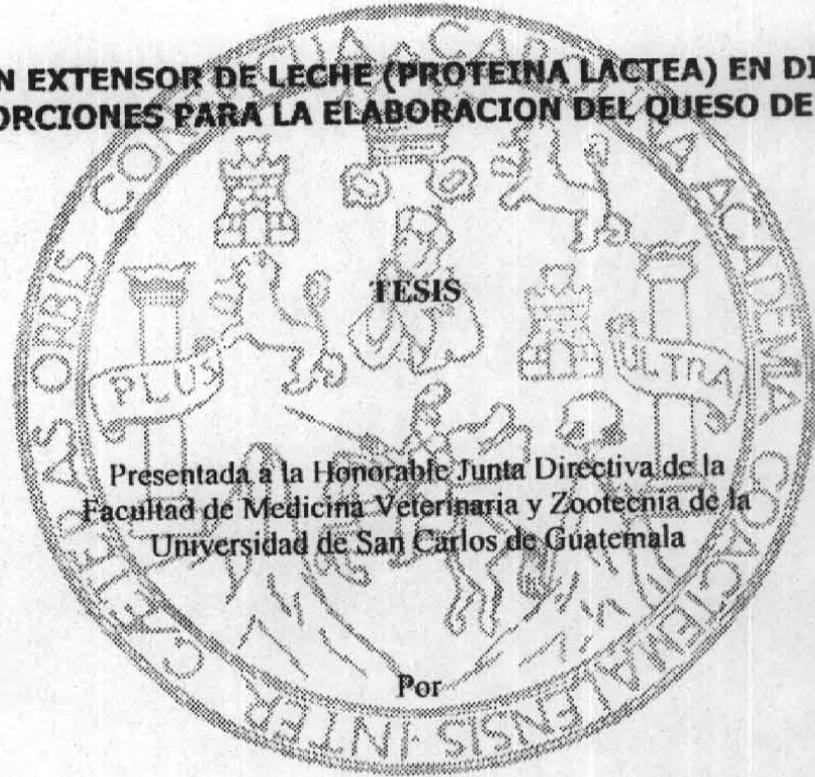


383

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**USO DE UN EXTENSOR DE LECHE (PROTEINA LACTEA) EN DIFERENTES  
PROPORCIONES PARA LA ELABORACION DEL QUESO DE CAPAS**



Presentada a la Honorable Junta Directiva de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

**JOSE PABLO MOLINA MARROQUIN**

Al conferírsele el título de:

**MEDICO VETERINARIO**

Guatemala, Noviembre de 1998

**MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

<b>DECANO</b>	<b>Lic. Rodolfo Chang Shum</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Dr. Miguel Angel Azañón</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Lic. Rómulo Gramajo</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Dr. Otto Lima Lucero</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>Lic. Eduardo Spiegeler</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>Br. José Moreno</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>Br. Eduardo Rodas</b>

**ASESORES**

**Dr. Mario Augusto Ramírez**  
**Lic. Zoot. Carlos Enrique Corzantes**  
**Dr. Mario Estuardo Llerena**

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con lo establecido por los estatutos de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala, presento  
a su consideración el trabajo de Tesis titulado:

**USO DE UN EXTENSOR DE LECHE (PROTEINA LACTEA) EN DIFERENTES  
PROPORCIONES PARA LA ELABORACION DEL QUESO DE CAPAS**

Que me fuera aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y  
Zootecnia, previo a optar al título de:

**MEDICO VETERINARIO**

## **ACTO QUE DEDICO**

**A MIS PADRES**

**Dr. W. Rolando Molina  
Elsa S. Marroquín de Molina**

**A MI HERMANO**

**Juan R. Molina Marroquín**

**A MIS ABUELOS**

**Guillermo Molina  
Carlota González  
Nestali Marroquín  
Sofía Schwendener**

**A MIS TIOS**

**A MIS PRIMOS**

**A MIS AMIGOS**

**Hugo D., Luis F., Juan José,  
Darwin, Mainor, Edgar, Gonzalo,  
Lahudhiny, Marco, Ixmucané,  
Alejandra, Jazzel, Rosario y todos  
mis compañeros de promoción.**

## **TESIS QUE DEDICO**

**A DIOS**

**A MIS PADRES** Por su cariño y absoluta dedicación en cada paso de mi vida.

**A MI HERMANO** Por su valioso ejemplo.

**A MIS ABUELOS** Por su cariño y apoyo en todo momento.

**A MIS TIOS Y PRIMOS** Por ser parte tan importante de mi vida.

**A MIS AMIGOS** En especial a Darwin, Hugo D. y Luis F. por su incondicional amistad.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A todos los catedráticos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por su amistad y por haberme proporcionado los conocimientos necesarios para el desempeño de mi profesión.**

**A mis asesores de Tesis, quienes hicieron posible la realización del presente trabajo de investigación. Gracias por su amistad y confianza.**

**A todas las personas que en alguna medida contribuyeron a la realización de esta investigación.**

# INDICE

	Páginas
I INTRODUCCION.....	1
II HIPOTESIS.....	2
III OBJETIVOS.....	3
2.1-General.....	3
2.2-Específicos.....	3
IV REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
4.1-Definición del queso.....	4
4.2-Características de la leche para la elaboración del queso.....	4
4.2.1-Composición de la leche.....	5
4.3-Coagulación de la leche.....	10
4.3.1-Coagulación por acidificación.....	10
4.3.2-Coagulación por la acción de enzimas.....	12
4.4-Tratamiento de la cuajada.....	12
4.4.1-Corte y fraccionamiento de la cuajada.....	13
4.4.2-Temperatura de la cuajada durante su manipulación.....	15
4.5-Desuerdo.....	16
4.6-Moldeado.....	17
4.7-Prensado.....	18
4.8-Salazón.....	19
4.8.1-Momento para salar.....	20
4.9-Rendimiento del queso.....	22
4.10-El queso en la alimentación.....	22
4.11-Aditivos en la industria alimentaria.....	24
4.11.1-Concentrados de proteína láctea.....	25

V	MATERIALES Y METODOS.....	29
	5.1-Materiales.....	29
	5.2-Métodos.....	30
VI	RESULTADOS Y DISCUSION.....	32
VII	CONCLUSIONES.....	34
VIII	RECOMENDACIONES.....	35
IX	RESUMEN.....	36
X	ANEXOS.....	37
XI	BIBLIOGRAFIA.....	38

## INDICE DE CUADROS

	Páginas
<b>Cuadro No. 1</b>	
<b>Rendimiento en peso de los quesos.....</b>	<b>32</b>
<b>Cuadro No. 2</b>	
<b>Ingreso neto de los tratamientos.....</b>	<b>33</b>
<b>Cuadro No. 3</b>	
<b>Tasa Marginal de Retorno.....</b>	<b>33</b>

## I-INTRODUCCION

El queso es una conserva rica en nutrientes producida por la coagulación de la leche, existe una amplia variedad de quesos, tanto frescos como semimadurados y madurados.

El queso de capas es un ejemplo de los quesos frescos que se elaboran tradicionalmente en Guatemala, siendo estos de muy buena calidad y excelente aceptación.

A pesar de la disminución en la producción láctea en los últimos años, sigue teniendo gran importancia económica la industria artesanal de los quesos, es por ello necesario buscar constantemente los ingredientes, aditivos ó métodos que disminuyan los costos de producción y así poder proporcionar un producto más accesible a la población, evitando siempre sacrificar por ello la calidad.

El uso de extensores de leche para la elaboración de quesos es una de las opciones con que actualmente se cuenta para lograr este propósito, pero es un método poco conocido en nuestro país.

Los concentrados de proteína láctea son extensores de leche y se utilizan a nivel industrial para aumentar el volumen de leche, con lo cual se puede lograr un mejor rendimiento en los quesos.

En el presente trabajo de investigación se pretende determinar el rendimiento en peso del queso de capas elaborado con leche fresca de vaca, utilizando un extensor de leche a base de proteína láctea en diferentes proporciones, por medio de un procedimiento sencillo que pueda adaptarse a las queserías artesanales, y además realizar un análisis económico de los resultados.

## II-HIPOTESIS

No existe diferencia entre el rendimiento en peso del queso de capas elaborado con leche fresca de vaca y un extensor de leche, a base de proteína láctea, en diferentes proporciones.

### **III-OBJETIVOS**

#### **3.1-GENERAL**

Contribuir con la industria quesera nacional, aportando información relacionada con un extensor de leche (concentrado de proteína láctea) que permita introducir nuevos procesos tecnológicos en la elaboración de quesos.

#### **3.2-ESPECIFICOS**

3.2.1-Determinar el rendimiento en peso del queso de capas usando un extensor de leche en el proceso de elaboración.

3.2.2-Evaluar el costo de producción de cada uno de los tratamientos.

## IV-REVISION BIBLIOGRAFICA

### 4.1-DEFINICION DE QUESO

Cuando la leche se vuelve más ácida que de costumbre, sus partículas sólidas como las proteínas, se unen para formar una masa blanda semejante a un flan espeso, que se llama cuajada. Buena parte del agua de la leche, además de otras sustancias disueltas componentes de la leche, se separan de la cuajada y se eliminan al escurrir ésta. Al líquido restante se le llama suero. El suero puede separarse con más facilidad de la cuajada si se calientan juntos a una temperatura que supere los 15 grados centígrados.(3)

El queso es una conserva obtenida por la coagulación de la leche y por la acidificación y deshidratación de la cuajada. Es una concentración de los sólidos de la leche.(12)

El queso de capas es un queso propio de la República de Guatemala, elaborado de leche fresca entera sin pasteurizar o pasteurizada, con cultivos lácteos en baja proporción o sin ellos cuando la leche es cruda. Se diferencia del queso fresco (queso blanco guatemalteco) en que la cuajada se corta en cubos grandes y la salazón se hace en la batea, junto con el suero. Se denomina "de capas" porque se van formando las capas a medida que se va moldeando en etapas sucesivas. (1)

### 4.2-CARACTERISTICAS DE LA LECHE PARA LA ELABORACION DEL QUESO

La leche es una mezcla compleja de materia grasa, proteína, lactosa, minerales, vitaminas y otros microcomponentes, que se encuentran en el medio líquido como una emulsión, una dispersión coloidal, o bien una solución, de acuerdo con las características físico-químicas de cada uno de los componentes.(8)

La leche destinada a la fabricación del queso puede proceder, teóricamente, de cualquier hembra mamífera doméstica, pero es bien sabido que la mayor parte se obtiene de la leche de vaca.(5)

Actualmente se elaboran quesos de productos diferentes a la leche animal como el obtenido a partir de leche de soya, cuya evaluación sensorial tiene aceptación satisfactoria.(19)

#### 4.2.1-COMPOSICION DE LA LECHE

##### 4.2.1.1-AGUA:

El agua se encuentra en la leche de dos formas: libre y ligada. La segunda no interviene en los procesos enzimáticos ni en los microbiológicos. El agua libre es de gran importancia en quesería, debido a que muchos de los procesos fisicoquímicos y microbiológicos que tienen lugar en la elaboración del queso exigen su intervención y además regulando su contenido es factible darle la consistencia deseada. Conociendo la cantidad de agua libre, se puede determinar el grado de hidratación de las proteínas a la temperatura y al pH a que se haya efectuado la medida; los procesos microbiológicos y enzimáticos de la maduración del queso dependen del contenido de agua libre; ésta desaparece al deshidratar la leche y al calentar la cuajada. (4)

##### 4.2.1.2-GRASA

La grasa se encuentra emulsionada en la leche en forma de glóbulos microscópicos, cuyos diámetros pueden variar de 0.1 a 22 micrones, siendo lo normal entre 1.5 y 6 micrones. Las grandes variaciones que pueden haber en el tamaño de los glóbulos grasos, se deben a factores como la raza, período de lactación, alimentación, acción mecánica de la leche, etc. La mayor parte de la grasa es una mezcla de ácidos grasos en composición con glicerina. (8)

Los glóbulos grasos están cubiertos por una membrana de composición muy compleja. La membrana está compuesta principalmente por triglicéridos, con un punto de fusión alto y fosfolípidos, principalmente lecitinas. Además se encuentra una serie de otros componentes. La membrana a su vez, está cubierta por una capa delgada, que es una concentración de plasma de leche, principalmente caseína. (8)

Las lecitinas son solubles tanto en agua como en la grasa, lo que se supone es la razón por la cual la leche es una emulsión de grasa muy estable. Las lecitinas se

descomponen fácilmente, formando trimetilamina de olor desagradable, que, a veces, causa defectos en la mantequilla. (8)

De otros componentes importantes de la grasa cabe mencionar las estrinas. De especial interés es la ergosterina, que al ser expuesta a rayos ultravioleta se transforma en vitamina D; y la carotina, que es la provitamina A. (8)

#### 4.2.1.3-PROTEINAS

Las proteínas de la leche se dividen en tres fracciones fundamentales: caseína, albúminas y globulinas. Están compuestas por unos veinte o más aminoácidos, entre los que destacan: glicina, alanina, valina, leucina, isoleucina, serina, treonina, lisina, arginina, metionina, cistina, ácido aspártico, ácido glutámico, tirosina, fenilalanina, triptófano, histidina y prolina. Los aminoácidos son compuestos nitrogenados de gran importancia biológica. Algunos son esenciales, debido a que únicamente son sintetizados por los vegetales y sólo a través de los alimentos se incorporan al organismo animal. Tienen sabores característicos, entre los que dominan dulces y amargos, de distinta intensidad, que influyen, especialmente el amargo, sobre la calidad del queso. (4)

**Caseína:** La caseína de la leche, ó, de acuerdo con otra terminología, el caseinógeno, ofrece reacción ácida, y por eso no es infrecuente que se le denomine ácido caseínico. Para su neutralización, en presencia de fenolftaleína, se precisan 8.1 ml de una disolución 0.1 N de hidróxido sódico por cada gramo de caseína presente. La caseína es una proteína de elevado peso molecular. Consta de unos 19 aminoácidos y se diferencia de las restantes proteínas lácteas por su alto contenido en fósforo (en forma de ácido fosfórico); es una sustancia pulverulenta, blanca, inodora e insípida y prácticamente insoluble en agua. Se dispersa con facilidad en las disoluciones acuosas de diversas sales, formando un sistema coloidal; la obtenida por procedimientos industriales muestra una tonalidad ligeramente amarillenta, lo que se debe a impurezas de origen lácteo y al empardeamiento durante la deshidratación. Las investigaciones realizadas en el curso de los últimos años han demostrado que la caseína es una sustancia heterogénea que consta de tres fracciones,  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ , que difieren en su contenido de fósforo y en su comportamiento frente al cuajo. (4)

La caseína es la proteína más abundante en la leche, normalmente se encuentra en cantidades de 2.6 a 3.0 %. Es una proteína característica de la leche, ya que en la naturaleza no se encuentra en otras partes. Como el pH normal de la leche (6.6) es superior al punto isoeléctrico de la caseína, ésta se encuentra en la leche en forma de caseinatos, especialmente caseinato de calcio. Existe cierta relación entre la cantidad de calcio que está atado a la caseína y la solubilidad de la misma. Es así que la solubilidad de los caseinatos está en función directa con la cantidad de calcio que contienen y en función indirecta a la cantidad de iones de calcio que se encuentra en el medio de solución. (8)

Una de las características más importantes de la caseína es su coagulación con la enzima quimosina. Al producirse esta coagulación la caseína se desdobla en paracaseína, que en la leche se precipita como paracaseinato de calcio. La composición principal de la paracaseína es semejante a la de la caseína. Igualmente que el caseinato de calcio, también el paracaseinato de calcio es soluble en un pH de 5 a 6 en una solución de cloruro de sodio de 5 a 10%. Esto tiene importancia en la fabricación de quesos. (8)

**Albúmina:** La leche contiene aproximadamente 0.5% de albúminas, las que son solubles en agua. Su punto isoeléctrico es un poco superior al de la caseína, no obstante a este punto (pH 4.6) es todavía soluble en agua. Con el calentamiento a temperaturas superiores a 70°C empieza una desnaturalización de la lactoalbúmina, que a 100°C se completa en pocos minutos. Normalmente la desnaturalización es acompañada por una precipitación, pero en la leche se disuelve como albuminato cuando la temperatura excede los 95°C. En la elaboración de quesos la lactoalbúmina va con el suero. Para el recién nacido la albúmina tiene gran importancia alimenticia en los primeros días, encontrándose en el calostro en cantidades hasta de 16%. (8)

**Globulina:** Esta proteína se encuentra en la leche en pequeñas cantidades en forma de englobulina y pseudoglobulina. Es menos soluble que las otras proteínas de la leche. Coagula con el efecto del calor y con el agregado de ácido a la leche. (8)

#### 4.2.1.4-LACTOSA

La lactosa es un componente característico de la leche, que en la naturaleza solamente se encuentra en la leche de los mamíferos y por lo tanto, se denomina azúcar de la leche. La lactosa es un disacárido, que mediante una hidrólisis, se desdobla en los

monosacáridos glucosa y galactosa. Este proceso es provocado por la enzima lactasa, que se encuentra en el intestino de los mamíferos, en las bacterias lácteas y aquellas levaduras que fermentan la lactosa.

Hay dos modificaciones de lactosa llamadas Alfa y Beta lactosa. Tienen las mismas características químicas pero difieren físicamente en cuanto al punto de fusión, solubilidad, etc. En forma sólida, las dos modificaciones son estables, pero en solución se transforma en otra hasta que halla un equilibrio entre las dos formas, correspondientes a aproximadamente 37% Alfa-lactosa y 63% Beta lactosa.

Finalmente, existe una modificación no cristalina, lactosa amorfa, que es el resultado de una evaporación rápida de una solución sobresaturada, esta modificación se produce en la leche en polvo elaborada por el método "spray" y con la absorción se transforma en Alfa-lactosa hidrato. (8)

La lactosa también tiene un papel importante en el sabor y aroma del queso. (12)

#### 4.2.1.5-SALES MINERALES

La mayor parte se encuentran en la leche en disolución molecular iónica; pocas en estado coloidal. Las más abundantes son las de los ácidos fosfórico, cítrico y láctico (fosfatos, citratos y lactatos). Pese a su porcentaje relativamente bajo (0.7%), ejercen una gran influencia sobre las características de la leche. Algunas, (especialmente las cálcicas) son las responsables de que la caseína se encuentre formando un complejo micelar de fosfocaseinato cálcico en equilibrio con el suero. Los citratos facilitan la hidratación de las proteínas; el calcio iónico tiende a disminuirla. La coagulación de la leche por el cuajo exige la presencia de sales cálcicas. A. A. Kalantar señaló por primera vez la importancia que para la elaboración del queso tenían los fosfatos, a los que atribuyó las diferencias de calidad advertidas en quesos Emmental procedentes de distintos países. (4)

#### 4.2.1.6-VITAMINAS

Las vitaminas son compuestos orgánicos de diverso origen, que participan en procesos de oxidación y reducción y que ofrecen gran importancia en el metabolismo animal. En contraste con los nutrientes básicos (proteínas, grasas e hidratos de carbono)

solo se precisan cantidades mínimas. La leche es rica en muchas vitaminas y constituye por tanto una fuente importante de las mismas. Al queso llegan procedentes de la leche. (4)

#### 4.2.1.7-ENZIMAS

La leche contiene una cantidad de enzimas que además de su valor digestivo, tienen importancia en la industria lechera para la elaboración de algunos productos lácteos, como también para la detección del tratamiento térmico de la leche. Se distinguen entre las enzimas hidrolizantes y aquellas oxidantes, llamándose hidrolasas y oxidasas respectivamente. A continuación se enumeran las más importantes:

Hidrolasas:	proteasa	Oxido-Reductasas:	peroxidasa
	amilasa		catalasa (8)
	lactasa		
	lipasa		
	fosfatasa		

#### 4.2.1.8-PIGMENTOS

La leche contiene diversos pigmentos. Uno de ellos, es el caroteno a partir del cual se forma la vitamina A. También influye en el color de la leche, el color de la grasa y la tonalidad amarillo-verdosa del suero se debe a pigmentos del grupo de las lactoflavinas. (4)

#### 4.2.1.9-ELEMENTOS TRAZA

La leche contiene un buen número de elementos traza (elementos vestigiales, oligoelementos) tales como molibdeno, zinc, cobalto, cobre, manganeso, etc. Desempeñan importantes funciones en la biología vegetal y animal; su papel en la industria quesera no está aún suficientemente claro; está siendo estudiado con el fin de tratar de mejorar la calidad del queso y acelerar su maduración. Estimulan el desarrollo de las bacterias acidolácticas. (4)

#### 4.2.1.10-GASES

De los gases en la leche , el oxígeno, forma parte del sistema oxido-reductor. El queso contiene éstos y otros gases adicionales. (4)

La aptitud de la leche para la elaboración de queso depende de sus caracteres organolépticos, fisicoquímicos y de la naturaleza de su microflora. Es idónea cuando posee un color, sabor y olor y una composición (en particular en lo que se refiere a proteínas, grasas y sales minerales) normales, cuando cuenta con una microflora apropiada y una buena aptitud para la coagulación.

Para la elaboración del queso ofrece particular importancia los caracteres organolépticos de la leche, especialmente su sabor y olor.

La leche que se destine a la elaboración de queso ha de ser objeto de una rigurosa selección, debiendo en cualquier caso reunir todas las exigencias higiénicas.

La calidad del queso se ve fuertemente afectada por la abundancia de caseína y la contribución a la misma de sus fracciones, debido a que la fracción Y no coagula por acción del cuajo. Por cada kilo de caseína se pueden obtener 2.5 kg de queso. (4)

#### 4.3-COAGULACION DE LA LECHE:

El cuajado es el término usado para describir el cambio o paso de la leche de su estado líquido a otro sólido, o, mejor dicho, el paso de un coloide complejo a una solución coloidal semisólida por precipitación de la caseína. La estructura del coloide es tan particular que la mayor parte de la grasa, las bacterias, el fosfato cálcico coloidal y otros elementos particulares, quedan enlazados en el coágulo. El agua y los materiales disueltos están presentes en proporción al suero retenido después del prensado.(5)

##### 4.3.1-COAGULACION POR ACIDIFICACION

La acidificación brutal, por adición de un ácido mineral u orgánico, determina la floculación de las caseínas (pH 4.6 aproximadamente) en forma de un precipitado más o menos granuloso que se separa del lactosuero. Por el contrario, una acidificación progresiva, obtenida bien sea por fermentación láctica, o bien por hidrólisis de la

gluconolactona, determina a la formación de un coágulo liso, homogéneo que ocupa totalmente el volumen inicial de la leche. (7)

#### 4.3.1.1-Mecanismo de la coagulación ácida

El descenso del pH tiene por efecto hacer disminuir la ionización de los radicales ácidos de las caseínas (radicales aspárticos, glutámicos, fosfoserínicos). Esta disminución de la ionización provoca una reducción del potencial de superficie y tiene como consecuencia la disminución del poder secuestrante de las caseínas Alfa y Beta y el aumento de la solubilidad de las sales cálcicas en el agua. De todo ello resulta un desplazamiento progresivo del calcio y del fosfato inorgánico de la micela hacia la fase acuosa, y se produce una desmineralización de la micela que es total a un pH inferior a 5. Dado el papel preponderante del calcio y del fosfato en la estructura de las micelas, la salida de estos componentes minerales se acompaña de una desintegración de estas. (7)

Por otra parte, la producción de ácido láctico y la subsiguiente solubilización de calcio y fosfatos micelares determinan una elevación importante de la fuerza iónica, lo cual puede favorecer una despolimerización de las caseínas Alfa. (7)

De todo ello se deduce, pues, que a lo largo de la acidificación se produce una profunda desorganización de la micela acompañada de una modificación de la estructura cuaternaria de las caseínas. En las cercanías del pH isoeléctrico se da una neutralización de la carga y una reducción importante de la hidratación de las caseínas, lo cual determina su insolubilización. El coágulo obtenido es el resultado de la formación de un retículo protéico insoluble que engloba en sus mallas la totalidad de la fase acuosa. Los nudos de este retículo son la submicelas totalmente desmineralizadas y más o menos modificadas en su estructura. Los enlaces intermoleculares que intervienen en la formación del retículo son de naturaleza electrostática e hidrofóbica. Ello explica la gran fragilidad del coágulo láctico.

Las características reológicas del gel láctico dependen de factores inherentes a la leche, especialmente la concentración en proteínas, e inherentes a las condiciones de la acidificación, la temperatura, la velocidad de acidificación y el pH final de la fermentación.(7)

#### 4.3.2-COAGULACION POR LA ACCION DE ENZIMAS

Un gran número de enzimas proteolíticas, de origen animal, vegetal o microbiano, poseen la propiedad de coagular el complejo caseínico. El cuajo, mezcla de quimosina y pepsina excretada en el estómago de los rumiantes lactantes, es la enzima coagulante mejor conocida y su mecanismo de actuación ha sido bien estudiado. (7)

##### 4.3.2.1-Mecanismo de la coagulación por el cuajo

Se distinguen dos etapas en el proceso de la coagulación de la leche; la primera corresponde a una acción específica de la enzima, que provoca proteólisis limitada de la caseína con liberación de la protocasa (5% de la caseína) y la formación de paracaseína. La segunda corresponde a la insolubilización de la caseína en medio cálcico. (7)

El cuajo en su primera fase degrada específicamente a un compuesto estabilizante, y en una segunda fase el complejo modificado flocula. Se ha confirmado que la coagulación de la leche por acción del cuajo se desca según estas dos fases:

- Fase primaria o enzimática, durante la cual el cuajo ataca al componente estabilizante de la micela, la Kapa caseína, con liberación de un péptido, el caseinomacropéptido. (7)
- Fase secundaria o de coagulación, que corresponde a la formación de un gel por asociación de las micelas de caseínas modificadas bajo la acción de la enzima. (7)

Los factores capaces de actuar sobre una u otra de estas etapas, o bien sobre las dos a la vez, son numerosos. (7)

De estos factores los principales son: La acidez de la leche, la concentración de sales solubles de calcio (iones libres), la concentración de la caseína y fosfatos coloidales, la temperatura de la coagulación, la temperatura de conservación y de tratamiento de la leche. (8)

#### 4.4-TRATAMIENTO DE LA CUAJADA

Cuando se prolonga el tiempo en que se deja sin cortar en la tina la cuajada lista, se forma en la superficie de la misma gotas de suero que van aumentando en número y tamaño, las cuales se unen y forman una capa líquida sobre la cuajada debido a la contracción de la misma, sinéresis que la vuelve poco a poco más firme y también más

consistente. La sinéresis es favorecida por el aumento de la cantidad de cuajo, de la acidez y la temperatura, y a su vez la extensión de la contracción influye en alta medida en la humedad final y la consistencia del queso. Por otro lado, la humedad determina el contenido de la lactosa de la cuajada y por lo tanto, la acidez consecuente. (8)

Para imprimir al queso las características deseadas hay que favorecer y controlar la salida de la humedad de la cuajada en las condiciones inherentes a cada tipo de queso. (8)

Ahora, como la cuajada forma una masa semi-gelatinosa blanda y suave que ocupa completamente el volumen original de la leche líquida, la sinéresis sólo muy lentamente podría hacer perder a la cuajada la cantidad necesaria de la humedad atrapada en sus mallas. Por esto, para poder acelerar y controlar la salida de la humedad (suero) es necesario fraccionar la cuajada y someterla a la agitación, al calor y al prensaje. (8)

El método de fraccionamiento y de tratamiento subsecuente de la cuajada tendrá que depender de las circunstancias y de las características del queso a fabricar. (8)

#### 4.4.1-CORTE Y FRACCIONAMIENTO DE LA CUAJADA

El corte de la cuajada tiene por finalidad provocar y acelerar la salida del suero y favorecer las características del queso. La cuajada es cortada con unos instrumentos apropiados denominados liras, que consisten en aros metálicos cruzados por alambres de reducido espesor. Cuando son aplicados vertical y horizontalmente a la cuajada, ésta queda dividida en pequeños cubos (o granos) sumergidos en el suero que va saliendo rápidamente de ellos. (8)

En la superficie de cada grano se forma una ligera película elástica que retiene la grasa y hasta cierto punto el suero adentro del mismo. Si esta película se endurece muy rápidamente por acción del calor, se formará una película y el suero encontrará dificultad para salir del grano. La parte interna del grano es más blanda que la parte externa debido al mayor porcentaje de humedad que contiene. Siempre que algunas de estas películas están rotas se verifica la salida de glóbulos de grasa para el suero y por lo tanto se sufre una pérdida. A pesar de todos los cuidados, siempre se experimenta una pérdida inevitable de grasa en el suero que puede variar entre 0.1 - 0.3% y, en algunas clases de quesos, hasta 0.6 al 1%. El corte descuidado y prematuro de la cuajada o su desmenuzamiento en vez del corte, aumenta la pérdida de grasa y caseína y ésta quedará en parte como en "polvo". (8)

Este desmenuzamiento cuando es muy extenso provoca a su vez, una retención de suero y un drenaje lento de la cuajada, porque el "polvo" de la cuajada obstruye el espacio entre los granos en la masa y disminuye el escurrimiento provocando en el queso una humedad y una acidez fuera de lo normal. (8)

Las dimensiones del grano pueden variar según los métodos de fabricación y las variedades del queso, desde unos 3 mm hasta 2.5 cm y más. El tamaño del grano en que es cortada la cuajada tiene una influencia definida en la velocidad de salida del suero y por lo tanto, para cada método consecuente de trabajo de cuajada dentro de tiempos y temperaturas siempre iguales, la humedad final de la cuajada y del queso dependerá en forma directa del tamaño del grano al corte. Los granos grandes retienen más humedad que los pequeños y por esto conservan más lactosa y consecuentemente la acidez del queso será también más alta. El grano más pequeño se desuera más rápidamente no sólo porque la distancia entre el centro y la periferia es más corta, sino también porque cuanto más pequeño sea el grano más grande será la superficie en relación a su volumen. (8)

De este modo es posible con un corte de 0.5 cm producir un queso menos ácido, más blando y más plástico que con un corte de 1 cm dentro de los mismos tiempos de trabajo. (8)

Cuando el tamaño de los granos no es uniforme parte de ellos, los de menores dimensiones, quedan con menos humedad, más elásticos y con menor acidez final, mientras que los de mayor tamaño quedan más blandos, más llenos de suero y presentarán al final una acidez más alta. Esto determinará la formación de una masa de textura poco uniforme con una distribución desigual de humedad y de acidez. El queso podrá presentar centros ácidos y puntos de exagerada fermentación con color blanco y textura friable. (8)

#### 4.4.1.1 Técnica del corte de la cuajada:

Por lo general se usan dos liras, una de alambres verticales y otra de alambres horizontales. En general, las liras tienen un ancho igual o ligeramente superior al ancho de la tina. (8)

Se recomienda usar primero la lira horizontal en sentido longitudinal y luego la lira vertical en los dos sentidos (longitudinal y transversal). (9)

Algunos técnicos acostumbran cortar primero en cubitos más grandes y en seguida, con una lira más pequeña, aplican otro corte, en forma más rápida para regularizar el grano y disminuir su tamaño según las características del queso a producir.(8)

Hoy es más común usar desde el comienzo las liras para corte pequeño aplicándolas con cuidado para obtener un corte lo más regular posible. A continuación algunas recomendaciones sobre el uso de las liras en la industria quesera:

- a) Las liras deben introducirse y retirarse de la cuajada oblicuamente y describiendo un arco de círculo para que el borde del aro presente siempre la arista de la cuajada, cortándola, pues de otro modo la fase lateral de la lámina del aro quebrará la cuajada.
- b) Las liras deben ser movidas de tal forma que aseguren un corte uniforme.
- c) Es evidente que las liras deben encontrarse en perfecto estado de higiene, sin alambres flojos o rotos y sin estar oxidados. (8)

#### 4.4.2-TEMPERATURA DE LA CUAJADA DURANTE SU MANIPULACION

Para el desuerado se usan temperaturas altas, medias y bajas. Las temperaturas bajas, aproximadamente coincidentes con los óptimos para el desarrollo de los procesos microbianos que tienen lugar en la leche y en la pasta, se utilizan para la elaboración de quesos blandos. Durante su fabricación se acostumbra a calentar la leche a 28 - 30°C, antes de la coagulación. (4)

Para la elaboración de los quesos semiblandos se utilizan temperaturas de desuerado medias, ligeramente superiores a las óptimas para el desarrollo de los procesos microbiológicos y para la formación de la cuajada. Este tipo de elaboración requiere elevar dos veces la temperatura; primero se calienta la leche a 30-33°C y luego, una vez despizcada la cuajada, se eleva su temperatura a 36-42°C. (4)

Para facilitar el desuerado en quesos como el Emmental, Moscú y Altai se aplican temperaturas mucho más altas que las necesarias para la formación y trabajo de la cuajada. El calentamiento suele tener lugar en dos etapas: primero se eleva la temperatura de la leche a 32-35°C antes de la coagulación y luego, generalmente después del despizado, se sube la de la cuajada a 52-60°C para facilitar el desuerado. (4)

#### 4.5-DESUERADO:

Al terminar el calentamiento y el trabajo adecuado de la cuajada y cuando el grano presenta la consistencia y características apropiadas a cada tipo de queso, se interrumpe la agitación y se deja el grano bajar hasta el fondo de la tina, para enseguida empezar el desuerado. (8)

La interpretación de los signos que marcan el momento en que se debe dar por terminado el trabajo del grano es de los momentos más delicados en la fabricación del queso, por cuanto si se interrumpe el trabajo antes de que el grano adquiriera la consistencia, humedad y acidez apropiadas, el queso quedará con demasiada humedad, muy blando y posiblemente con acidez exagerada y con textura futura friable; al contrario, si se tarda demasiado en empezar el desuerado, el queso quedará seco y duro. (8)

Al principio del trabajo, el grano es blando, viscoso y tiene tendencia a adherirse entre sí, pero al final del trabajo el grano se presenta más esférico y con menor tendencia a unirse. (8)

Los signos específicos (textura, consistencia, flexibilidad, densidad) del grano al final del trabajo, son características para cada tipo de queso y dependen del método de trabajo y del estado físico químico resultante de la humedad y de la acidez real de la cuajada en grano. (8)

Si el corte y el trabajo de la cuajada fueron bien conducidos, el grano se presenta al final homogéneo, sin diferencias marcadas. Pero si el corte es desigual el grano presenta diferencias apreciables de tamaño y al interrumpir la agitación, el grano se deposita por orden de su densidad y arriba quedará el grano más pequeño y el polvo de cuajada. En este último caso, presentará una distribución irregular de la acidez y de la humedad. (8)

Después de un tiempo variable, según las condiciones de su formación, se observa en toda la superficie del coágulo una exudación espontánea en forma de pequeñas gotitas de lactosuero. Progresivamente las gotitas van creciendo de tamaño, se van uniendo las unas con las otras y finalmente constituyen una envuelta líquida alrededor del coágulo, el cual al mismo tiempo, disminuye de volumen. Este fenómeno durante el cual se concentra el coágulo por eliminación de agua y de constituyentes solubles, se denomina sinéresis. El fenómeno de la sinéresis se encuentra en general, en la mayoría de los geles. (7)

Para obtener el queso el lactosuero debe ser expulsado por sinéresis, tanto si se encuentra en el exterior como entre las capas o granos de cuajada, debe necesariamente ser separado de ésta. La separación se realiza generalmente por decantación y filtración. Al conjunto de estas operaciones, sinéresis y evacuación del lactosuero, se le denomina desuerado; no recibiendo este nombre únicamente el fenómeno de sinéresis con el cual algunas veces se confunde. (7)

En la práctica, el desuerado se presenta en dos fases. La primera es el desuerado propiamente dicho o desuerado principal, durante el cual la mayor parte del lactosuero es eliminado; esta fase se sitúa entre el fin de la coagulación y el final del moldeado. La segunda es el desuerado complementario que va desde el desmoldeado hasta el inicio del afinado; esencialmente es debido a la operación del salado, y secundariamente al oreado. Este último fenómeno no debe ser confundido con la evaporación del agua que también se puede dar durante el oreado. El desuerado es un fenómeno dinámico que se caracteriza por la cantidad de lactosuero expulsado en función del tiempo. (7)

El papel del desuerado no se limita a la obtención de un coágulo con una determinada cantidad de agua; permite también la regularización de la mineralización de la cuajada y del nivel de lactosa en la misma. La desmineralización consiste en la solubilización progresiva, con migración hacia el lactosuero del calcio asociado a la caseína en estado coloidal. Esta desmineralización se produce bajo la acción del ácido láctico producido por fermentación de la lactosa. La cantidad de calcio que permanece ligada a la caseína determina una gran parte de las propiedades físicas de la cuajada y ejerce un papel importante, en el afinado de la mayoría de los quesos. El deslactosado determina la proporción de lactosa (o de sus productos de transformación) que permanecen en la cuajada, es decir su acidez que a la vez condiciona la desmineralización. (7)

#### 4.6-MOLDEADO

El moldeado del queso tiene por finalidad dar al queso determinado formato y tamaño de acuerdo a sus características y de cierto modo de acuerdo a la tradición y a exigencias del mercado. (8)

La forma de los quesos puede ser esférica, prismática, cilíndrica, de cono truncado, etc. (8)

Al colocar la cuajada en los moldes en general se revisten éstos de tela o paño con el propósito de facilitar la salida de algo de suero y para formar la corteza. (8)

Los paños deben ser colocados de modo de no provocar marcas ni arrugas en la superficie del queso. (8)

El formato y el tamaño del queso tiene mucha influencia sobre la calidad final del producto, pues de ellos depende la relación entre la superficie y el volumen del queso y de esta relación dependen la velocidad e intensidad de salazón, así como la proporción de pérdida de humedad por evaporación, la extensión de la permeabilidad gaseosa del queso, (llamada respiración), la extensión de la flora superficial, etc. (8)

Los quesos pueden adquirir su forma introduciendo la cuajada en moldes individuales o moldeando conjuntamente toda la cuajada que es cortada luego en piezas del tamaño adecuado. (4)

Resulta preferible moldear en moldes unitarios o en baterías de moldes, porque esto permite mecanizar la operación y posibilita la producción continua. En el curso del proceso sale de la cuajada un 70-80% del suero hasta quedar el grano preparado. El resto del suero es impulsado con la cuajada y a través de las conducciones apropiadas a moldes individuales, o bien dispositivos especiales para moldeo, o baterías de moldes (quesos semiblandos y duros). (4)

#### 4.7-PRENSADO

El objetivo del prensado es separar más otro poco de suero, compactar la masa uniendo el grano o imprimir al queso el formato deseado. Este prensado varía mucho en intensidad y duración con el tipo de queso. Muchos quesos son colocados en los moldes para escurrir y tomar formato y textura por autocompresión. Para esto se da vuelta de molde con frecuencia para que el propio peso de la masa vaya compactando el queso. (8)

La prensa apenas permite sacar al queso una pequeña proporción de suero y sólo es posible extraer parte de la humedad intersticial, pues la humedad unida a la proteína no puede ser separada por la presión. Los quesos suaves y con mucho suero deben ser sometidos a una presión liviana pero los quesos duros y con menos suero pueden ser prensados más fuertemente, pero en cualquier circunstancia, la presión debe ser aplicada

con menor intensidad al principio para ser aumentada después en fases sucesivas. En general la presión se dobla en intensidad al final en relación a la presión inicial. (8)

El prensado puede variar en duración desde unos 20 minutos en quesos medio blandos y usando prensas hidráulicas, hasta 24-48 horas en quesos duros. La intensidad del prensado depende de la consistencia, humedad y tamaño del queso, y varía entre pocos kg hasta 400 y 800 kg por queso. (8)

#### 4.8-SALAZON

La salazón del queso es efectuada con las finalidades principales de:

- Impartir cualidades de sabor que lo hacen más apetecible
- Dar al producto mayor conservación
- Inhibir o retardar el desarrollo de microorganismos indeseables
- Seleccionar la flora normal del queso. (8)

La salazón regula en cierto modo además el cuerpo y textura del queso, influyendo en la solubilidad de los compuestos nitrogenados y facilita en ciertas condiciones la salida del suero, verificándose la máxima peptización cuando la concentración de la sal es del 5%. La cuajada se hincha y absorbe humedad y las transformaciones de la caseína por el cuajo y la acción enzimática de las bacterias, por tanto controlando la formación de ácido láctico y la marcha del desdoblamiento y formación de los productos de degradación de las proteínas ya que las bacterias fuertemente proteolíticas son muy sensibles a la acción de la sal. El Streptococcus lactis se desarrolla a 4% de cloruro de sodio en la humedad, pero no a 6.5%, y el Streptococcus cremoris no se desarrolla en medios con 4% o más de cloruro de sodio.(8)

Para poder comprender la acción de la sal como elemento inhibidor del desarrollo de las bacterias, se debe relacionar el contenido de sal del queso con su humedad. En realidad la sal en el queso se encuentra disuelta en el agua retenida en el producto. (8)

Así se observa que en los quesos criollos muy secos y fuertemente salados, la sal forma frecuentemente cristales en la superficie cuando no se encuentra agua suficiente para mantenerse en disolución dentro del producto. (8)

Como las bacterias necesitan agua para desarrollarse, se puede entender que un porcentaje de sal aparentemente bajo en el queso, puede ser suficiente en determinadas circunstancias para actuar como agente de control microbiano, especialmente cuando actúa en conjunto con la acidez. (8)

La cantidad de sal en el queso puede variar entre 0.8 - 2% pero en algunos quesos como en los penicilizados puede subir a 4 y 4.5%, y en los quesos salados tipo criollo llega a 5 y 8%. (8)

#### 4.8.1-MOMENTO PARA SALAR

En los quesos convencionales madurados, la salazón debe ser hecha solamente después de terminada la fermentación láctica o cuando ésta esté bastante avanzada. (8)

En determinados tipos de quesos, por razones tecnológicas se agrega sal al suero durante la fabricación. (8)

El método de salar y la cantidad de sal depende del tipo de queso.

Salazón en la leche: en algunos quesos, la sal es agregada a la leche. Esta medición de sal causa cierta depresión en la cuajada, lo cual lleva a usar cantidades más elevadas de cuajo, y éste puede llegar a ser aplicado en cantidades 10 veces más que la dosis usual sin que la sinesiésis sea exagerada. (8)

Salazón en el suero: este método es muy utilizado en América Latina tropical en la mayoría de los quesos criollos, que por ser posteriormente mantenidos en condiciones ambientales de alta temperatura, exigen una salazón inmediata y con cantidades muy altas de sal, 5-8%. (8)

##### 4.8.1.1-Salazón en la masa del queso

En este método la sal es agregada al grano antes de ser colocado en los moldes o a la masa de cuajada que fue molida o picada con anterioridad y luego que la acidez haya alcanzado el grado deseado según el tipo de queso a fabricar. En este método la sal actúa en forma directa, se dispersa rápidamente e influye altamente en el desarrollo de la flora bacteriana. En general la sal en la humedad del queso alcanza concentraciones de cerca de 5.4% a las 24 horas y a los 45 días, porcentajes de cerca de 6.7%. El contenido de bacterias baja en las primeras 24 horas. Para que la concentración sea uniforme se acostumbra a

adicionar la sal en fracciones y después que la temperatura de la cuajada baje a 29 a 30°C.(8)

Este método facilita la distribución, ayuda la absorción, evita pérdidas exageradas de humedad y de grasa. (8)

#### **4.8.1.2-Salazón sobre la superficie del queso con sal seca**

Esta salazón es usada comúnmente en quesos blandos y la sal usada debe ser de grano medianamente grueso, pero también es usada en algunos quesos duros y muchas veces como complemento de otros métodos de salazón. La salazón en seco se efectúa en la superficie del queso frotando la sal a fin de distribuirla uniformemente, y en general se aplica en fases sucesivas durante varios días (24 horas hasta 10 a 12 días según el tipo de queso). (8)

#### **4.8.1.3-Salazón en salmuera**

En este método, los quesos son sumergidos en una solución de sal común en agua. Mientras se encuentra en la salmuera, el queso absorbe sal, pierde humedad, ácido láctico y nitrato de sodio o potasio si se le agrega estos productos a la cuajada.

El tiempo que la sal demora en penetrar en el queso varía de 1 a 4 días para quesos semiduros pero en quesos duros como el Grana puede durar unos 10 días más.

En la salazón en salmuera el porcentaje de sal en los quesos poco ácidos puede alcanzar hasta unos 7.5% de cloruro de sodio a las 6 semanas, el contenido en bacterias alcanza su máximo cerca de las 24 horas después de fabricado, 3,500,000 gérmenes por gramo para empezar a disminuir paulatinamente después; la lactosa desaparece del queso en las primeras 24 horas y el pH a las 24 horas es de 4.9 a 5.2. (8)

La velocidad y concentración de la salazón depende de varios factores, de los cuales los más importantes son:

- a) Tamaño del queso
- b) Concentración en sal de la salmuera
- c) Acidez del queso y de la salmuera
- d) Humedad y textura del queso
- e) Temperatura de la salmuera (8)

#### 4.9-RENDIMIENTO DEL QUESO

El rendimiento del queso varía de acuerdo al tipo de queso que se elabore. Para calcular el rendimiento del queso es necesario conocer el número de litros de leche que se han usado y el peso de los quesos elaborados con dicha cantidad de leche. El rendimiento del queso se expresa en un número que indica la cantidad de litros de leche que se requieren para elaborar un kilogramo de queso. Mientras más grande es el número que resulta, menor es el rendimiento. Por el contrario, mientras menor sea el número que resulta, mayor es el rendimiento. (9)

En la elaboración de quesos no se obtiene igual rendimiento de todos los componentes de la leche: La caseína y las grasas se aprovechan al máximo, la lactosa y las sales sólo en la proporción que la maduración exige. (4)

#### 4.10-EL QUESO EN LA ALIMENTACION

##### 4.10.1-CARACTERISTICAS NUTRICIONALES

###### 4.10.1.1-COMPOSICION

Proteínas, lípidos, calcio, riboflavina, vitaminas A y D son, entre los componentes del queso, aquellos cuyo valor nutricional merece ser más estudiado.

###### 4.10.2-VALOR NUTRITIVO

###### 4.10.2.1-VALOR ENERGETICO

El contenido en calorías de los diferentes quesos varía entre 100 kcal/100g de queso fresco y 350kcal/100g de queso de pasta prensada. Con un contenido en lactosa bajo, la parte esencial de las calorías procede de los lípidos.(7)

Las materias grasas del queso y de la leche, por estar emulsionadas y en el queso, por hallarse desdobladas por la lipasa y por su punto de fusión a 35°C, inferior a la temperatura orgánica, son las más digeribles y absorbibles de todos los alimentos. Por otra parte, la mezcla íntima casi coloidal de la grasa con las proteínas y otras sustancias estimulantes, representa un poderoso factor para la digestión fácil de las grasas del queso.(18)

#### 4.10.2.2-VALOR NUTRITIVO DE LAS PROTEINAS

El contenido de aminoácidos esenciales de las proteínas de la leche y de los quesos confiere a estos productos un valor biológico extremadamente elevado. Por ello, están indicados especialmente en dietas de crecimiento cuyas necesidades de aminoácidos son más elevadas que en las dietas para adulto. (7)

Las proteínas del queso son las más completas entre los animales o vegetales. Contienen todos los ácidos aminados esenciales o piedras angulares de todo edificio orgánico, humano o animal. (18)

##### 4.10.2.2.1-Digestibilidad

La digestibilidad de las proteínas del queso, expresada en cantidad de nitrógeno protéico absorbido por el intestino (coeficiente de utilización digestiva) es del 95%, muy parecida a la del huevo y del mismo orden que la de las proteínas de la carne. Estas son casi íntegramente absorbidas a nivel del intestino. (7)

Las proteínas de los quesos son más digeribles que las de la leche, dato atribuible a la acción desarrollada por las enzimas de la maduración, productoras por lo general de una predigestión que comprende del 30 al 95% de las proteínas globales. (18)

##### 4.10.2.2.2-Aceptabilidad

Los quesos son más fácilmente digeridos por lo cual muchas veces son mejor aceptados que la leche. Además, nunca han sido descritos casos de alergia alimentaria verdadera al queso. El hombre ha presentado siempre una atracción particular para el queso. Por razones fisiológicas poco conocidas, el apetito intenso por este alimento se satisface rápidamente; el hombre únicamente puede consumir algunas decenas de gramos de queso a la vez. Esto hecho reduce la importancia nutricional de este excelente alimento.(7)

#### 4.11-ADITIVOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

En los últimos años con la globalización del mercado, los sectores productivos han pasado por profundos cambios. Para hacer frente a la competencia externa y atender a un mercado consumidor cada vez más exigente, las industrias por lo general han sido obligadas a trabajar para mejorar su productividad, disminuir sus costos, estandarizar y garantizar la calidad higiénica de sus productos. (6)

Seguramente incluida en este contexto, la industria láctea no es una excepción y ha sido también afectada por esta nueva coyuntura. (6)

Los aditivos e ingredientes innovadores serán aquellos que faciliten a las industrias procesadoras de alimentos las respuestas más apropiadas para el consumidor final, ya sea en la optimización de costos, calidad, vida útil, factores nutricionales, características organolépticas. (13)

Los aditivos son sustancias que se agregan al alimento con el fin de mejorar las características psicosensoriales como sabor, color, textura, o para controlar su vida útil en el proceso de conservación. El aditivo está definido como una sustancia agregada con fines tecnológicos determinados y su uso está limitado, es decir que no puede emplearse para enmascarar procesos defectuosos o para ocasionar un fraude en el alimento que se está produciendo (13)

Dentro de los aditivos más importantes están: Los emulsionantes, hidrocoloides, enzimas, *proteínas*, almidones, especias, colorantes, aromatizantes, edulcorantes, antioxidantes y conservadores. (13)

Existen aditivos funcionales para alimentos bajos en calorías, como sustitutos de grasa y edulcorantes, también aditivos como las polydextrinas, maltodextrinas y sólidos de jarabe de maíz, almidones instantáneos, productos pregelatinizados, almidones de cocción de alto rendimiento, almidones lipofílicos y almidones de usos especiales como los llamados extensores y ligantes de alimentos. (11)

#### 4.11.1-Concentrados de proteína láctea

Estos son producidos por secamiento por aspersión de leche descremada (Diagrama # 1). La leche descremada se concentra por ultrafiltración hasta en un 70%. Es un producto natural. Se conoce con el nombre de *extensor de leche*. (1)

La extensión de leche es la adición de una fuente de proteína láctea y grasa a la leche fresca para la fabricación de queso. (1)

La ultrafiltración es uno de los procedimientos en los que se incluye el tratamiento térmico de la leche, con el objetivo de aumentar la concentración de proteínas. (7)

La ultrafiltración de la leche de quesería realiza no una concentración de todos los ingredientes de la leche, sino una concentración diferencial de las macromoléculas. Debido a la ultrafiltración, el contenido de proteínas del lactosuero de imbibición del queso se eleva proporcionalmente al factor de concentración de la operación. (7)

El tratamiento de la leche por ultrafiltración permite la obtención de dos productos: el concentrado o líquido retenido por la membrana donde se concentran selectivamente los componentes de mayor tamaño (proteínas y glóbulos grasos) y el filtrado que atraviesa la membrana el cual tiene muy bajo contenido de proteína y grasa. (16)

Existen métodos mecanizados para la elaboración de quesos a partir de la leche ultrafiltrada. Se describen dos de ellos a continuación:

1. La leche pasteurizada es enviada a los módulos de ultrafiltración, a una temperatura suficientemente elevada para disminuir su viscosidad y permitir un caudal normal de las membranas (aproximadamente 55°C). La concentración es aproximadamente de 5 veces en relación al volumen inicial, el nivel se controla mediante refractómetro. El retenido, enfriado a 30°C, es enviado a un depósito después de la adición del fermento. Es madurado a esta temperatura durante una a dos horas, después es enfriado y continúa una maduración lenta durante 12 a 15 horas. El prequeso líquido es a continuación calentado a 30°C

aproximadamente, después es enviado a una cadena automática, que lo va a transformar en queso blanco. El prequeso es previamente dosificado en microrrecipientes con la cantidad de cuajo necesaria (0.02% de cuajo a 1/10000). Los microrrecipientes son agrupados y manipulados en lotes horizontales. La coagulación y el endurecimiento se realizan en un recinto totalmente cerrado en el cual circulan lentamente los lotes. A la salida del recinto los quesos son separados de los microrrecipientes por electrólisis y los lotes de microrrecipientes son automáticamente cubiertos por un "bloque-cinturón" (de concepción idéntica a los reales) el cual a su vez está cubierto por una bandeja de plástico. El conjunto es girado a continuación. Los quesos son expulsados de los microrrecipientes por aire comprimido y se colocan sobre la bandeja, en el interior de los "cinturones", en donde permanecen hasta el salado. Los microrrecipientes vacíos son lavados y vueltos a recircular. El resto de las operaciones, que puede estar totalmente mecanizado, se efectúa según el procedimiento clásico. (7)

2. Las operaciones necesarias para la elaboración son realizadas de la forma siguiente: La ultrafiltración se realiza a partir de la leche pasteurizada desnatada a una temperatura de 10°C, temperatura relativamente baja. El caudal es del orden de 30 a 40 litros de leche/hora/metro cuadrado de membrana para módulos funcionando en semicontínuo. A partir del depósito de alimentación los módulos son alimentados por una bomba de presión que suministra varios módulos. Cada módulo es montado en serie con una bomba de circulación. Cuando el volumen de leche concentrada en el tanque de alimentación alcanza el volumen, cuya relación con la cantidad de salida corresponde al factor de concentración deseado. El contenido del depósito de alimentación es transportado automáticamente hacia el depósito de almacenado, el depósito de alimentación es entonces rellenado con leche fresca. La ultrafiltración de la leche se efectúa pues por cargas y descargas sucesivas del tanque de alimentación. Después de la concentración de la leche, se realiza una nueva pasteurización. Esta última es necesaria debido a que los microorganismos son

igualmente concentrados en el retenido, al igual que las proteínas. Después de la pasteurización, el retenido es enviado hacia los depósitos de coagulación, a una temperatura de unos 25°C. Las cantidades de cuajo y de fermentos lácticos son aproximadamente las mismas que en el caso de la utilización de separadores centrífugos: 1 ml de cuajo (a 1/10,000) por cada 100 litros de retenido y 0.5 a 2% de fermentos lácticos. (7)

La ultrafiltración produce cambios en la leche sometida a este proceso, sin embargo la calidad del producto final es aceptable para la obtención del queso. (7)

Una retención elevada de caseinomacropéptido (4% de la materia nitrogenada total de la leche) ha sido observada no únicamente debido a la disminución de la cantidad de suero sino también, y especialmente, debido al hecho de que cuanto más elevado es el factor de concentración más rápidamente se produce la gelificación del prequeso coagulado. El porcentaje de hidrólisis de la Kapa caseína, necesario para el cambio de estado físico, decrece en razón inversa al factor de concentración por ultrafiltración. (7)

El nitrógeno no protéico del prequeso se reduce proporcionalmente al factor de concentración por ultrafiltración. La proporción de materias nitrogenadas coagulables por el cuajo en las sustancias nitrogenadas totales se ve por ello elevada. (7)

La cinética de endurecimiento del gel es acelerada por ello como regla general, las pérdidas de finos de la cuajada son limitadas y la proporción de sustancias nitrogenadas retenidas en el queso es cercana al máximo teórico. Lo mismo sucede con la materia grasa empleada, cuyo coeficiente de recuperación alcanza el 100% (ultrafiltración con un factor de concentración correspondiente a la supresión del desuerado). (7)

La cinética de la siniéresis se ve igualmente modificada. Dejando de lado la supresión de la operación de desuerado, cuando hay una concentración parcial de la leche por ultrafiltración, la reducción del volumen de lactosuero a desuerar hace que una proporción más grande de los péptidos formados por la actividad proteolítica de las bacterias lácticas a lo largo de la acidificación quede retenida en la cuajada de quesería. (7)

La deshidratación no perjudica grandemente las características nutricionales de los alimentos. Algunos autores sugieren que la deshidratación de la leche no tiene influencia sobre la composición de los aminoácidos. (20)

El concentrado de proteína láctea tiene un porcentaje elevado de ésta, manteniendo la proporción de proteína de suero/caseína que normalmente se encuentra en la leche, además tiene contenido reducido de lactosa y grasa. (1)

La composición típica del concentrado de proteína láctea es la siguiente:

Energía (KJ/100g)	1523
Proteína (N x 6.38)	56.0%
Lactosa	31.0%
Humedad	3.8%
Grasa	1.2%
Minerales	8.0%

Y una densidad de 0.6g/ml. (1)

El empleo de la ultrafiltración en la tecnología de elaboración del queso fresco es interesante por las ventajas económicas que introduce. Los quesos elaborados cumplen con los índices de calidad del queso tradicional y su evaluación sensorial es calificada de excelente. Con el empleo de la ultrafiltración se incrementan los índices de eficiencia de la elaboración del queso. (16)

## V-MATERIALES Y METODOS

### 5.1-Materiales

#### 5.1.1-Recursos humanos:

- Tres Profesionales Médicos Veterinarios ó Zootecnistas asesores del trabajo de tesis.
- Estudiante responsable del trabajo de tesis.

#### 5.1.2-Recursos de laboratorio:

- 2 Probetas
- 2 Beakers
- 2 Pipetas
- Estufa de gas propano
- Termómetro
- 4 Ollas
- 4 Mezcladores
- Lira de quesería
- 10 Moldes de madera para queso
- 168 litros de leche entera de vaca
- 11 libras de concentrado de proteína láctea (producto comercial)
- 11 libras de sal común
- Balanza
- Reactivos de laboratorio
  - 36 ml de cuajo de quesería
  - 16.8 ml de Cloruro de Calcio al 20%

#### 5.1.3-Recursos Biológicos

- 5 litros de cultivo de bacterias lácticas

#### 5.1.4-Centros de referencia

- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
- Instituto Técnico de Capacitación y Productividad

## 5.2-Métodos

### Elaboración de los quesos

Esta fase se realizó en una casa particular en la Ciudad de Guatemala.

Después de pasteurizar la leche en 4 ollas, 7 litros en cada una, llevándola a una temperatura de 68°C por 15 minutos, se procedió a agregar el concentrado de proteína láctea en 3 de las ollas, la restante representa el tratamiento Testigo:

Testigo: 0 gramos

Tratamiento 1: 140 gramos

Tratamiento 2: 280 gramos

Tratamiento 3: 420 gramos

que equivale al 0, 2, 4 y 6% respectivamente del volumen de leche, y se homogenizó hasta que la mezcla llegó a una temperatura de 36°C.

A partir de este punto el procedimiento fue el mismo para los diferentes tratamientos.

Se agregó 0.7 ml de Cloruro de Calcio al 20%, luego 210 ml de fermento láctico (lo que equivale al 3% del volumen de leche) y 1.5 ml de cuajo comercial mezclando bien cada ingrediente. Se dejó en reposo por 30 minutos.

Después de terminada la coagulación, se cortó la cuajada con la lira de quesería en cubos grandes y se dejó reposar por 30 minutos, luego se adicionó 3% de sal refinada, previamente disuelta en agua potable tibia (45-50°C). Luego de agitar por 5 minutos, se dejó reposar la cuajada durante 20 minutos.

Se pasó la cuajada directamente a los moldes de madera dejando escurrir de 5 a 10 minutos agregando luego, otra capa de cuajada. Se repitió la formación de capas hasta completar la capacidad del molde.

Luego de obtener los quesos formados se pesaron para determinar y comparar el rendimiento de cada tratamiento.

### Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 6 repeticiones, en donde la unidad experimental fue un queso, con la variable:

- Rendimiento en peso

Para analizar los resultados se corrió la prueba de Análisis de Varianza, utilizando el modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

**$Y_{ij}$** : Variable respuesta asociada a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

**$\mu$** : Media general

**$T_i$** : Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

**$E_{ij}$** : Error experimental

Al encontrar diferencia estadística significativa, se utilizó la prueba de Comparación de Medias de Tukey.

### Análisis Económico:

Se establecieron los costos de elaboración de los quesos originados de cada tratamiento considerando únicamente la materia prima. La regla de decisión para determinar el nivel de insumo económicamente más adecuado se evaluó por medio de la Tasa Marginal de Retorno.

## VI-RESULTADOS Y DISCUSION

### *Rendimiento en peso*

En el cuadro No. 1 se observan los resultados en cuanto al peso de los quesos obtenidos a partir de los diferentes tratamientos.

Cuadro No. 1 Rendimiento en peso de los quesos.

	LECHE DE VACA		EXTENSOR DE LECHE		PESO DEL QUESO (kg)
	%	Litros	%	Gramos	
Testigo	100	7	0	0	(D) 2.18 ± 0.11
Tratamiento 1	98	7	2	140	(C) 2.95 ± 0.28
Tratamiento 2	96	7	4	280	(B) 3.38 ± 0.13
Tratamiento 3	94	7	6	420	(A) 4.02 ± 0.26

Las letras A,B,C,D indican que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Según el Análisis de Varianza existe una diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre cada tratamiento, por lo que se realizó la prueba de Comparación de Medias de Tukey, dando como resultado que el tratamiento superior en cuanto a rendimiento en peso fue el No.3, luego el No. 2, seguido por el No. 1 y el de menor rendimiento fue el Testigo.

Los tratamientos 1, 2 y 3 tienen un rendimiento superior al Testigo, siendo la diferencia de 35%, 55% y 84%, respectivamente.

Estos resultados concuerdan con estudios anteriores en los que se menciona la mejora en el rendimiento quesero con el empleo de la ultrafiltración, proceso mediante el cual puede obtenerse un concentrado de proteína láctea. (7) (16)

Es importante mencionar que, a medida que se incrementa el porcentaje del extensor de leche, disminuye la cantidad de suero separado de la cuajada, siendo esto explicado por la característica higroscópica de la proteína láctea. (1) (7)

El procedimiento planteado en el presente estudio es sencillo de adaptar al método tradicional artesanal de elaboración del queso de capas, variando únicamente en la adición de la proteína láctea. En este aspecto se difiere con otras investigaciones cuando mencionan

que el uso de proteínas solubles en los quesos es difícilmente aplicable a productos de calidad tradicional. (7)

### **Análisis económico**

El análisis económico de los tratamientos se realizó, por medio de la Tasa Marginal de Retorno, tomando en consideración únicamente los costos de la materia prima. Los resultados se observan en los cuadros No. 2 y No. 3.

Cuadro No. 2 Ingreso neto de los tratamientos.

Tratamiento	Peso (kg)	Precio/kg	Ingreso bruto	Costo variable	Ingreso neto
Testigo	2.18	Q.32.00	Q.69.76	Q.20.06	Q.49.70
1	2.95	Q32.00	Q.94.40	Q.23.91	Q.70.49
2	3.38	Q.32.00	Q.108.16	Q.27.76	Q.80.39
3	4.02	Q32.00	Q.128.64	Q.31.62	Q.97.02

Cuadro No. 3 Tasa Marginal de Retorno.

Tratamiento	Costo Mg *	Beneficio Mg	T Mg R *
T1 – Testigo	Q.3.85	Q.20.79	540%
T2 – T1	Q3.85	Q.9.90	257%
T3 – T2	Q3.85	Q.16.63	432%

\* Mg: Marginal

\*T Mg R: Tasa Marginal de Retorno

De acuerdo a la Tasa Marginal de Retorno, el valor más alto lo genera el tratamiento No. 1, siendo este de un 540%. Esto significa que es el tratamiento económicamente más recomendable.

El tratamiento No. 3 es también una buena alternativa al generar una tasa de 432%, así como el tratamiento No. 2 que genera una tasa de 257%.

Cualquiera de los 3 tratamientos es económicamente más recomendable que el Testigo, coincidiendo con autores que mencionan las ventajas económicas del uso de extensores de leche en la industria láctea. (1) (16)

## VII-CONCLUSIONES

1.-Mediante el procedimiento descrito en el presente estudio, es sencillo y fácil de implementar en las queserías artesanales el uso de un extensor de leche a base de proteína láctea en la elaboración del queso de capas.

2.-El mejor rendimiento en peso se obtiene utilizando el extensor de leche al 6% del volumen de leche.

3.-La utilización del extensor de leche reporta una mejor eficiencia económica comparada con el procedimiento tradicional de elaboración del queso de capas.

4.-Utilizando el extensor de leche al 2% se obtiene la mejor eficiencia en cuanto a la disminución de costos y aumento del margen de ganancias.

## VIII-RECOMENDACIONES

1.-Utilizar el extensor de leche a base de proteína láctea al 2 % del volumen de leche para mejorar y optimizar las ganancias en la quesería artesanal.

2.-Continuar con estudios similares para determinar la calidad nutricional de los quesos producidos con un extensor de leche.

3.-Determinar la eficiencia del extensor de leche utilizado en otro tipo de queso fresco elaborado tradicionalmente en Guatemala.

## IX-RESUMEN

El presente estudio se realizó como un aporte a la industria quesera artesanal de Guatemala, pretendiendo proporcionar una alternativa sencilla para mejorar la eficiencia en la producción del queso de capas, siendo éste de elaboración tradicional en el país.

Consiste en la utilización de un extensor de leche a base de proteína láctea, utilizándolo en tres diferentes proporciones en la elaboración del queso de capas, para evaluar el rendimiento en peso. Se compararon cuatro tratamientos: El tratamiento Testigo, utilizando únicamente leche entera de vaca, el tratamiento 1, utilizando 98% de leche entera de vaca y 2% del extensor de leche, el tratamiento 2, utilizando 96% de leche entera de vaca y 4% del extensor de leche y el tratamiento 3, utilizando 94% de leche entera de vaca y 6% del extensor de leche.

El procedimiento para la elaboración de los quesos se realizó en la forma tradicional, con la única variante en los tratamientos uno, dos y tres en los que se disolvió el extensor de leche después de pasteurizada la leche.

Se realizaron seis repeticiones de cada tratamiento y los resultados se analizaron por medio del programa estadístico SAS. Además, se realizó un análisis económico por medio de la Tasa Marginal de Retorno.

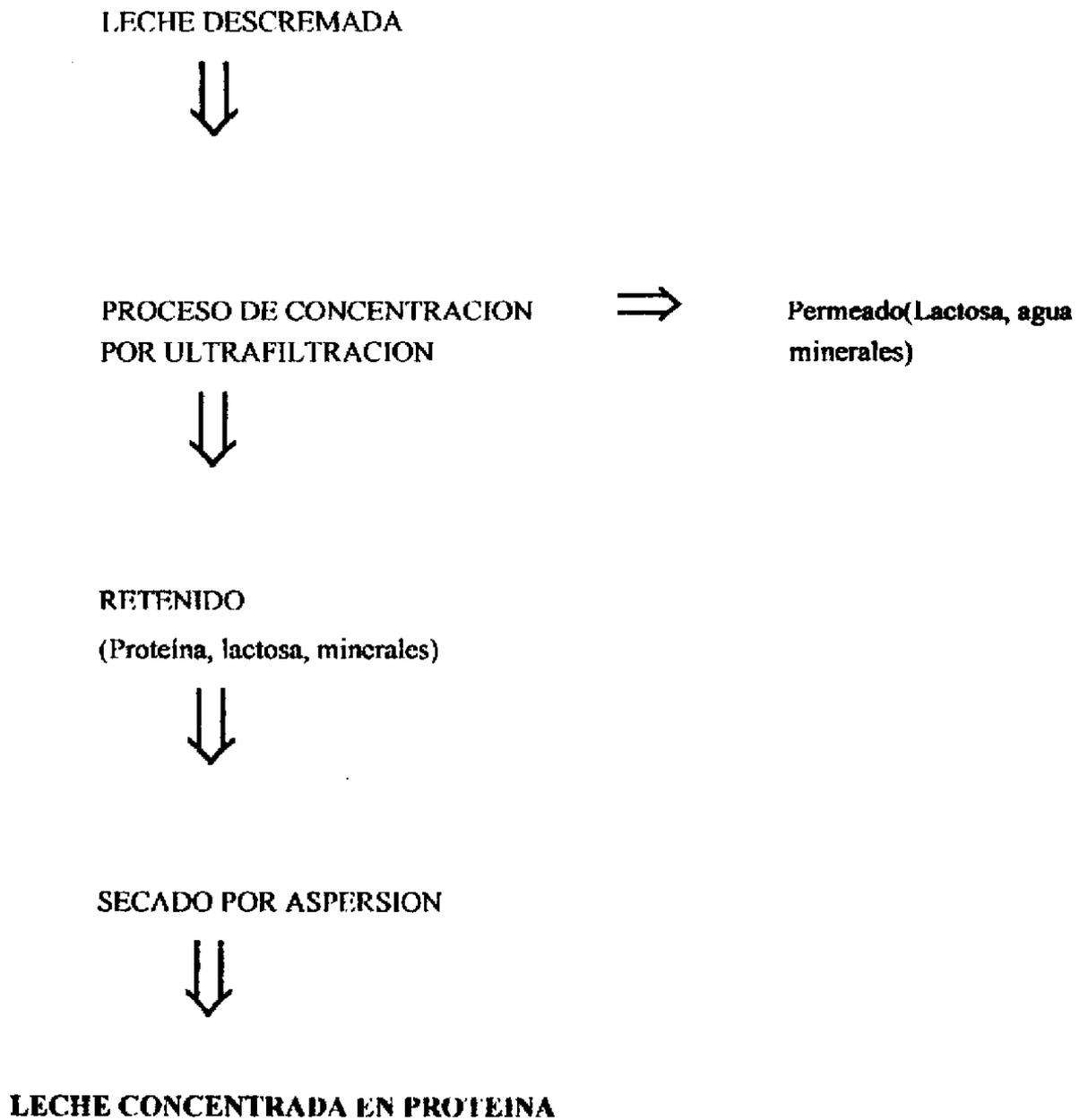
Los resultados indican que, a medida que se adiciona en mayor proporción el extensor de leche, aumenta el rendimiento en peso del queso de capas, así, al 2%, 4% y 6% aumenta el peso en un 35%, 55% y 84%, respectivamente.

Al calcular la Tasa Marginal de Retorno se determinó la proporción del extensor de leche económicamente más recomendable comparada con el tratamiento Testigo, siendo ésta al 2% con una tasa del 540%, seguido por el 6% con una tasa del 432% y por último al 4% con una tasa del 257%.

Los tres tratamientos resultaron ser superiores al tratamiento Testigo que representa a los quesos elaborados solo con leche entera de vaca, por lo cual se recomienda implementar la utilización de un extensor de leche en la quesería artesanal.

X-ANEXOS

*DIAGRAMA No. 1* **Proceso de producción del concentrado de proteína láctea**



## XI-BIBLIOGRAFIA

1. ALAPRO 4560. Calidad y rendimiento en la fabricación de quesos. s.f. New Zealand Milk Products. (Correspondencia personal).
2. ALVARES RIOS, J. 1993. Estandarización del proceso de elaboración del queso blanco guatemalteco. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p. 5-18.
3. BLACK, M. 1980. Producción casera de mantequilla, quesos y yogurs. Barcelona, Esp., Aura. 78 p.
4. CHRISTOFOROWITSCH, S. 1976. Fundamentos de la elaboración del queso. Zaragoza, Esp., Acribia. 127 p.
5. COMPAIRE FERNANDEZ, C. 1976. Quesos, tecnología y control de calidad. 2 ed Madrid, Esp., Manuales Técnicos. 489 p.
6. DVS: UNA excelente opción para los nuevos conceptos de fabricación del queso Mozzarella. 1997. Guatemala, INTECAP. p. 1.
7. ECK, A. 1990. El queso. Barcelona, Esp., Omega. 490 p.
8. ESCOBAR CARCAMO, O. A. 1976. Tecnología de los productos lácteos. Tesis Ing. Mec. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. p. 1-7, 19-25, 28-33, 36-43.
9. FAO (Guatemala). 1989. Como mejorar la eficiencia de su quesería. Guatemala, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. p. 170-172.
10. GONZALEZ GARAY, S. 1996. Evaluación química y sensorial de quesos frescos elaborados de leche de vaca y leche de cabra, mezclados en diferentes proporciones. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p. 11-14.
11. INGREDIENTES FUNCIONALES para alimentos bajos en calorías. 1997. Guatemala, INTECAP. p. 1-5. (Boletín Técnico).
12. INTECAP (Guatemala). 1997. Transformación de productos lácteos. p. 4, 18, 28.
13. LOS ADITIVOS al servicio de la industria alimentaria. 1997. Guatemala, INTECAP. p. 1-3. (Boletín Técnico).



14. PAIZ RODRIGUEZ, N. 1997. Extracto de semilla de Ujusste (*Brosimum alicastrum*) en la coagulación de la leche destinada para la elaboración de quesos. Tesis Lic Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p. 6-8.
15. PELCZAR, M.; REID, R.; CHAN, E. 1991. Microbiología. 4 ed. México, McGrawHill. 826 p.
16. REAL DEL SOL, E., et al. 1997. Empleo de la ultrafiltración en la elaboración del queso crema. Guatemala, INTECAP. p. 1-3.
17. REVILLA, A. 1985. Tecnología de la leche. San José, Costa Rica, IICA. 399 p.
18. ROSELL, J.; DOS SANTOS, I. 1952. Métodos analíticos de laboratorio lactológico y microbiología de las industrias lácteas. Barcelona, Esp., Labor. t. 2, p. 637, 642.
19. SUAREZ-SOLIS, V., et al. 1997. Desarrollo de un queso fresco de soya. Guatemala, INTECAP. p. 1-2. (Boletín Técnico).
20. VAN DENDER, A.G.; BALDINI, V.L.; MELO, E.M. 1986. Efeito da desidratacao sobre las qualidades protéicas dos alimentos (Bra.) 23 (2): 147-165.



Br. José Pablo Molina Marroquín

Med. Vet. Mario Augusto Ramirez  
Asesor Principal

Lic. Zoot. Carlos Enrique Corzantes  
Asesor

Med. Vet. Mario Estuardo Llerena  
Asesor

Vo. Bo.

Lic. Zoot. Rodolfo Chang Shum  
Decano

Imprimase

