya que al momento de depositarla en los moldes se hace con todo y fracción acuosa. El moldeado se ejecuta de igual forma que para los quesos anteriores, pero el prensado solo se efectúa por la fuerza de la gravedad y se voltean los moldes cada 30 minutos durante un periodo de tres horas (Revilla, 1996).

Cuando están listos para sacarlos del molde, se procede según sea el caso a venderlos, almacenarlos o madurarlos.

### **2.3.7 Almacenamiento, maduración y empaque**

La maduración tiene sus aplicaciones, como son: pérdida de humedad, elevación de acidez, y formación de corteza entre otras (Alais, 1994).

Según el tipo de planta, en queserías artesanales la maduración se da en la misma sala de proceso o también en zonas independientes. Lo que sí tienen en común es que a los bloques de queso se les voltean todos los días para evitar que se deterioren y lograr que sequen uniformemente. Por lo general estas plantas maduran los quesos secos por 15 días y luego los venden sin empaque sellado.

El queso Crema es muy húmedo y por lo tanto, más perecedero, no se madura ni es recomendable guardarlo sin empaque, es preferible venderlo lo más fresco que sea posible (<sup>9</sup>).

En la actualidad el empaque más utilizado por plantas tecnificadas es el de plástico con sellado al vacío. El único inconveniente es que por la succión que genera el sistema se separa un poco de suero y se acumula en las partes bajas del bloque, ablandándolo y desmejorando la apariencia. Esta situación sólo se presenta en los quesos que tienen altos niveles de humedad (<sup>10</sup>).

La mayor ventaja es que si se maneja en forma adecuada, sin dañar el empaque, se garantiza una vida de anaquel duradera ya que el producto terminado difícilmente se contaminará y tampoco ofrecerá condiciones para el desarrollo de microorganismos que puedan estar ya presentes en el interior del queso (Morales *et al.*, 1997).

## **2.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DE PRODUCTOS**

---

<sup>9</sup> Cecilia López. 1998. Quesos de Nicaragua. Jinotega, Nicaragua., Lácteos Doña Blanca. (Comunicación personal)

<sup>10</sup> Manuel Morales. 1998. Industria artesanal. Zamorano, Honduras., Escuela Agrícola Panamericana. (Comunicación personal)

Existen pruebas orientadas al producto y otras orientadas a los consumidores. Las pruebas utilizadas para evaluar aceptación, preferencia o grado satisfacción de un producto son las de tipo Hedónico. Las categorías pueden ir desde, extremadamente gustado, hasta extremadamente desaprobado. Las muestras pueden ser presentadas de una en una, pero es preferible hacerlo todas a la vez, así es más fácil categorizarlas porque los panelistas pueden volver a evaluar las muestras y hacer comparaciones entre ellas (Watts *et al.*, 1989).

## **2.5 ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS EN QUESOS**

Cada uno de los componentes tiene influencia directa y diferente sobre las características finales del queso.

La humedad determina la velocidad de maduración, ya que a mayor humedad, más actividad de microorganismos. La grasa se encuentra en los quesos en forma de emulsión poco uniforme, ésta grasa se hidroliza a ácidos grasos contribuyendo al igual que la sal, con el sabor y en menor medida con el contenido nutricional. La proteína es hidrolizada cuando está en forma de paracaseína libre y cambia la textura y consistencia del queso. (Girón y Valeriano, 1983).

## **2.6 ESTADÍSTICA APLICADA EN EVALUACIONES SENSORIALES**

Para evaluar y hacer comparaciones entre diferentes tratamientos, productos o repeticiones, etc., es necesario hacer una prueba de comparación de medias y determinar si existe alguna diferencia, y si la hay, definir si es significativa o no. Cuando en las pruebas pueden haber varias fuentes de variación, el modelo estadístico recomendado es el Factorial, ya que en este se pueden incluir todas las fuentes de variación en un solo análisis (Steel y Torrie, 1988).

## **2.7 COSTOS DE PRODUCCIÓN**

Los costos pueden ser variables o fijos. Los costos fijos son los que afectan indirectamente a la producción y disminuyen en promedio unitario a medida que aumentan las unidades producidas. En cambio los costos variables son los que varían en relación directa con la producción.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 UBICACIÓN**

En cuanto a la etapa de mejoramiento tecnológico de los procesos de manufactura de quesos, se llevó a cabo en la Planta de Productos Lácteos.

Para realizar los análisis químicos correspondientes, fueron necesarias las instalaciones del laboratorio de Nutrición y Bromatología.

Para los estudios sensoriales, preparación del panel de catación y evaluación de los quesos, se utilizaron las facilidades que ofrece la planta de Industrias Horto – Frutícolas.

Las tres instalaciones antes mencionadas son parte de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, la cual se encuentra en el departamento de Francisco Morazán, Honduras.

El estudio de los procesos de elaboración de los quesos seleccionados, fue realizado en los respectivos países de donde es nativo cada tipo de queso. Se escogió una Planta característicamente artesanal de las zonas de producción.

En El Salvador se eligió el queso Morolique, y la industria Tierra Santa para hacer el estudio de los procesos tradicionales. Esta se localiza en Santa Rosa de Lima, al oriente del país; es un área que sirve de centro de acopio de las diferentes zonas productoras de queso.

Honduras es gran consumidor de queso seco, y Choluteca, ciudad sureña, es un lugar de gran tradición en elaboración de productos lácteos, y fue ahí donde se seleccionó una de las procesadoras artesanales más grandes del país, Lácteos Sampire.

Nicaragua también tuvo participación en el estudio, éste se llevó a cabo en Lácteos Doña Blanca en la ciudad de Jinotega, departamento de Jinotega al norte del país.

#### **3.2 MUESTREOS**

De los quesos seleccionados en Honduras y Nicaragua, se obtuvieron las muestras directamente de las industrias evaluadas y que producen el tipo de queso. En cambio en El Salvador se compraron en un centro de acopio y venta popular, al cual llegan quesos de todo tipo y de diferentes productores del país.

Por cada tipo de queso, se colectaron tres muestras con un intervalo entre cada muestreo de por lo menos un mes, tomando la previsión de que cada uno perteneciera a un lote diferente de producción.

La recolección y transporte de las muestras se realizaron en bolsas plásticas individuales, empacándolas tratando de eliminar el aire que había adentro de ellas. Las bolsas se depositaron dentro de una nevera con hielo, para preservar las características del queso y contrarrestar los efectos negativos del viaje.

Cada muestra consistió en dos kilogramos de queso. Se cortó medio kilogramo de cuatro diferentes bloques con la intención de obtener mayor representatividad. Todo el queso que fue necesario para los análisis químicos se ralló para homogeneizar la muestra y poder realizar los análisis correspondientes.

### **3.3 ANÁLISIS**

Se realizaron tres tipos de análisis, el químico, sensorial y tecnológico. Para este último se evaluaron en forma comparativa los procesos artesanales de elaboración de los quesos, contra las facilidades y ventajas tecnológicas que ofrece una planta tecnificada como la de Zamorano.

#### **3.3.1 Análisis Químico**

Un análisis químico proximal fue aplicado a cada una de las muestras en cada tipo de queso elaborado con los procesos artesanales, y lo mismo se realizó en los productos obtenidos con las mejoras tecnológicas implementadas.

En este análisis se tomó en cuenta la proteína cruda medida por el método de Kjeldahl ( $N \times 6.38$ ), humedad por deshidratación a 105 grados centígrados, estos dos según AOAC, 1990; grasa por el método de Babcock (Revilla, 1995) y sal por titulación (Valeriano y Girón, 1983).

#### **3.3.2 Análisis Tecnológico**

Los procesos se evaluaron en su estado original, en los lugares donde se elaboran, tal y como se hace normalmente. En los métodos de fabricación de los quesos salvadoreño y hondureño, se encontró una gran similitud, la cual se podrá apreciar en la descripción de los procesos artesanales, y por esa semejanza hubiese sido en vano y repetitivo hacer una evaluación por separado, así que se decidió trabajar los procesos como uno solo.

Para fundamentar esta decisión se hicieron pruebas de catación en las que se incluyeron solamente a estos dos quesos, y los resultados de los análisis estadísticos confirmaron que los quesos eran prácticamente iguales.

El análisis Tecnológico es el estudio y descripción detallada de todo el proceso de elaboración de quesos artesanales, desde recibo de leche hasta venta de los quesos en cuestión.

**3.3.2.1 Procesos artesanales de quesos secos: Morolique de El Salvador y Seco de Honduras.** En las plantas artesanales en las que se evaluó este tipo de quesos se observaron los procesos de elaboración, los cuales son muy parecidos y serán descritos a continuación haciendo mención de las pequeñas diferencias que existieron entre ellos.

Todo lo desarrollado a continuación es en referencia a ambos quesos, a menos que se haga distinción particular en alguno de los pasos, todos los demás son similares; y cuando se mencione a Honduras y El Salvador, se estará refiriendo exclusivamente a las plantas procesadoras artesanales en las que se llevó a cabo el estudio en cada país.

Las industrias reciben leche durante todo el día, alguna recién ordeñada y otra que tiene varias horas, ya que se transporta a lomo de animal desde lugares lejanos o tienen que esperar a que pase algún vehículo que les puede movilizar la producción diaria.

No se hace ningún tipo de análisis de laboratorio a la materia prima que se recibe, pero la acidez de la leche puesta en la quesera, va desde 0.16 a 0.23 % de ATECAL. El porcentaje de grasa oscila entre 2 y 2.5 % de grasa.

En la recepción de la leche, ésta se pasa por un trozo de manta que sirve como filtro para las partículas más grandes presentes. Dicho filtro, después de concluir las tareas diarias, es lavado con agua y jabón, y al día siguiente se vuelve a usar; a diferencia de Honduras, en donde además se sumerge en una solución de cloro a concentración desconocida, inmediatamente antes de usar.

La leche sin pasteurizar se deposita en las queseras, que son tinas de acero inoxidable destinadas a elaboración de queso; estas no tienen entrada de vapor ni agua, son solamente recipientes de capacidad aproximada a los 2,000 Litros.

Ninguna de las plantas utiliza cultivos fermentativos, la acidez es proporcionada exclusivamente por los microorganismos que están presentes en la leche.

Lo que se agrega en ambas es cuajo de doble potencia, elaborado a partir de enzimas de origen microbiano. Se aplica al 0.01 % sobre la cantidad de litros a cuajar, y los resultados se obtienen aproximadamente a los 30 minutos, dentro de un rango que va desde los 15 a los 45 minutos.

Al llegar al punto de coagulación se procede a cortar. En Honduras se hace con un agitador con orificios que tienen un diámetro de 1 centímetro, en El Salvador para este fin se usan paletas de madera de pino. Se continúa haciendo hasta que ya no hay bloques grandes de cuajada.

El siguiente paso es lo que ellos llaman el desuerado a medias, que consiste en agitar la cuajada con las manos para que salga más agua de la estructura sólida. Después se deja reposar de cinco a 10 minutos para que el coágulo precipite y así poder sacar el suero desprendido hasta llegar a un nivel en que ya se vea la cuajada.

En El Salvador una pequeña cantidad de suero se destina a elaboración de requesón, que es un tipo de queso para untar elaborado exclusivamente a partir del suero. En Honduras en cambio, se bombea por tuberías hasta una granja porcina en la que se usa como alimento para los animales.

Los dos quesos son de fuerte sabor salado, La cuajada se deja en salmuera durante 24 horas. La salmuera se prepara aplicando 7 % de sal, a partir de la leche inicial. La sal se echa directamente sobre el suero y al mismo tiempo se va agitando para disolverla.

Al día siguiente, el desuerado es total y la cuajada está lista para ser moldeada. Los moldes en Honduras son de acero inoxidable y en El Salvador son de madera cepillada de pino. Se deposita la cuajada en los moldes y se prensa con un tornillo que proporciona la presión sobre la masa y le va dando la firmeza.

Este proceso dura de 48 a 72 horas, tomando en cuenta que la cuajada al soltar suero pierde volumen. El tornillo se sigue apretando hasta que proporcione toda la presión posible, este proceso se repite unas tres o cuatro veces al día.

Los quesos ya prensados se maduran por lo menos 15 días. En Honduras la cámara de maduración es exclusiva para ése fin. En El Salvador, la misma área de elaboración sirve como cuarto de maduración. Se madura a temperatura ambiente que fluctúa entre 27 y 33 °C y una humedad relativa entre 75 – 80 %.

Los bloques de queso se voltean cada dos días para que se sequen parejo y no se dañe la cara en contacto con el estante. Si se forma una capa de hongos en las paredes se tiene que limpiar con cepillos.

En El Salvador la venta del queso puede ser en bloques de aproximadamente 30 kilos o bien, se parte la cantidad que el cliente desea en el mismo momento que lo compra y se envuelve en papel manila. En Honduras los bloques se mercadean sin empacar, pero también se encuentran disponibles fracciones de medio y un kilo empacados en plástico termoencogible.

**3.3.2.2 Proceso artesanal de queso Crema de Nicaragua.** La procesadora recibe leche durante la mañana, hasta el medio día. La mayor parte es recién ordeñada y un 20 % de la leche recibida tiene alrededor de 6 horas de estar en los tambos ya que se transporta en vehículo desde zonas aledañas.

Ésta industria nicaragüense tampoco hace análisis de laboratorio, pero se tomaron muestras de leche a las cuales se les midió la acidez, y los resultados oscilaron entre 0.15 y 0.18 % de ATECAL. La grasa se midió entre 3.5 y 4 %.

En Lácteos Doña Blanca no se pasa por ningún tipo de filtro al recibir la leche. No lo hacen porque suponen que los productores en sus fincas, al verter del balde de ordeño al tambo grande de transporte sí pasan por algún tipo de colador o filtro a la leche, pero desconocen de qué clase y el manejo que se le da al mismo.

No se pasteuriza la leche, se envía directamente a las queseras, las cuales son sólo recipientes grandes que facilitan el proceso. La maduración de la leche se hace con los microorganismos naturales que contiene.

Inmediatamente después de depositar la leche en las queseras se le aplica la dosis respectiva de cuajo de doble potencia a 0.005 % aunque nunca se mide bien la cantidad; la coagulación se obtiene en más o menos 50 minutos.

El corte de cuajada se hacen con palas de madera y se obtiene un coágulo muy pequeño y no uniforme. Luego se reposa durante 10 minutos y el suero se extrae con baldes por encima de la quesera hasta llegar al nivel de la cuajada. El suero se usa para alimentar a los cerdos.

A la cuajada con suero que se encuentra en la quesera, se le aplica 6 % de sal con respecto a la cantidad inicial de leche, se agita por 5 minutos y se deja en la salmuera por 35 minutos. Las cantidades se manejan por sacos y medios sacos, medida que teóricamente equivale a 45 kg y 22.5 kg respectivamente. El problema es que la cantidad de sal aplicada nunca es constante.

Al pasar los 35 minutos se deja salir la salmuera por el orificio inferior de la quesera y se le coloca un colador, el cual se limpia continuamente. El suero salado que se recolecta se usa para aplicarlo en los quesos duros que se dejan madurar al medio ambiente.

La cuajada totalmente desuerada se coloca en los moldes que son de madera lisa. A medida que se echa la cuajada al molde se va desmenuzando y presionando suavemente para que no se formen fracciones grandes de queso y no quede mucho aire atrapado.

Los quesos permanecen en los moldes durante las próximas 5 horas, se sacan de ellos y se venden según vayan llegando los clientes a solicitarlo. Si no se vendió el mismo día se ponen en bolsas de plástico y se guarda para la siguiente jornada.

### **3.3.3 Tecnificación de los procesos artesanales**

Como se había mencionado, ambos quesos secos (el Morolique de El Salvador y el Seco de Honduras) fueron tecnificados como parte de este estudio como un solo tipo de

quesos. En cambio el queso Crema de Nicaragua se tecnificó en forma independiente. Todo este proceso se hizo en la Planta de Lácteos de Zamorano.

La tecnificación se inició desde el mismo momento de recibir la leche, en ese paso se hicieron las pruebas organolépticas básicas que son olor, color y presencia de partículas extrañas, y verificar que no haya anomalías. Además se hicieron análisis rápidos de laboratorio para medir acidez, gravedad específica, y detectar adulteraciones.

Se tiene la seguridad de que la leche estaba dentro de los rangos aceptables que son de 0.14 a 0.18 % de ATECAL, se procedió a verterla en la tina de recepción, pasándola a través de una manta (previamente lavada con detergente y desinfectada con una solución de cloro a 200 partes por millón durante por lo menos dos minutos).

La leche que llega a la procesadora de lácteos contiene en promedio 3.8 % de grasa, ese contenido de grasa es el necesario para elaborar el queso Crema hecho con leche entera de vaca. Para los quesos secos es necesario reducir parcialmente la cantidad de grasa a 2 % y se consigue por medio de los procesos de descremado y estandarización.

La leche se debe descremar a una temperatura entre los 26 a 38 °C, ya que se ha determinado que ese rango es el conveniente para el proceso (Revilla,1996). Adaptándose a las condiciones con las que cuenta Zamorano, la leche se descremó totalmente y se consiguió bajar el contenido de grasa hasta 0.05 %. Posteriormente esta leche descremada se mezcló en las proporciones necesarias con leche entera, y así se llega a un producto de 2 % de grasa.

Con el sistema de pasteurización continua de alta temperatura y corto tiempo, se expuso la leche durante 15 segundos a 73 °C y al pasar por el sistema de regeneración se bajó la temperatura hasta 25 °C. Antes de ser enfriada a 4 °C en la sección de enfriamiento del pasteurizador, se mandó directamente a la marmita quesera.

Para corregir la deficiencia de calcio que produjo la pasteurización, se agregó calcio en forma de cloruro de calcio al 40 % en proporciones de 20 mililitros por cada 100 kg de leche y se agita durante dos minutos.

Se elevó la temperatura a 33 °C, que es la óptima para crecimiento de bacterias y fermentación láctica. Los cultivos utilizados fueron los comerciales liofilizados de CHR Hansen elaborados a partir de *Lactococcus lactis*. Este cultivo fue general para los dos tipos de queso, el crema y los secos.

Las cantidades usadas para los quesos fueron de 0.75 y 0.5 Kg. de cultivo por cada 100 kg de leche, para los quesos secos y el crema, respectivamente. Esta adición se hizo con la idea de que la acidez de la leche se elevara por lo menos 0.02 % de ATECAL para facilitar el cuajado.

Cuando se obtuvo el nivel de acidez deseado, se suministró el cuajo de doble potencia de marca Marshal, en cantidades de 10 mililitros por cada 100 kg de leche, que se diluyó en

agua, en 20 veces su volumen. En ambos tipos de quesos el tiempo de coagulación de la leche fue de 45 minutos, con más o menos 5 minutos de variación entre una repeticiones y otra.

La cuajada ya formada se cortó con las palas de acero inoxidable en el queso seco y con las liras horizontales y verticales en el queso crema. En el primer caso se hizo por 5 minutos hasta que ya no hubiesen fracciones grandes de cuajada. Con las liras, primero se pasó la horizontal y después la vertical por toda la masa de cuajada.

Se desueró parcialmente en ambos caso con la salvedad de que para el Crema, antes se agitó por cinco minutos y elevó la temperatura hasta 38 °C. Pero en los dos tipos, el desuerado llegó a un nivel en el cual la cuajada tenía alrededor de una pulgada sobre el nivel del suero.

Los quesos se elaboraron con sal refinada en los mismos porcentajes, 4 % en cada uno. La diferencia fue que el queso Seco se dejó en salmuera durante 16 horas y el Crema solo se saló por 40 minutos, agitando cada 20 minutos y dejándolo reposar.

Se desueró totalmente la cuajada para queso seco y se prepararon los moldes cerrados con su respectiva manta. La cuajada se echó en ellos y se procedió a prensar durante tres días, alcanzando una presión de 7.04 kg por centímetro cuadrado. Se verificó continuamente que el pistón de la prensa siempre ejerciera presión sobre la cuajada. Los quesos se voltearon diariamente y cuando ya no había presión en un solo molde, se ponían dos bloques de queso en un solo molde.

El queso Crema no lleva un desuerado total en la quesera, éste se vierte con todo y suero sobre las mantas en el molde y se deja por tres horas a temperatura ambiente, volteando los moldes de 5 a 6 veces, es decir cada media hora. Luego, los bloques de queso se metieron en las cámaras frías a temperaturas de 7 °C y permanecieron en ellas por un día completo.

Una vez listo el queso Crema, se empaca en bolsas para vacío de diferentes pesos, las cuales se etiquetan y se ponen a disposición de los compradores. En cambio el queso Seco aún se tiene que dejar 15 días en las cámaras para que se desarrollen los sabores y olores característicos; y voltearlo día tras día de modo que todos sus lados estén expuestos el mismo tiempo y se sequen uniformemente. Una vez transcurrido este tiempo se cortó y empacó de la misma manera que el queso Crema.

Todos y cada uno de los equipos y utensilios que se utilizaron durante los procesos de elaboración fueron previamente lavados con agua y detergente e inmediatamente antes de usar se desinfectaron con una solución de cloro a 200 partes por millón. Se tomaron las precauciones para que las cantidades de cada producto, ingredientes y materias primas fuesen debidamente pesadas.

### **3.3.4 Análisis sensorial**

Para la validación del estudio fue necesario un panel de catación y todo se llevó a cabo según las indicaciones del manual: “ Métodos sensoriales básicos para evaluación de alimentos” (Watts *et al.*, 1989).

Para las pruebas sensoriales se evaluaron los productos en cuanto a sabor, textura, color y olor. Para tal fin se seleccionaron las personas más indicadas partiendo de un grupo de 24 individuos, los cuales se sometieron a las prácticas de familiarización con los sabores y olores básicos de fácil identificación.

Después de repetir durante tres días la familiarización, se procedió a evaluar la sensibilidad de los diferentes voluntarios y según los resultados se escogieron a los que obtuvieron 100 % en todas las pruebas. Éstas consistieron en reconocimiento de olores y sabores con los que antes se habían estado familiarizando. Las personas que pudieron reconocer todo lo que se les expuso, son las que pasaron a la siguiente fase.

Una vez se contó con los catadores oficiales, éstos fueron entrenados con los productos específicos, en éste caso una variedad de quesos, para que percibieran algunas diferencias particulares entre ellos.

Para terminar se sometieron a la etapa que arrojó los resultados útiles para las pruebas estadísticas.

Se les ofreció en platos enumerados cada tipo de queso, los procesados artesanalmente originarios de El Salvador (Morolique), Honduras (Seco) y el elaborado en la planta de Zamorano. Lo mismo se repitió para el queso Crema de Nicaragua, en este caso solo fue el artesanal comparando con el tecnificado.

### **3.3.5 Análisis estadístico**

El análisis estadístico se realizó con la ayuda del programa “Statistical Analysis System 6.12 ” ( SAS 6.12 ). Aplicando un modelo Factorial de 3 por 7 en los quesos secos y 2 por 7 en el queso Crema ya que las fuentes de variación fueron los tres y dos quesos respectivamente y en los dos casos la otra fue los 7 panelistas.

### **3.3.5 Análisis de costos**

Se realizó un análisis de costos detallado para la producción de quesos seco y crema tecnificados, elaborados en la planta de lácteos de Zamorano. Para los mismos quesos elaborados en condiciones artesanales, se hizo un estimado de costos, en base a los precios de venta de estos productos, calculando un 15 % menos que el precio de venta. Para el costeo en la planta de Zamorano, se utilizó el Sistema de Información Económica (SIE), se basa en una hoja de cálculo que arroja resultados por cada tanda de producción.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS

Se realizó el análisis químico proximal a las muestras de los diferentes quesos producidos en forma artesanal y a los quesos tecnificados en Zamorano.

#### 4.1.1 Resultados para los quesos secos de El Salvador, Honduras y Tecnificado

Los análisis de proteína, grasa, humedad y sal, se pueden apreciar en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados de análisis para quesos secos: artesanales y tecnificado.

<b>Tipo de Queso</b>	<b>HUMEDAD %</b>	<b>PROTEÍNA %</b>	<b>GRASA %</b>	<b>SAL %</b>
<b>Seco de El Salvador</b>	42	39.65*	48.27*	12.06*
<b>Seco de Honduras</b>	40	38.3*	51.66*	12.08*
<b>Seco Zamorano Tecnificado</b>	45	43.63*	45.45*	5.83*

\*Porcentaje sobre materia seca.

Para el componente humedad se puede apreciar que existió diferencia entre los quesos. Se ve que el queso más húmedo fue el Zamorano tecnificado y se debió a que la prensa y los moldes con los que se trabajó en el Zamorano no son los más adecuados, ya que no es posible aplicar suficiente presión para extraer una mayor cantidad de suero. Además las cantidades de sal utilizadas en los quesos artesanales provocaron un mayor desuerado.

Con relación a proteína, el estudio demostró que el queso tecnificado contiene una mayor concentración, esto se puede atribuir a un mayor contenido de proteína en la leche utilizada como materia prima para elaborar estos quesos.

Otro factor influyente en las variaciones de proteína en el queso, es el porcentaje de grasa de la leche con la que se elaboró, puesto que a mayor contenido de grasa la proporción de proteína con respecto a los sólidos disminuye. Los quesos artesanales se elaboraron con leche que contenía entre 2 y 2.5 % de grasa, en cambio para el queso tecnificado, la leche se estandarizó a 2 % de grasa.

En cuanto al contenido graso de los quesos, el Zamorano tecnificado fue el de menor contenido. Esto se debió a que en los quesos de El Salvador y Honduras la leche utilizada como materia prima contenía hasta 2.5 %. En cambio en el queso seco Zamorano tecnificado se utilizó leche estrictamente a 2 % de grasa. Al haber más cantidad inicial de grasa, se espera una mayor proporción de ésta en el producto final, asumiendo rendimientos equivalentes.

El contenido de sal como se ve en el Cuadro 2, fue mucho mayor en los quesos secos de El Salvador y Honduras, ya que las cantidades iniciales de sal (aproximadamente 7%) son utilizadas para preservación de los quesos, mas que para impartir sabor. En el queso seco Zamorano tecnificado la pasteurización de la leche ayuda en la preservación del queso, por lo tanto no es necesario el uso de altos niveles de sal.

#### 4.1.2 Resultados para los quesos Crema de Nicaragua y Tecnificado

Los resultados para esta caso se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados de análisis para quesos Crema: artesanal y tecnificado.

<b>Tipo de Queso</b>	<b>HUMEDAD %</b>	<b>PROTEÍNA %</b>	<b>GRASA %</b>	<b>SAL %</b>
<b>Crema de Nicaragua</b>	53	36.17*	57.44*	4.7*
<b>Crema Zamo. Tecnificado</b>	49	41.17*	54.90*	3.62*

\* Porcentaje sobre materia seca.

En este caso, el de mayor humedad fue el elaborado artesanalmente. Esta diferencia se debió a que en el queso Zamorano tecnificado, la cuajada se calentó a 38 °C para obtener una cuajada más consistente. Este calentamiento causa contracción de la cuajada, lo cual expulsa más suero obteniéndose un queso crema de mejor textura.

El porcentaje de proteína fue superior en el queso Crema Zamorano Tecnificado, presumiblemente, porque el contenido de proteína en la leche utilizada en Zamorano fue mayor que el contenido de proteína en la leche de los productores artesanales. Además, un mayor contenido de grasa, disminuye en proporción la concentración de proteína.

La grasa en cambio fue mayor en los quesos artesanales, puesto que la leche de los productores artesanales no se estandarizó a determinado porcentaje de grasa, y en algunos casos la cantidad de grasa en la leche puede llegar hasta 4 % en animales encastados. Si hay más grasa en la leche, el queso tendrá mayor contenido también.

En cuanto a sal, presentó mayor concentración el queso artesanal, ya que en éste se usan cantidades de 6 % con el propósito de conservar el queso; en cambio en el Zamorano se usó 4 % y se dejaron en salmuera durante el mismo tiempo.

## 4.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Los quesos fueron evaluados para las características siguientes: olor, sabor salado, sabor ácido, dureza, granulosis y calidad global.

### 4.2.1 Evaluación sensorial en quesos secos

Los datos obtenidos con el panel de catación fueron procesados estadísticamente, y los resultados se presentan en el Cuadros 4.

Cuadro 4. Resultados de la catación de quesos secos.

Tipo de queso	Calidad Global	Textura		Olor	Sabor	
		Dureza	Granulosis		Acido	Salado
<b>Seco de El Salvador</b>	2.50b	2.80a	3.00a	2.23b	2.40b	2.28b
<b>Seco de Honduras</b>	2.70b	3.00a	2.90a	2.30b	2.62b	2.35b
<b>Seco Zamorano</b>	3.70a	3.10a	2.60a	3.60a	3.80a	3.60a

$\alpha = 0.05$

La calidad global presentada por el queso seco Zamorano se calificó favorable, ya que en la mayoría de las características individuales tomó ventaja, en particular, olor, acidez y salado, esto se debió a que la leche usada en el queso tecnificado se pasteurizó, de esta forma se controló la acidificación de los quesos y las cantidades de sal fueron moderadas. Éstas influyeron en que la calidad global de los quesos artesanales fuese mal evaluada, puesto que las preferencias se inclinaron a favor de olores y sabores menos penetrantes.

El olor, el sabor salado y el sabor ácido arrojaron casi los mismos resultados: en las tres características se definió como mejor al queso Zamorano con medias de 3.6, 3.6 y 3.8 respectivamente.

Para elaborar el queso Zamorano se utilizaron bacterias lácticas que no generan aromas fuertes, ni tampoco provocaron sabores ácidos muy marcados en el queso. En cuanto a la sal, para el queso Zamorano tecnificado se redujo la cantidad en tres unidades porcentuales y por esta razón no se sintió tan salado como los de El Salvador y Honduras. En el caso de las últimas dos procedencias mencionadas, las cantidades de sal son similares y por lo tanto la diferencia entre ellos no fue significativa.

Dos de las características que no presentaron diferencia significativa entre ninguno de los quesos fueron la dureza y granulosis. En éstas dos, se catalogó mejor al queso Zamorano tecnificado, seguido del de Honduras y por último el de El Salvador. La dureza

presentada por el queso Zamorano fue favorable ya que a mayor contenido de humedad los hizo quesos no tan sólidos ni compactos.

#### 4.2.2 Evaluación sensorial en queso crema

Los datos obtenidos con el panel de catación fueron procesados estadísticamente, y los resultados se presentan en el Cuadros 5.

Cuadro 5. Resultados de la catación de quesos crema.

Tipo de queso	Calidad Global	Textura		Color	Olor	Sabor	
		Dureza	Creemosidad			Acido	Salado
<b>Q. Crema de Nicaragua</b>	4.15a	4.43a	4.28a	4.62a	3.70a	3.85a	4.00a
<b>Q. Crema Zamorano Tecnificado</b>	4.2a	4.30a	4.15a	4.52a	3.80a	4.00a	4.20a

$\alpha = 0.05$

En la evaluación entre los quesos Crema, no se encontraron diferencias significativas a un  $\alpha = 0.05$  en ninguna de las características analizadas.

De las variables evaluadas, solo tres se presentaron como favorables para el queso tecnificado en el Zamorano y estas fueron: salado, acidez y olor. En dureza, color y cremosidad la ventaja la obtuvo el queso originario de Nicaragua. La calidad global apenas presentó diferencia, pero ésta fue a favor del queso Zamorano tecnificado, aunque tampoco fue significativa.

En cuanto a las características de olor, acidez y salado fueron superiores para el queso Crema de Zamorano tecnificado puesto que la leche usada para su elaboración fue pasteurizada. Además, las cantidades de sal se bajaron en dos unidades porcentuales con respecto a las del queso Crema de Nicaragua, y los cultivos lácticos utilizados tampoco generan aromas fuertes

Las categorías en las que se evaluaron los quesos crema de las dos procedencias fueron bastante superiores a las de los quesos secos. La mayoría de las características se ubicaron entre “ aceptable ” cerca de los niveles superiores, llegando hasta “ bueno ” en los niveles medios.

## 4.3 TECNIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN DE QUESOS ARTESANALES

### 4.3.1 Proceso para el queso seco Zamorano

Recibo y análisis de la leche. Realizar pruebas de ATECAL (óptimo, 0.14 - 0.18 %), materia grasa por método Babcock (ideal 3.8 %), y gravedad específica (1.032 en leche entera a 3.8 % de grasa).

Filtrado de la leche con manta debidamente desinfectada.

Descremado y estandarizado a 2 % de grasa.

Enfriamiento y almacenamiento a 4 °C (necesario para mantener alta calidad en la leche).

Pasteurización por método TATC (73 °C durante 15 segundos). La pasteurización es exigencia en las plantas tecnificadas ya que garantiza un producto sano e higiénico.

Pasar la leche a las tinas queseras y regular temperatura a 33 °C.

Adición de cloruro de calcio al 40 %, (20 mililitros por cada 100 kg de leche), para reconstituir el calcio perdido durante la pasteurización.

Inoculación de cultivo láctico (*Lactococcus lactis*) 0.75 kg de cultivo por cada 100 kg de leche) y esperar que la acidez de la leche se incremente en 0.02 % ATECAL.

Adición de cuajo líquido de doble potencia marca Marshal (10 mililitros por cada 100 kg de leche) diluido en 20 partes de agua. Se obtiene la coagulación en 20 o 30 minutos.

Corte de la cuajada con palas de acero inoxidable, esto para obtener en el producto tecnificado características de textura semejantes a las de los quesos artesanales. Al realizar este tipo de corte, el grano de cuajada que se forma es de menor tamaño por lo tanto la sinéresis aumenta y nos da una cuajada más seca y compacta.

Desuerado parcial, hasta que el nivel de la cuajada este una pulgada aproximadamente por encima del nivel de suero.

Salado de la cuajada se hace a 4 % en base a los kilogramos de leche usada. La cuajada permanece en la salmuera por 16 horas.

Desuerado total, sin aplicar presión.

Moldeado, se hace gradualmente en moldes de acero inoxidable (capacidad de 20 kg).

Se aplica presión con una prensa hidráulica comenzando con una presión de 2.82 kg por centímetro cuadrado, aumentando 1.41 kg por centímetro cuadrado, hasta llegar a 7.05. Secado y maduración en la cámara fría entre 5 y 7 °C, durante 15 días. Los quesos se voltean todos los días para que se sequen uniformemente.

Los bloques se cortan en piezas, se empaacan al vacío, se etiquetan y están listos para la venta.

#### **4.3.2 Proceso para el queso Crema Zamorano**

Análisis de la leche en la sección de recibo, pruebas de gravedad específica = 1.032; ATECAL entre 0.14 y 0.18 % y grasa 3.8 %.

Filtrado de la leche.

Descremado y estandarizado a 3.8 % de grasa.

Enfriamiento a 4 °C (necesario sólo si la leche tiene que almacenarse).

Pasteurización ( 73 °C durante 15 segundos). Es exigencia en las plantas tecnificadas y garantiza un producto higiénico.

Reducir temperatura a 25 °C en la sección de regeneración, si el pasteurizador es de tipo continuo. Si es pasteurización por tandas, se reduce la temperatura a 33 °C.

Calentar la leche a 33 °C (de ser necesario), para adicionar el cultivo. Ésa es temperatura óptima para el desarrollo de las bacterias lácticas.

Adicionar cloruro de calcio al 40 %, (20 mililitros por cada 100 kg de leche)

Adición de cultivo láctico, *Lactococcus lactis* (0.5 kg de cultivo por cada 100 kg de leche). Es necesario porque en la pasteurización se destruyeron la mayoría de los microorganismos que producen acidez. Esperar a que la acidez de la leche se eleve en 0.02 % de ATECAL.

Adición de cuajo de doble potencia marca Marshal (10 mililitros por cada 100 kg de leche). Se diluye en un volumen de agua 20 veces superior al de cuajo. Esperamos a que se forme la cuajada (aproximadamente 20 minutos)

Cortar la cuajada de forma convencional, obteniendo un cubo de 14 por 14 por 13 milímetros aproximadamente.

Dejar reposar la cuajada por 5 minutos.

Agitar la cuajada y aplicación calor para elevar la temperatura hasta 38 °C para favorecer la sinéresis y obtener la consistencia deseada.

Desuerado parcial, hasta que el nivel de la cuajada este una pulgada aproximadamente por encima de el nivel de suero.

Salado de la cuajada se hace a 4 % en base a los kilogramos de leche. La cuajada permanece en la salmuera por 40 minutos, agitándola cada 20 minutos.

Moldeado, se hace en moldes de acero inoxidable, sobre una tela de manta y se aplica la cuajada con todo y suero.

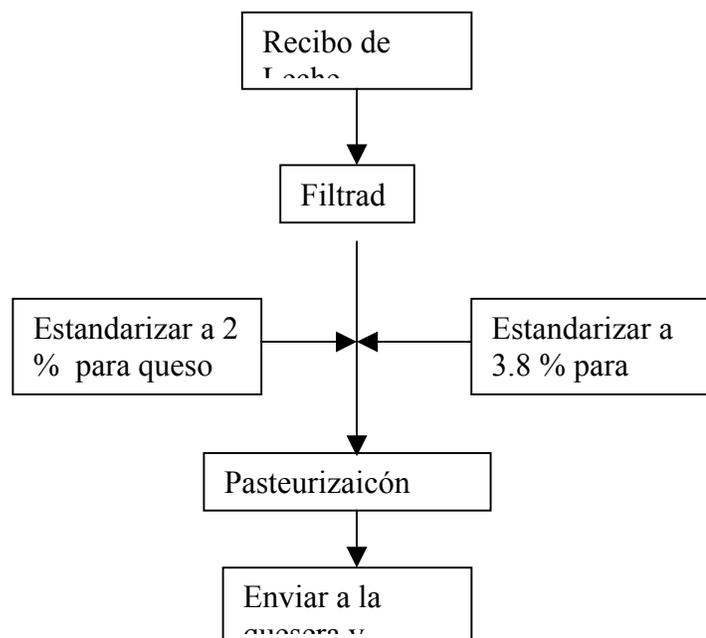
La única presión que se aplica es la ejercida por la fuerza de la gravedad, durante tres horas, volteando los moldes cada 30 minutos.

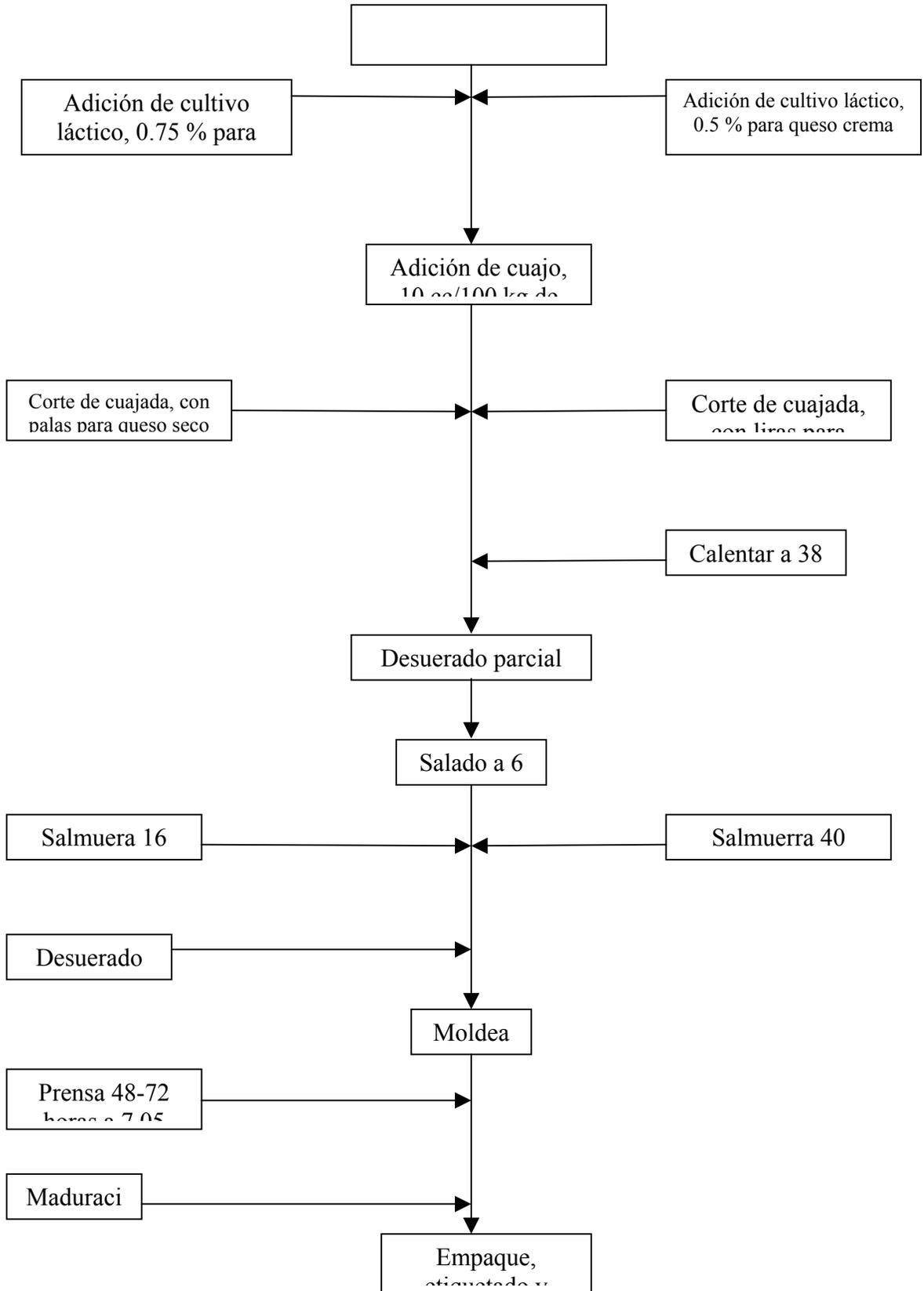
El secado se hace en la cámara fría entre 5 y 7 °C , durante un día.

Los bloques se cortan en piezas, se empacan al vacío y se etiquetan.

Todos los utensilios y equipos usados durante el proceso deben haber sido previamente limpiados y desinfectados con una solución de cloro a 200 partes por millón, durante dos minutos. El personal encargado de la manufactura de los quesos debe cumplir con todas las exigencias higiénicas como: cabello recortado y aislado durante el proceso, usar mascarilla, manos limpias y desinfectadas, ropa aseada.

#### 4.3.3 Diagrama de proceso para quesos seco y crema tecnificados





#### **4.4 RESULTADOS DE COSTEO DE QUESOS, SECO Y CREMA**

Para el queso seco de El Salvador el costo por kilogramo de queso es de 0.622 dólares americanos. El costo del queso seco de Honduras es de 0.423 \$/kg, y el queso crema de Nicaragua tiene un costo de 0.70 \$/kg. Los costos para los quesos seco y crema tecnificados en la industria de Zamorano son de 0.644 \$/kg para el seco y 0.721 \$/kg para el crema.

Los costos de producción se ven modificados en forma considerable, según el nivel de producción que tenga la industria, puesto que los costos fijos se distribuyen entre más unidades producidas. La industria de Nicaragua tiene menor capacidad de producción, seguida por la de El Salvador y luego Honduras. Por esa razón, la industria Hondureña es la que menor costo presenta.

Además el queso crema de Nicaragua y el crema Zamorano tecnificado, son elaborados con leche entera, la cual tiene un precio más alto que la leche usada para quesos secos que está a 2 % de contenido grasa.

Los quesos tecnificados en Zamorano presentan un mínimo aumento en los costos, esto se debe que el personal es capacitado y la inclusión de tecnología en el proceso tiene un costo.

## 5. CONCLUSIONES

La pasteurización es uno de los puntos clave en la tecnificación de los procesos artesanales de elaboración de quesos criollos, puesto que es la principal limitante para la producción de éstos mismos en condiciones artesanales.

El uso de normas básicas de higienización y la implementación de la pasteurización en los procesos de elaboración de los quesos seco y crema, imparte características de sabor, olor y acidez, deseables en este tipo de quesos.

Es imprescindible definir las características que se desean obtener en el producto final y bajo ésta premisa desarrollar los procedimientos de elaboración más adecuados y estandarizarlos para la obtención de quesos del mismo tipo. Así podremos garantizar un producto de calidad constante a través del tiempo.

Las plantas artesanales deben modificar sus procesos tradicionales a tecnificados en la elaboración de sus productos, ya que de no contar con los requerimientos tecnológicos fundamentales como la pasteurización, las autoridades tomarán medidas muy drásticas en contra de estas industrias y además quedaran rezagadas en el mercado competitivo.

Los niveles de sal necesarios para la elaboración de quesos tecnificados son menores que los usados en quesos artesanales puesto que en los últimos, la sal ejerce una función microstática.

El contenido de grasa en la leche destinada a elaboración de quesos debe ser estandarizado al porcentaje de grasa deseado, según el tipo de queso.

Todas las adiciones que se realizan durante la elaboración de los quesos deben ser previamente pesadas o medidas con precisión.

Para potencializar las características de un producto de alta calidad sensorial es necesario complementarlo con las mejores condiciones de almacenamiento, por ejemplo: empacado al vacío, buen manejo de éste empaque y manejo a bajas temperaturas. Ésas condiciones repercutirán aumentando la vida de anaquel del producto.

Para llevar a cabo la tecnificación de los procesos artesanales es necesario utilizar personal capacitado para el desempeño de las tareas de producción, ésto eleva de forma insignificante los costos de producción, pero la tecnificación es una tarea indispensable.

## **6. RECOMENDACIONES**

Se debe promover publicitariamente la comercialización de productos lácteos pasteurizados, de esta manera el mercado para este tipo de productos crecerá, esto se puede llevar a cabo por las empresas productoras tecnificadas, el gobierno de los países u organizaciones no gubernamentales.

Para elaborar queso seco en la planta de Zamorano se deben desarrollar moldes con una lámina de acero inoxidable de mayor grosor para que resistan las grandes presiones a las que se somete este tipo de quesos.

Se recomienda la implementación de la producción del queso seco en la planta de industrias Lácteas de Zamorano.

Para futuros estudios del mismo tipo que este, en los que se incluya análisis químico, se recomienda hacer pruebas de proteína a las muestras de leche que será utilizada como la materia prima para los quesos, al suero que desprenda durante el proceso y al mismo queso.

Se deben utilizar las mejores condiciones de empaque, al vacío preferiblemente. Mantener la cadena de frío hasta el momento de ser consumido.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ALAIS, C. 1994. Ciencia de la leche: principios de técnica lechera. 9ed. México D. F., México, Continental. 594 p.
- AOAC INTERNATIONAL. 1997. Official Methods of Analisis of AOAC international. 16 ed. Ed. Por Patricia Cinniff. AOAC international. Maryland, USA.
- BERG, J. 1988. Dairy technology in the tropics and subtropics. Wageningen, Netherlands. s.n. 290 p.
- CARLAZZOLY, P. et al s.f. Manual de quesería artesanal. s.n.t. 140 p.
- COMPAIRE, C. 1976. Quesos: tecnología y control de calidad. 2ed. Madrid, España, Gráficas Uguina. 539 p.
- GIRON, A.; VALERIANO, D. 1983. Composición química de algunos quesos producidos en Honduras. Zamorano, Hond. 20 p.
- JONES, E. 1978. The word of cheese. New York. USA, Alfred A. Knupf Inc. 298 p.
- KEATING, P.; RODRIGUEZ, H. 1986. Introducción a la Lactología. México D. F., México, Limusa. 287 p.
- KOSIKOWSKI, F. 1982. Cheese and fermented milk foods. 2ed. New York. USA, Edward Brothers Inc. .711 p.
- MORALES, M.; CUEVAS, R.; COJULÚN, R. 1997. Desarrollo Tecnológico en Quesos para Alimentos del Valle. Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana. Hond. s.n. 37 p.
- PRODUCCIÓN DE LECHE DE ALTA CALIDAD. 1998. Memoria. s.n. 10 p
- REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche. 3 ed. Zamorano Hond. EAP. Zamorano Academic Press. 369 p.
- REVILLA, A. 1995. Industria Láctea: curso práctico. 2 ed. Zamorano, Hond. Zamorano Academic Press. 70 p.
- SANTOS, A. 1987. Leche y sus derivados. México D. F., México, Trillas. 224 p.
- STEEL, R.; TORRIE, J. 1988. Bio estadística: Principios y Procedimientos. Trad. Por Ricardo Martínez. 2 ed. México D.F. McGraw – Hill / Interamericana de México. 610 p.
- WATTS, B. Basic sensory methods for food evaluation. 1989. Ottawa Canadá sn. 136 p