

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS



“EFECTO DE TRES TIPOS DE ESTABILIZANTES (CMC,  
GELATINA, PECTINA) AL 0.15 % EN EL RENDIMIENTO DE  
QUESO FRESCO PASTEURIZADO”

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

NICOLÁS DÁVALOS TRUJILLO

RIOBAMBA – ECUADOR

2004

**“EFECTO DE TRES TIPOS DE ESTABILIZANTES (CMC, GELATINA,  
PECTINA) AL 0.15 % EN EL RENDIMIENTO DE QUESO FRESCO  
PASTEURIZADO”**

Dávalos, N<sup>1</sup>; Vayas, E.<sup>2</sup>

ESPOCH – FAC. CC. PECUARIAS  
Panamericana Sur Km 1  
Teléfono 965-068, Riobamba – Ecuador

**RESUMEN**

En las instalaciones de la Planta de Lácteos de propiedad del Señor Nelson Dávalos, ubicada en el Km 5 vía a Catequilla, cantón Chambo, provincia de Chimborazo, se evaluó el efecto de la adición de tres tipos de estabilizantes (CMC o carboximetilcelulosa, gelatina y pectina) en la dosis de 0.15 %, para ser comparado con un tratamiento control (sin estabilizante), por lo que se contó con cuatro tratamientos experimentales, con cuatro repeticiones por tratamiento. Determinándose que las propiedades físico-químicas por empleo de los diferentes tipos de estabilizantes se vieron afectados estadísticamente, propiciado la pectina quesos con mayor acidez (16.98 °D), el contenido de humedad se incrementó por el uso de los estabilizantes (57.8 a 63.3 %), reduciéndose por lo contrario el contenido de materia seca (42.2 a 36.8 %), así como el contenido de grasa (15.8 a 15.0), En el análisis microbiológico se encontró ausencia de *Escherichia coli*, pero se registró la presencia de hongos ( $6.10 \times 10^3$  al emplearse la CMC) en cantidades que no superan las exigencias de las Normas INEN ( $5.0 \times 10^4$ ). Con el empleo de gelatina, organolépticamente se registró la mayor aceptación, alcanzando una puntuación total de 18/20 puntos, que corresponde a queso de primera (MERCOSUR, 2002), se requiere de menor cantidad de leche por kg de queso producido (3.50), un menor costo de producción (\$1.19) y la mayor rentabilidad (B/C de 1.26), por lo que se recomienda elaborar queso fresco pasteurizado con la adición 0.15 % de gelatina como estabilizante.

---

<sup>1</sup> Autor de la investigación. Egresado de la Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH.

<sup>2</sup> Director de Tesis, Profesor de la Escuela de Ing. En Industrias Pecuarias, Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH.

## **"EFFECT OF THREE TYPES DE ESTABILIZANTS (CMC, JELLO, PECTIN) TO 0.15% IN THE YIELD OF PASTEURIZED FRESH CHEESE"**

### **SUMMARY**

In the facilities of the Plant of Milky of property of Mr. Nelson Davalos, located in the Km 5 road to Catequilla, canton Chambo, province of Chimborazo, it was evaluated the effect of the addition of three estabilizants types (CMC or carboximetilcelulosa, jello and pectin) in the dose of 0.15%, to be compared with a treatment control (without estabilizant), for what had four experimental treatments, with four repetitions for treatment, being determined that the physical-chemical properties for employment of the different estabilizants types were affected statistically, propitiating the pectin cheeses with more acidity (16.98 °D), the content of humidity was increased by the use of the estabilizants (57.8 to 63.3%), decreasing for the opposite the content of dry matter (42.2 to 36.8%), as well as the content of fat (15.8 at 15.0). In the analysis microbiologic he/she was absence of Escherichia coli, but he/she registered the presence of mushrooms ( $6.10 \times 10^3$  when being used the CMC) in quantities that don't overcome the demands of the Norms INEN ( $5.0 \times 10^4$ ). With the employment of jello, organoleptics she registered the biggest acceptance, reaching a total punctuation of 18/20 points that corresponds to cheese of first (MERCOSUR, 2002), it is required of smaller quantity of milk by kg of produced cheese (3.50), a smaller production cost (\$1.19) and the biggest profitability (B/C 1.26), for what is recommended to elaborate fresh cheese pasteurized with the addition 0.15% of jello like estabilizant.

## CONTENIDO

	Página
<u>LISTA DE CUADROS</u>	vi
<u>LISTA DE GRÁFICOS</u>	vii
<u>LISTA DE ANEXOS</u>	viii
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	15
A. ADITIVOS ALIMENTARIOS	15
B. ESTABILIZANTES, ESPESANTES, GELIFICANTES	18
1. <u>Principales estabilizantes y espesantes de uso industrial</u>	19
a. Gelatina	19
b. Carboximetilcelulosa (CMC)	20
c. Pectinas	20
d. Aligenato propilen glicol	21
e. Caseína, caseinato de sodio	22
f. Gomas	22
g. Sorbitol	23
h. Almidón, almidón modificado	23
C. EL QUESO	24
1. <u>Generalidades</u>	24
2. <u>Importancia</u>	25
3. <u>Clasificación de los quesos</u>	26
a. Por la consistencia de la pasta y método de fabricación	27
b. Otros tipos de queso	29
4. <u>Composición química del queso fresco</u>	30

D.	PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO	33
1.	<u>Normalización</u>	34
2.	<u>Pasteurización</u>	34
a.	Objetivos y condiciones de la pasteurización	36
3.	<u>Adiciones</u>	38
a.	Adición de carbonato de calcio	38
b.	Adición de cloruro de sodio	39
4.	<u>Proceso de coagulación</u>	39
a.	Primera fase de la coagulación	40
b.	Segunda fase de la coagulación	40
c.	Consistencia del coagulo	43
d.	Corte la cuajada	43
e.	Calentamiento de la cuajada	44
5.	<u>Desuerado</u>	44
6.	<u>Adición de agua</u>	45
7.	<u>Adición de cloruro de sodio</u>	46
8.	<u>Moldeo y prensado</u>	48
9.	<u>Almacenamiento</u>	49
E.	EL RENDIMIENTO EN LA FABRICACIÓN DE QUESOS	49
1.	<u>Factores que afectan el rendimiento</u>	50
a.	Factores directos	50
b.	Factores indirectos	52
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	56
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN	56
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	56

C.	MATERIALES Y EQUIPOS	56
1.	<u>De procesamiento</u>	57
2.	<u>De laboratorio</u>	57
3.	<u>Reactivos</u>	58
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	58
E.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	60
F.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	61
1.	<u>Recepción de la materia prima (leche)</u>	61
2.	<u>Elaboración del queso</u>	61
3.	<u>Análisis físico – químico del queso</u>	63
a.	pH	63
b.	Acidez	63
4.	<u>Análisis microbiológico del queso</u>	64
5.	<u>Análisis organolépticos</u>	64
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	66
A.	PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS	66
1.	<u>pH</u>	66
2.	<u>Acidez</u>	69
3.	<u>Contenido de humedad</u>	71
4.	<u>Contenido de sólidos totales</u>	73
5.	<u>Contenido de grasa</u>	73
D.	ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO	75
1.	<u><i>Escherichia coli</i></u>	75
2.	<u>Hongos</u>	76
C.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA	76

1.	<u>Apariencia externa</u>	76
2.	<u>Apariencia interna</u>	78
3.	<u>Color</u>	80
4.	<u>Sabor</u>	80
5.	<u>Valoración total</u>	81
E.	ANÁLISIS PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS	83
1.	<u>Rendimiento</u>	83
2.	<u>Conversión leche/queso</u>	83
3.	<u>Costo de producción por kg de queso</u>	85
4.	<u>Beneficio/costo</u>	89
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	90
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	92
VII.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	93
VIII.	<u>ANEXOS</u>	97

**LISTA DE CUADROS**

Nº	Pagina	
1.	CLASIFICACIÓN DEL QUESO DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE HUMEDAD	18
2.	COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL QUESO FRESCO	19
3.	REQUISITOS DEL QUESO FRESCO	19
4.	DENSIDAD Y GRADOS BAUMÉ A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE CLORURO DE SODIO Y A 15°C	35
5.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	47
6.	ESQUEMA DEL ADEVA	48
7.	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA LECHE RECIBIDA	49
8.	PRINCIPIOS DE VALORACIÓN PARA EL EXAMEN ORGANOLÉPTICO	52
9.	COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL QUESO FRESCO PASTEURIZADO ELABORADO CON LA UTILIZACIÓN DE TRES TIPOS DE ESTABILIZANTES (AL NIVEL DE 0,15%)	55
10.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL QUESO FRESCO PASTEURIZADO ELABORADO CON LA UTILIZACIÓN DE TRES TIPOS DE ESTABILIZANTES (AL NIVEL DE 0,15%)	67
11.	EVALUACIÓN ECONÓMICA (DÓLARES) DE LA PRODUCCIÓN DE QUESOS FRESCOS PASTEURIZADOS ELABORADOS CON DIFERENTES TIPOS DE ESTABILIZANTES	75

**LISTA DE GRÁFICOS**

Nº	Pagina	
1.	Valoración del pH de los quesos frescos pasteurizados elaborados con diferentes tipos de estabilizantes (Gelatina, pectina y carboximetilcelulosa)	56
2.	Valoración de la acidez (°D) de los quesos frescos pasteurizados elaborados con diferentes tipos de estabilizantes (Gelatina, pectina y carboximetilcelulosa)	58
3.	Contenido de humedad (%) de los quesos frescos pasteurizados elaborados con diferentes tipos de estabilizantes (Gelatina, pectina y carboximetilcelulosa)	60
4.	Contenido de grasa (%) de los quesos frescos pasteurizados elaborados con diferentes tipos de estabilizantes (Gelatina, pectina y carboximetilcelulosa)	62
5.	Carga microbiana de hongos (UPC/g) en los quesos frescos pasteurizados elaborados con diferentes tipos de estabilizantes (Gelatina, pectina y carboximetilcelulosa)	65
6.	Valoración organoléptica total (20 puntos) de los quesos frescos pasteurizados elaborados con diferentes tipos de estabilizantes (Gelatina, pectina y carboximetilcelulosa)	70
7.	Conversión lt de leche/kg de queso fresco pasteurizado elaborados con diferentes tipos de estabilizantes (Gelatina, pectina y carboximetilcelulosa)	72

8. Rendimiento kg de queso/litro de leche (%), de quesos frescos pasteurizados elaborados con diferentes tipos de estabilizantes (Gelatina, pectina y carboximetilcelulosa) 74
9. Costo de producción (Dólares) por kg de queso fresco pasteurizado elaborado con diferentes tipos de estabilizantes (Gelatina, pectina y carboximetilcelulosa) 76

**LISTA DE ANEXOS**

Nº

1. Cuestionario para el análisis sensorial de la calidad de los quesos frescos pasteurizados
2. Reporte de resultados bromatológicos y microbiológicos de los quesos frescos pasteurizados elaborados con diferentes tipos de estabilizantes (Gelatina, pectina y carboximetilcelulosa)
3. Análisis estadísticos de los parámetros considerados en la elaboración de queso fresco pasteurizado con diferentes estabilizantes (Gelatina, pectina y carboximetilcelulosa)

Anexo 1. Cuestionario para el análisis sensorial de la calidad de los quesos frescos pasteurizados.

Nombre.....Catador N° .....

Fecha.....

Característica	Puntaje referencial	Calificación		
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Apariencia externa	5 puntos			
Apariencia Interna	5 puntos			
Color	5 puntos			
Sabor	5 puntos			

Responsable: .....

## I. INTRODUCCIÓN

La demanda de quesos frescos se ha visto estimulada por el crecimiento de la población humana, los cambios en los hábitos alimenticios y la expansión de la industria de comidas rápidas, si bien, estas variables influyen

positivamente en todo el mundo, el fenómeno se prolonga más en las economías emergentes de América Latina, en las que el consumo per cápita esta aún muy por debajo de los niveles de las naciones desarrolladas.

La industria quesera ecuatoriana en los últimos años se ha desarrollado notablemente por el surgimiento de nuevas empresas y la aplicación de nuevas tecnologías, que fabrican productos con tendencias a exportación, sin embargo, la situación actual en cuanto a calidad, variedad y cantidad no se cumple muchas veces con los requerimiento demandados por el consumidor ni con las normas impuestas por el INEN, ya que se mantiene la elaboración en forma tradicional de quesos por el desconocimiento de nuevos aditivos y nuevas tecnologías y entre estos la utilización de los estabilizantes, que son aquellos que contribuyen a mejorar y a mantener la calidad de los alimentos haciendo más eficiente su preparación, incrementando por otro lado los rendimientos leche/queso.

Este último fundamento es la base de la presente investigación, ya que el uso de agentes gelificantes, espesantes y estabilizantes proporcionan textura y consistencia al producto, dentro de los cuáles tenemos al CMC (carboximetilcelulosa), la gelatina y la pectina, que son utilizados en la elaboración de bebidas y subproductos lácticos, por lo tanto, con la utilización adecuada del tipo de estabilizante y espesante, se puede elevar la producción y su rentabilidad, así como también se puede ofrecer un producto lácteo con características bromatológicas, organolépticas y sanitarias acorde a las necesidades de los consumidores, cuya demanda en los actuales momentos es

insatisfecha, ya que con esta tecnología, se espera incrementar los rendimientos leche/queso.

Por lo anotado, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Conocer el efecto del empleo tres tipos de estabilizantes (carboximetilcelulosa, gelatina, Pectina) al 0.15 % en la elaboración de queso fresco pasteurizado.
- Evaluar las características físico químicas, microbiológicas y organolépticas del queso fresco pasteurizado elaborado con diferentes tipos de estabilizante.
- Determinar los costos de producción y su rentabilidad a través del indicador beneficio/costo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. ADITIVOS ALIMENTARIOS

Cabrera (2000) indica que el empleo de los aditivos alimentarios ha ido evolucionando desde el empirismo a la ciencia. La experiencia empírica acumulada durante siglos se fue poco a poco aclarando al estudiar los procesos que tenían lugar y los factores que influían en los mismos. Gracias a los aditivos se dispone de alimentos más sanos, más estables, más económicos. A la necesidad del uso de aditivos contribuyó el considerable aumento de la población; el cambio de las condiciones sociales; el nivel de vida; el poco tiempo que se dispone para la comida diaria y las largas distancias para acudir al trabajo. Las razones que justifican el uso de los aditivos pueden ser las siguientes:

- La utilización de ciertos aditivos permite abaratar determinados procesos de fabricación y comercialización de los alimentos, haciéndolos más accesibles a mayor número de consumidores. Por este procedimiento se reduce el precio de venta sin perjuicio de la calidad del alimento.
- Algunos años la producción ganadera, crea la existencia de algunos excedentes que han de ser aprovechados transformándolos.
- En los métodos de elaboración, para dar a los productos un aspecto agradable o apetecible, desempeña un papel importante la modificación de los caracteres organolépticos. Por ello, se puede añadir color cuando el natural del propio alimento ha disminuido o desaparecido en los

procesos de elaboración o para asegurar una calidad uniforme del producto igualando las diferencias estacionales.

- La utilización de ciertos aditivos que inhiben alteraciones químicas (antioxidantes) o biológicas (conservantes) se justifica en el sentido protector de la alteración o destrucción de nutrientes de un alimento.

La justificación del uso de cada aditivo debe estar supeditado a que no provoque la disminución del valor nutritivo y que no impida o retrase la acción de los enzimas digestivas.

Según Cabrera (2000), clasifica a los aditivos en los siguientes grupos:

- Los que modifican los caracteres organolépticos:
  - Colorantes
  - Edulcorantes
- Los estabilizadores de las características físicas:
  - Emulgentes, espesantes, gelificantes
  - Antiaglutinantes
  - Reguladores del pH
- Inhibidores de alteraciones biológicas:
  - Conservadores
- Inhibidores de alteraciones químicas
  - Antioxidantes

Velásquez (2004), define a los aditivos alimentarios de la siguiente manera:

- **Los antioxidantes:** Retardan la oxidación de grasas y aceites no saturados, de colorantes y saborizantes. La oxidación ocasiona rancidez, cambios de sabor y pérdidas de color. La mayoría de estos efectos provienen de la reacción del oxígeno del aire con las grasas.
- **Los emulsificantes:** Hacen que el agua y el aceite se mezclen.
- **Los potenciadores de sabor:** Estas sustancias prácticamente no tienen "sabor propio", pero acentúan el sabor natural de los alimentos. Por lo general, se usan cuando hay muy pocos o ningún ingrediente natural presente.
- **Los agentes espesantes:** Estos son carbohidratos naturales o modificados químicamente que absorben, parte del agua que está presente en los alimentos, y por lo tanto hacemos más espeso al alimento. Los agentes espesantes "estabilizan" los alimentos de origen industrial, manteniendo las complejas mezclas de agua, ácido y sólidos bien unidas.
- **Los estabilizantes:** Son las sustancias que posibilitan el mantenimiento del estado físico-químico de un alimento. Los estabilizadores incluyen las sustancias que permiten el mantenimiento de una dispersión

homogénea de dos o mas sustancias no miscibles en un alimento, y también incluyen las sustancias que estabilizan, retienen o intensifican un color existente en un alimento, mientras como gelificantes se entienden a aquellas sustancias que dan textura a un alimento mediante la formación de un gel (Cabrera, 2000).

## **B. ESTABILIZANTES, ESPESANTES, GELIFICANTES**

Distintos alimentos tienen consistencias y texturas diferentes. No hay dos estabilizantes, espesantes ni gelificantes exactamente iguales y, en general, cada uno será más eficaz en una aplicación concreta que otro. Por ejemplo, la gelatina produce una textura elástica suave, mientras que el agar la produce más dura y frágil. Las condiciones de los procesos a que se someten los alimentos son muy variables. Por ejemplo, algunos requieren una gelificación que cuaje en caliente; otros, en cambio precisan que gelifiquen en frío. En los productos lácteos ácidos, la pectina y la carboximetilcelulosa estabilizan las proteínas de la leche durante la pasterización. Una mezcla de estabilizantes suele ser más eficaz que cualquiera de ellos usado individualmente (FEFA, 2001).

Para el ENAC (2001), las sustancias capaces de formar geles se han utilizado en la producción de alimentos elaborados desde hace mucho tiempo. Entre las sustancias capaces de formar geles está el almidón y la gelatina, La gelatina, obtenida de subproductos animales, solamente forma geles a temperaturas bajas, por lo que cuando se desea que el gel se mantenga a

temperatura ambiente, o incluso más elevada, debe recurrirse a otras sustancias bastante complejas, obtenidas de vegetales o microorganismos indigeribles por el organismo humano. Algunos de estos productos no están bien definidos químicamente, al ser exudados de plantas, pero todos tienen en común el tratarse de cadenas muy largas formadas por la unión de muchas moléculas de azúcares más o menos modificados. Tienen propiedades comunes con el componente de la dieta conocido como "fibra", aumentando el volumen del contenido intestinal y su velocidad de tránsito.

## 1. **Principales estabilizantes y espesantes de uso industrial**

### a. **Gelatina**

Es un agente para espesar y cuajar, se lo utiliza en mezclas secas para postres, yogurt, helados, quesos para untar, bebidas. La gelatina es una proteína obtenida de los huesos, cascos y otros, de los animales. Tiene poco valor alimenticio porque contiene poco o ninguno de los aminoácidos esenciales. Efectos Secundarios: Tiene poco valor alimenticio porque contiene poco o ningún de los ácidos esenciales (Velásquez, 2004).

La gelatina forma geles a temperaturas bajas, por lo tanto cuando se desea que el gel se mantenga a temperatura ambiente, o incluso más elevada, debe recurrirse a otras sustancias ([www.pasqualinonet.com.ar](http://www.pasqualinonet.com.ar), 2004).

## **b. Carboximetilcelulosa (CMC)**

De acuerdo a Palma (2000) y Velásquez (2004), la carboximetilcelulosa es un agente espesante y estabilizador; que impide que el azúcar se cristalice, se lo utiliza en la elaboración de helados, cerezas, rellenos de tartas, nevados, alimentos dietético, caramelos. El CMC se prepara haciendo reaccionar la celulosa con un derivado de ácido acético.

La carboximetilcelulosa, es menos soluble en caliente que en frío. La viscosidad depende mucho del grado de sustitución. Actúa fundamentalmente como agente dispersante, para conferir volumen al alimento y para retener la humedad. Se utilizan en confitería, repostería y fabricación de galletitas, se utiliza además en bebidas refrescantes, en algunos tipos de salchichas que se comercializan sin piel, en helados y en sopas deshidratadas. Este tipo de celulosa no resulta afectada por las enzimas digestivos del organismo humano, no absorbiéndose en absoluto ([www.pasqualinonet.com.ar](http://www.pasqualinonet.com.ar). 2004).

Zunino (2002), señala que el uso de estos espesantes/estabilizantes cuando sean utilizados en mezclas, no podrá ser superior a 20.000 mg/kg de producto final, recomendando para el empleo de Carboximetilcelulosa y la gelatina en dosis de 5.000 mg/kg, que equivale a la proporción del 0.5 %.

## **c. Pectinas**

La pectina es un polisacárido natural, uno de los constituyentes

mayoritarios de las paredes de las células vegetales, y se obtiene a partir de los restos de la industria de fabricación de zumos de naranja y limón y de la fabricación de la sidra. Forman geles en medio ácido en presencia de cantidades grandes de azúcar, situación que se produce en las mermeladas, una de sus aplicaciones fundamentales. Además de mermeladas y otras conservas vegetales, se utiliza en repostería y en la fabricación de derivados de zumos de fruta. El principal efecto indeseable del que se ha acusado a las pectinas es que inhiben la captación de metales necesarios para el buen funcionamiento del organismo, como el calcio, zinc o hierro. La ingestión de pectinas tiene varias ventajas claras. Se ha comprobado que la captación por el aparato digestivo de la glucosa procedente de la dieta sea más lenta, con lo que el ascenso de su concentración sanguínea es menos acusado después de una comida. Esto es claramente favorable para los diabéticos, especialmente para aquellos que no son dependientes de la insulina. Puede concluirse que la ingestión de pectinas a los niveles usados como aditivos, no solamente no es perjudicial para la salud sino que incluso es beneficioso. Las pectinas, especialmente las presentes en el pomelo, han sido objeto de diversas campañas publicitarias en las que se pretende que, en forma de cápsulas o píldoras, permiten conseguir pérdidas de peso casi milagrosas, lo que es totalmente falso ([www.pasqualinonet.com.ar](http://www.pasqualinonet.com.ar). 2004).

#### **d. Aligenato propilen glicol**

Son agentes espesantes, se los utiliza en la elaboración de helados, queso, caramelos, yogurt. El alginato es un derivado aparentemente inocuo de

algas marinas (kelp) que mantiene la textura deseada en los productos lácteos, nevados envasados, y otros productos industriales. El alginato propilen glicol, un algínico modificado químicamente, espesa los alimentos ácidos (pop soda, aderezos para ensaladas) y estabiliza la espuma de la cerveza (Velásquez, 2004).

**e. Caseína, caseinato de sodio**

Son agentes espesantes y blanqueador, se lo emplea en la elaboración de helado, leche helada, sorbetes, coffee mate (para el café). La caseína es la principal proteína de la leche. Es una proteína nutritiva que contiene adecuadas cantidades de los aminoácidos esenciales (Velásquez, 2004).

**f. Gomas**

Goma de guar, goma de algarrobo, goma arábica, furcellaran, goma ghatti, goma tragacanto, goma Baraya, son agentes espesantes y estabilizadores, se los emplea en la preparación de bebidas, helados, pudines congelados, aderezos para ensaladas, masas, queso ricotta, caramelos, mezclas para bebidas. Las gomas se derivan de fuentes naturales (arbustos, árboles o algas) y hasta ahora se han estudiado de manera insuficiente. Se utilizan para espesar los alimentos, impedir que los cristales de azúcar se conviertan en caramelos, estabilizar la espuma de la cerveza (goma arábica), formar una gelatina en los pudines (gomas fulcellaran), encapsular los aceites saborizantes en mezclas secas para bebidas, o mantener unidas algunas y el

aceite en los aderezos para ensaladas. La goma tragacanto se utilizan a veces en las hamburguesas de una popular cadena de hamburguesería y en muchos otros alimentos, pero puede causar graves reacciones alérgicas (Velásquez, 2004).

**g. Sorbitol**

Es un edulcorante, agente espesante, mantiene la humedad. Se lo emplea en bebidas y alimentos dietéticos, caramelos, coco rallado, chicle. El sorbitol se encuentra naturalmente en frutas y bayas y es un pariente cercano de los azúcares. Su poder edulcorante equivale a la mitad de la azúcar. Se usa en el chicle que no produce caries, ya que las bacterias de la boca no lo metabolizan bien. Grandes cantidades de Sorbitol (2 onzas para los adultos) tienen un efecto laxante; los diabéticos usan Sorbitol porque se absorbe lentamente y no hace que el azúcar en la sangre aumente rápidamente (Velásquez, 2004).

**h. Almidón, almidón modificado**

Es un agente espesante, utilizándose en la elaboración de sopas, salsa, alimentos para bebés. El almidón, principalmente se compone de la harina, las papas y el maíz, es usado como agente espesante. Sin embargo, no se disuelve en agua fría. Los expertos en química han resuelto este problema haciendo reacciones al almidón con ciertos químicos. Estos almidones modificados son agradados a algunos alimentos para mejorar su consistencia y

mantener los sólidos suspendidos. El almidón y los almidones modificados hacen lucir a los alimentos más espesos y apetitosos de lo que en realidad son (Velásquez, 2004).

## **C. EL QUESO**

### **1. Generalidades**

Revilla (1996) indica que el queso es el producto obtenido mediante coagulación de la leche y eliminación del suero. Puede ser hecho de diferentes tipo de leche y diferentes tipos de técnicas, según la clase de queso que se desee obtener. Por definición, el queso es un producto fresco o madurado, obtenido por coagulación y desuerado, a partir de le leche entera, estandarizada, descremada o crema proveniente de algunos mamíferos.

Según la FAO (2.000) el queso es un alimento concentrado que contiene prácticamente todos los nutrientes esenciales presentes en la leche cruda. Puede ser fresco o haber pasado por un proceso de maduración. Para elaborarlo se coagula la leche y se retira el suero. La coagulación puede llevarse a cabo por diversos métodos. De éstos, el más común es añadir la cuajada, una enzima natural que se encuentra en el cuarto estómago de un rumiante. En algunos casos, la leche se coagula agregándole un ácido, como el vinagre o los extractos de enzimas vegetales.

Farmacia.us.es (2002), señala que queso es, en esencia, una forma

concentrada de leche que se obtiene por coagulación de la caseína. Ésta atrapa a la mayor parte de la grasa y parte del azúcar de la leche (lactosa), del agua y de las proteínas del suero (albúmina y globulinas). La mayoría del agua y de las sustancias solubles en la misma se eliminan con el suero durante las manipulaciones que se efectúan con la cuajada. Todos los quesos se fabrican con leche, aunque no siempre procedente de vaca. La leche se coagula con ácido o con cuajo (renina) y del coágulo formado se separa el suero. Lo que suceda después determinará el tipo de queso.

## **2. Importancia**

Revilla (1996) señala que la quesería constituye sin duda la modalidad más antigua de transformación industrial de la leche. Las proteínas se alteran con facilidad. De ahí que la industria lechera haya tratado siempre de encontrar procedimientos para conservarlas en beneficio del consumo humano. Esta conservación está basada generalmente en procesos microbiológicos, las cuales dan lugar a una escisión más o menos intensa de tales principios, que aumentan así su digestibilidad y experimentan los más diversos cambios de sabor. Las proteínas del queso son ricas en aminoácidos esenciales (constituyentes básicos de las proteínas, que el organismo no puede sintetizar). A ellas se encuentran ligadas cantidades considerables de sales minerales y de biocatalizadores. El queso es una de las formas más antiguas de conservar los principales elementos nutritivos de la leche. Este compuesto de proteína, grasa, agua, sales minerales y pequeñas cantidades de otros elementos. La proporción en que se encuentran los componentes varía según el tipo de

queso. La elaboración de la mayoría de los quesos involucra la coagulación que se lleva a cabo por medio de enzimas de origen animal microbiano y de ácidos orgánicos, como los ácidos acéticos, cítrico y láctico. Después de la coagulación sigue el corte de la cuajada, la agitación, calentamiento, desuere, salado, moldeado, prensado, envasado y almacenamiento.

Según la FAO (2000) dice que desde el punto de vista nutricional, el queso es considerado como un alimento de alto valor nutritivo, debido a la cantidad y tipo de proteínas, cantidad de grasa, cantidad y proporción en que se encuentran el calcio y el fósforo y la cantidad de vitamina A.

### **3. Clasificación de los quesos**

Alais (1980) clasifica desde el punto de vista del mercado y se basa sobre el contenido de grasa en quesos grasos (mayor en 42% en grasa), quesos semigrasos (del 20 al 42% en grasa) y quesos magros (menor del 20% en grasa).

Gavilánez (1991) señala que hay 18 tipos de quesos y más de 400 nombres que los aplican a estos, pero pueden clasificarse en dos grupos: los duros y los blandos: entre los duros se tienen los muy duros que se clasifican con la presencia o no de ojos (Parmesano y Emmental), los semiduros se clasifican por el tipo de fermento utilizado para la maduración, con bacterias (Andino y Tilsit) y hongos (Roquefort); en tanto que los quesos blandos se clasifican en: madurados por bacterias y hongos y los no madurados. También

se clasifican desde varios puntos de vista: por el tipo de leche (vaca, oveja, cabra, etc.), por el tipo de coagulación (cuajo, acidez y mixto), por el porcentaje de agua en duros con 38%, semiduros con 40% y blandos con 50% de humedad; por el porcentaje de grasa en: grasos, semigrasos y magros.

De acuerdo a Revilla (1996), existen más de 2000 nombres de quesos y unas 400 clases, sin embargo, es posible clasificarlos en cuatro grupos: blandos, semiblandos, duros y muy duros. También se los puede clasificar de acuerdo al animal del que provino la leche, de la composición química, del proceso de maduración o sabor del queso. También es posible clasificarlos en: queso de pasta dura, pasta firme consistente y pasta firme semiconsistente. Así como en quesos blandos, quesos no maduros, quesos de leche fermentada, quesos fundidos y quesos de pasta cocida.

Según Allada (2000), clasifica a los quesos dependiendo a diversos criterios, independientemente del grupo en que estén, cada tipo responde siempre a las mismas características, indicando las siguientes clasificaciones:

**a. Por la consistencia de la pasta y método de fabricación**

**Quesos frescos:** Son los que se elaboran con vocación de ser consumidos sin pasar por condiciones de maduración. Tiene un elevado contenido en humedad y una vida comercial más breve. (Mozarella, Burgos, Mascarpone, Speisquark). Por su contenido húmedo se envasan normalmente en recipientes de plástico, de distintos tamaños y herméticamente cerrados para

evitar pérdida del suero que contienen y su deterioro por contaminación con microorganismos.

**Quesos madurados.** Se someten a maduración para que desarrollen sus características propias, se establecen varios tipos:

- Queso tierno, maduración inferior a 21 días
- Queso oreado, maduración de 21 a 90 días
- Queso semicurado, maduración de 3 a 6 meses
- Queso curado, maduración mayor de 6 meses

**Quesos de pasta blanda.** Sufren un desuerado menos intenso y la pasta resulta, por tanto, más húmeda. En este grupo pueden agruparse:

- De corteza enmohecida, aquellos cuya corteza está colonizada por hongos o levaduras (Camembert, Maroilles)
- De corteza lavada, desprovistos de hongos y levaduras (Tetilla Taleggio)
- Enmohecidos interiormente, la pasta está invadida parcialmente por hongos (Stilton, Picón)

**Quesos de pasta prensada.** Entre estos se tienen:

- De pasta poco cocida, aquellos en los que tras la ruptura de la cuajada ésta se somete a un calentamiento entre 35 y 40°C (Roncal, Edam)
- De pasta semicocida. La temperatura de calentamiento de los granos de

cuajada se cifra en 40-48°C. (Appenzell, Fontina)

- De pasta cocida. Calentamiento a temperaturas superiores a 48°C (Emmental, Sbrinz)

## **b. Otros tipos de queso**

**Quesos fundidos.** Obtenidos por mezcla, fusión y emulsión, con tratamiento térmico, de una o más variedades de queso, con inclusión de sales fundentes para favorecer la emulsión. Pudiéndose añadir además leche, productos lácteos u otros, como hierbas aromáticas, salmón, anchoas, nueces, avellanas, ajo, etc. Cuando en la etiqueta aparece la leyenda "para untar" o "para extender", el extracto seco total no llegará al 50%.

**Quesos de suero.** Producto obtenido por precipitación por medio del calor, y en medio ácido, de las proteínas del suero del queso, para formar una pasta blanda. (Requesón, Ricotta)

**Quesos de pasta hilada.** La cuajada una vez rota se deja madurar en el mismo suero durante un tiempo para que adquiera la aptitud de hilatura como consecuencia de una desmineralización por pérdida de calcio de la masa sólida (Mozzarella, Provolone, Caciocavallo Silano).

Según la FAO (2000), la clasificación de los quesos de acuerdo al porcentaje de humedad se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. CLASIFICACIÓN DEL QUESO DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE HUMEDAD

Tipo	Humedad %	Textura	Conservación
Suave o fresco	45 a 75	Suave puede cortarse en rodajas	Unos días.
Semiduro	35 a 45	Ligeramente desmenuzable	Unos meses
Duro	30 a 40	Muy denso, firme, algunas veces grumoso	Un año o más

Fuente: FAO (2000).

#### 4. Composición química del queso fresco

Madrid (1991) señala que los quesos frescos tienen un alto contenido de humedad (60 %) y no han sufrido un proceso de maduración, por lo que generalmente tiene un sabor a leche fresca o leche acidificada. Su consistencia suele ser pastosa, su color blanco su corteza es muy fina o no las posee. Los quesos frescos tienen un pH de 4,5 y son de consistencia pastosa.

El queso fresco se caracteriza por ser un producto poco fermentado, aunque ligeramente ácido (pH entorno a 5,3), muy líquido, con un bajo porcentaje de sal (menor al 3%) y con un potencial de óxido-reducción electronegativo (Rodríguez, 2002).

La composición química del queso fresco según la FAO (2000) se reporta a continuación:

Cuadro 2. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL QUESO FRESCO

Nutriente	Contenido %
Grasa	24.0
Proteína	21.0
Carbohidratos	2.0
Sales minerales	2.0
Agua	50

FUENTE: FAO (2000)

Según el INEN (1996), el queso fresco de acuerdo a su clasificación, analizado según las normas técnicas correspondientes, deberá cumplir con los requisitos establecidos en el siguiente cuadro:

Cuadro 3. REQUISITOS DEL QUESO FRESCO

Requisitos	Tipo de queso	Medida	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Humedad	Queso fresco común	%	_	65	INEN 63
	Queso fresco extra húmedo	%	>65	80	INEN 63
Grasa en el extracto seco	Ricos en grasa	%	>60	_	INEN 64
	Grasos	%	>45	60	INEN 64
	Semigrasos	%	>25	45	INEN 64
	Pobres en grasa	%	>10	25	INEN 64
	Desnatados	%	_	10	INEN 64

FUENTE: Norma INEN 1528 (1996)

Cantuña (2002), en la Hda. Mirador de Ila, de propiedad de la Agrícola Ganadera Reysahiwal S.A. del grupo Wong, ubicado en la Provincia de

Pichincha, Cantón Santo Domingo, evaluó la utilización de diferentes niveles de estabilizante (0.015, 0.030 y 0.045 %) frente a un grupo control en la elaboración de queso fresco pasteurizado, con seis repeticiones por tratamiento, utilizándose 24 unidades experimentales de 40 litros de leche. Determinándose que la utilización del estabilizante permite incrementar la humedad y los rendimientos, pero reduciendo el contenido de materia seca y grasa, alcanzándose con el nivel 0.045 % el 67.39 % de humedad, 32.61 % de materia seca y 27.67 % de grasa, con un rendimiento de 20.75 % leche-queso, que es superior 2.86 kg de queso por cada 100 litros de leche con respecto al grupo control (sin estabilizante). El empleo de niveles superiores al 0.015 % del estabilizante, afectó las características de apariencia externa e interna, así como el sabor, correspondiéndoles una calificación de bueno a regular a los quesos obtenidos con los niveles 0.030 y 0.045 %, a pesar de que se alcanzan rentabilidades de 46.56 y 48.47 %, no resultan adecuados para los intereses de la empresa, ya que la calidad organoléptica de los quesos obtenidos con estos niveles están por debajo de los objetivos que persigue la empresa Agrícola Ganadera Reysahiwal, a diferencia del empleo del nivel 0.015 % que presentó valoración de excelente en las características organolépticas y una rentabilidad económica del 44.37 %, que es superior en 1.93 % con respecto al grupo control, por lo que se recomienda emplear este nivel de estabilizante.

Becerra (2003), estudio en la Planta de Lácteos "TECNILAC", localizada en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, el efecto de la adición de tres tipos de cuajos (de origen animal, microbiano y vegetal), en tres niveles (0.8, 1.0 y 1.2%), en la elaboración de queso fresco, estableciendo que las

propiedades físico-químicas no se alteraron, registrándose quesos con un pH entre 5.35 a 5.65 y una acidez de 14.10 a 17.85 °D. La composición nutritiva se vio influencia por el tipo de cuajo y nivel utilizado, obteniéndose quesos con mayor humedad cuando se empleo el 1.2 % de cuajo microbiano. Con el empleo del 1.0 % de cuajo animal se alcanzó un mayor nivel proteico (22.62 %), el contenido de grasa fluctuó entre 12.78 a 15.28 %, por lo que se consideran quesos pobres en grasa (INEN, 1996), y el contenido de cenizas fue de 3.05 a 4.45 %. En base a la clasificación de Mercosur (2002), con el empleo de 1.0% de cuajo microbiano se consiguió quesos de calidad Extra, con 0.8 y 1.0% de cuajo animal quesos de primera, y con el cuajo vegetal en los niveles 0.8 y 1.2% quesos de tercera. La carga microbiana se encuentra por debajo de los requerimientos establecidos por el INEN (1996) y Mercosur (2002), por lo que se consideran aptos para el consumo humano. La mayor rentabilidad económica (27%) se alcanzó al emplear 1.0% de cuajo microbiano, mientras que al utilizar el 1.0 y 1.2% de cuajo vegetal, la rentabilidad se redujo al 12%.

#### **D. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO**

Según Dubach (1988), los procedimientos para la fabricación del queso han variado, de acuerdo a los nuevos tipos de quesos que han surgido, pero los principios básicos de la quesería son los mismos que hace 2000 años. Las etapas de elaboración de quesos son las que se señalan a continuación:

- Preparación de la leche mediante la pasteurización y/o maduración.

- Coagulación de la leche.
- Corte de la cuajada
- Moldeo de la cuajada
- Salado del queso
- Maduración del queso

## 1. **Normalización**

El procedimiento de producción de un tipo de queso, casi siempre, indica el porcentaje de grasa que debe tener la leche de la cuál se va a obtener el queso. Por esta razón, algunas veces se tiene que reducir o aumentar el contenido de grasa de la leche normal, ya sea descremando, mezclando diferentes leches o añadiendo crema (Revilla, 1996).

## 2. **Pasteurización**

Warner (1980) dice que la producción moderna de la mayoría de los quesos es hecha con leche pasteurizada por que la misma presenta las siguientes ventajas:

- Destruye todos los microorganismos patógenos, los coliformes, las levaduras, la mayoría de los saprofitos, con excepción de los esporulados. como el clostridium
- Facilita el desarrollo de los microorganismos inoculados permitiendo obtener quesos de calidad mas uniformes.

- Aumenta ligeramente el rendimiento de la leche en quesos; sobre todo si la pasteurización se efectúa a 80° C o más, porque la lactoalbúmina y la lactoglobulina se coagulan y quedan retenida en la cuajada formada por la caseína. El incremento en rendimiento puede llegar hasta 5% del nitrógeno total.
- Hay mayor retención de grasa en el queso.
- Destruye o inactiva la mayoría de las enzimas de la leche.
- Permite madurar los quesos a temperaturas más altas que las usadas para los quesos elaborados con leche cruda.
- Prolonga el período de conservación de los quesos.

Pero también, la pasteurización también trae consigo las siguientes desventajas:

- El calentamiento induce a la formación de una cuajada blanda debido a que rompe el equilibrio del fosfato de calcio, lo cuál reduce la disponibilidad de calcio para la formación del complejo fosfo – paracaseinato de calcio. Si la pasteurización se efectúa cerca de 75°C / 15 s, la deficiencia de calcio disponible puede ser corregida mediante la adición de un máximo de 0.02 por ciento de cloruro de calcio con relación al peso de la leche, o sea 20 g por cien kilogramos de leche. Un exceso de calcio en la leche puede dar origen a un queso amargo.
- La precipitación parcial de las proteínas del suero dificulta el desuerado, debido a que estas proteínas fijan el agua y pueden afectar la maduración del queso.

- El calentamiento libera radicales sulfhídricos (SH-) de las proteínas solubles y estos dificultan el crecimiento de los microorganismos del cultivo láctico y por ende retarda el proceso de maduración.
- El aroma y la textura de ciertos quesos hechos con leche cruda, no pueden obtenerse cuando son hechos con leche pasteurizada.

A pesar de los problemas que presenta la pasteurización es muy recomendable practicarla para proteger la salud del consumidor, ya que en los quesos frescos y de pasta blanda, elaborados de leche cruda, pueden sobrevivir o multiplicarse algunos microorganismos patógenos, salvo algunas excepciones (Revilla, 1996).

#### **a. Objetivos y condiciones de la pasteurización**

Según Revilla (1996), desde el punto de vista higiénico, la pasteurización de la leche asegura el saneamiento del queso. Pero la cuestión de fondo que se plantea es saber si los gérmenes patógenos, en particular los bacilos tuberculosos, presentes en la pasta del queso no madurado, desaparecen o no después, en el curso de la maduración. En este caso, la pasteurización sería inútil. En efecto, todo el mundo está de acuerdo en la viabilidad de los gérmenes patógenos presentes en los quesos frescos, incluso en los muy ácidos, pero los investigadores no son, en cambio, unánimes en lo relativo a la resistencia de estos gérmenes en los quesos madurados.

Sin embargo, un informe de A. E. Reed, sometido en 1948 a la Comisión

Internacional de Quesos de la Federación Internacional de Lechería, se expresa en los siguientes términos: «Se ha demostrado experimentalmente que algunos organismos patógenos que pueden existir en la leche podrían asimismo sobrevivir un largo tiempo en el queso, constituyendo una amenaza potencial para la salud de los consumidores». Desde el punto de vista técnico, la pasteurización, al interrumpir la acidificación por destrucción de la flora láctica, permite la utilización de leches cuya mediocre calidad bacteriológica perjudicaría seriamente la fabricación (si fuesen tratadas en estado crudo). Además, simultáneamente se elimina la mayoría de los gérmenes indeseables, salvo los esporulados. Liberada la leche de su flora inicial, es posible poblarla de nuevo con fermentos puros y seleccionados que permitan al industrial quesero trabajar en excelentes condiciones de regularidad. Los productos obtenidos son de calidad uniforme porque permanecen al abrigo de las fluctuaciones que se observan frecuentemente en la calidad bacteriológica de la leche recogida. Finalmente, si la pasteurización de la leche se efectúa a una temperatura superior a 80 °C, la lactoalbúmina y la lactoglobulina coagulan y son retenidas por la caseína, en la cuajada, durante el desuerado, de lo que resulta un incremento sensible del rendimiento, puesto que normalmente alcanza el 4 y 5 %.

Si bien la pasteurización de la leche de quesería responde a exigencias técnicas e higiénicas indudables, no es menos cierto que su realización suscita dificultades, para algunas de las cuales aún no se han hallado soluciones satisfactorias. En definitiva, el problema de la pasteurización de la leche en quesería se plantea en los siguientes términos: o el calentamiento es suficiente

para destruir con absoluta seguridad todos los gérmenes patógenos y entonces la leche sufre modificaciones que dificultan la fabricación, o el calentamiento es moderado y el producto se salva, pero sin que en este caso se pueda garantizar suficientemente la salubridad. A este respecto, es probable que tenga interés en que sería la higienización de la leche mediante el empleo de radiaciones. Actualmente, en Francia las temperaturas de pasteurización más frecuentes están comprendidas entre los 65 y los 75 °C (a veces los 80 °C) mantenidas alrededor de un minuto o menos. La pasteurización baja durante largo tiempo, a pesar de las ventajas técnicas que puede comportar, no se practica en razón de la pérdida de tiempo que supone (Revilla, 1996).

### **3. Adiciones**

Inmediatamente antes de añadir sustancias complementarias o aditivos, cultivos lácticos y especiales a la leche, debe ser calentada o enfriada entre 28 y 32 ° C, y en la mayoría de los casos.

#### **a. Adición de carbonato de calcio**

La falta de calcio disponible para la coagulación da lugar a grandes pérdidas de caseína y grasa y además de una sinéresis inadecuada durante el proceso. La adición de 5 a 20 g de carbonato de calcio por cada cien kilogramos de leche pasteurizada, propicia la formación de un coágulo normal. Cuando la leche ha sido pasteurizada a 75°C/ 15s, inmediatamente antes de hacer el queso, es suficiente la adición de 20 cm cúbicos de una solución al

40% de concentración de carbonato de calcio, por cada 100 kg de leche, lo que equivale a 8 gramos de cloruro de calcio por 100 kilogramos de leche. La adición de una cantidad excesiva de carbonato de calcio puede dar origen a un coágulo tan duro que dificulte el corte (Revilla, 1996).

#### **b. Adición de cloruro de sodio**

En algunos países utilizan 15% de sal común en la leche para queso, con el propósito de controlar la proliferación de las bacterias que pueden causar daños en el queso y a pesar de que esto demora la coagulación en más de dos horas, todavía es posible obtener quesos de calidad de esa leche.

#### **4. Proceso de coagulación**

Según Madrid (1991), la coagulación de la leche es el momento clave en la elaboración del queso. Durante esta fase se produce la formación de un coágulo de caseína (proteína principal de la leche) como consecuencia de la adición del cuajo, entendiéndose por cuajo un extracto del estómago de ternera, cuyo principio activo es una enzima llamada renina. La coagulación de la leche también se puede producir por la adición de ácidos hasta alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína (pH = 4,6 a 4,7). En general, se reconocen dos fases en el proceso de coagulación de la leche mediante la adición de cuajo.

### a. Primera fase de la coagulación

Es la fase en la que interviene la enzima renina que cataliza la siguiente reacción:



La cadena de aminoácidos de la molécula K-caseína tiene 169 unidades con un punto especialmente débil situado entre las unidades 105. (fenilalanina) y 106 (metionina) que es atacado por la renina del cuajo descomponiendo los complejos de k-caseínas en dos partes (Madrid, 1991):

- Cadena de aminoácidos comprendidos del 1 al 105, insolubles, que forman la paracaseína que forma el coágulo.
- Cadena de aminoácidos del 106 al 169, con carbohidratos que hacen soluble esta fracción, por lo que se va con el suero.

### b. Segunda fase de la coagulación

La paracaseína formada precipita en presencia de iones calcio. Se van formando unos agregados moleculares cada vez mayores, que crecen incluyendo a los glóbulos de grasa. La adición de cloruro cálcico a la leche aumenta la presencia de iones Ca, lo que beneficia al proceso de coagulación.

Todavía podríamos decir que existe una tercera fase, ya que la enzima, activa del cuajo sigue actuando durante la formación del queso, descomponiendo proteínas de forma no específica. Efectivamente, vimos que en la primera fase de la coagulación la renina actúa de forma específica sobre el enlace 105-106 de las K-caseínas. Sin embargo, durante la maduración de los quesos queda todavía renina que actúa de forma no específica, contribuyendo a la proteólisis. Si ésta no es muy activa puede ser hasta beneficiosa, contribuyendo a la maduración y a la formación de aromas, pero si la proteólisis es muy fuerte puede dar sabor amargo a los quesos (Madrid, 1991).

Según Revilla (1996) La coagulación de la leche puede ser hecha por medio de la adición de alcohol, ácidos orgánicos y enzimas:

- **La coagulación alcohólica** es usada generalmente en pruebas de laboratorio para determinar si la leche puede ser sometida a temperaturas de pasteurización o posibles acidificación
- **La coagulación ácida**, generalmente es conocida por fermentación láctica, sin embargo, también puede obtenerse por medio de la adición de ácido acético o ácido cítrico. La coagulación ácida transforma progresivamente el fosfato dicálcico de la caseína hasta dejarlo en forma de caseína pura conformación secundario de lactato de calcio soluble o sales de calcio con los otros ácidos. La precipitación de la caseína normalmente ocurre a 4.6 de pH y a 21° C, y forma una cuajada desmenuzadle y sin cohesión; estas características son muy deseables

en la producción del queso Cabaña (Cottage), queso crema tipo Filadelfia, yogur, leches ácidas y en obtención de caseína libre de calcio.

- **La coagulación enzimática**, es la más generalizada en la producción de queso, las enzimas utilizadas pueden ser de origen animal o microbiológico. Dentro de las enzimas de origen animal están la quimosina o renina obtenida del cuajar de los terneros, la pepsina de origen bovino o porcino, la pepsina, quimisona y para quimosina obtenida del cuajar de los corderos y cabritos en período de lactancia

La pepsina de origen porcino normalmente se utiliza mezclando con renina en partes iguales, ya que por si sola no es muy efectiva para coagular y tiende a producir sabor amargo en el queso cuando es utilizado en mayor cantidad que la necesaria. Dentro de las enzimas de origen microbiano están las producidas por los mohos *Endothia parasiticus* *Mucor pasillus* y *Mucor miehes*, que a pesar de causar un ligero sabor amargo en algunos quesos, su uso se esta generalizando por ser mas baratas que las enzimas de origen animal. La acción enzimática transforma el caseinato de calcio en paracaseinato de calcio que en presencia de sales solubles se coagula formando un complejo de fosfo-paracaseinato de calcio; el cuál tiene la apariencia de gelatina elástica con retracción natural (sinéresis) que permite la expulsión del suero en forma rápida. La coagulación enzimática de la leche es afectada por la concentración del cuajo, acidez de la leche, temperatura y cantidad de calcio soluble presente (Revilla, 1996).

### **c. Consistencia del coagulo**

De acuerdo a Revilla (1996), las indicaciones para la elaboración de un queso, con frecuencia dicen: corte la cuajada cuando esta haya logrado la consistencia adecuada”, pero no dicen cual es la consistencia apropiada para el tipo de queso en cuestión. en realidad no hay una forma precisa de medir la consistencia adecuada, porque esta depende de la solidez, elasticidad y textura que normalmente es determinada en forma empírica por algunos de los siguientes procedimientos:

- Introduzca en la cuajada una varilla en forma vertical y luego levante la cuajada con ella, si esta se abre en forma de una V nítida, esta lista para ser cortada.
- Coloque el reverso de la mano sobre la cuajada para apreciar la firmeza. Cuando la leche está bien coagulada no se adhiere a la piel y se considera que está lista para ser cortada.
- Tome una porción de cuajada entre las manos y ejerza una ligera presión en ella, si el suero que escurre es limpio, la cuajada esta lista.

### **d. Corte la cuajada**

Una vez lograda la consistencia adecuada se procede al corte de la cuajada, que en la mayoría de los quesos se efectúa con la ayuda de una lira horizontal, seguida de un corte vertical, hecho de tal manera que la cuajada quede convertida en pequeños cubos que varían de tamaño según el tipo de

queso. El corte de la cuajada facilita la evacuación del suero porque deja mayor superficie expuesta y también favorece a la sinéresis. La división de la cuajada debe hacerse de tal manera que no se desintegre los cubos de la cuajada, para evitar la pérdida de cuajada durante el desuerado (Revilla, 1996).

#### **e. Calentamiento de la cuajada**

El incremento de la temperatura de la cuajada, aumenta la sinéresis y acelera la salida del suero. El calentamiento debe ser efectuado en forma lenta y con agitación frecuente, de tal manera, que la temperatura suba no más de 1° C durante 3 min, sobre todo al inicio del calentamiento. Si la cuajada es calentada en forma rápida, se forma una película espesa y semipermeable alrededor de cada cubo de cuajada y esta dificulta la salida del suero del interior del cubo, trayendo como consecuencia una textura frágil y cretácea del queso. La temperatura máxima de calentamiento varía con cada queso, por ejemplo, un queso de pasta blanda no debe calentarse más de 3°C sobre la temperatura de coagulación, uno de pasta firme no más de 8° C, sin embargo, un queso de pasta cocida como el parmesano podría subir hasta 25°C sobre la temperatura de coagulación. El calentamiento de la cuajada disminuye la humedad, modifica la población microbiana y da plasticidad a los quesos (Revilla, 1996).

### **5. Desuerado**

El desuerado puede ocurrir en forma espontáneo por contracción de la

cuajada o sinéresis, la que a su vez es influenciado por el grado de acidez, temperatura, agitación y tamaño de los granos de coágulos. El desuerado varía según el tipo de coagulación de la leche que pueda ser ácida o enzimática. El desuerado de una cuajada ácida es difícil debido a la casi nula capacidad de contracción, por lo tanto, la velocidad de desuerado depende principalmente de la temperatura y puede ser rápida a 30° C y casi nula a temperaturas menores a 10°C. El desuerado de una cuajada obtenido por medio de enzimas es lograda por medio del corte, calentamiento, agitación y prensado de la cuajada (Revilla, 1996).

## **6. Adición de agua**

La elaboración de ciertos quesos requiere la adición de agua, en alguna fase del proceso de obtención, con el objeto de diluir o eliminar parte de la lactosa para reducir el proceso de acidificación. El agua fría o caliente y con sal o sin ella, puede ser agregada a la leche, cuajada en suero o cuajada en grano. La cantidad de agua añadida a la leche varía de 3 a 10% con relación al peso de la leche. La cantidad de agua caliente (54°C) agregada a la cuajada en suero varía de 10 a 30%. Para esto hay que sacar por lo menos del 25 al 30% del suero inicial. El agua fría añadida a la cuajada en grano normalmente está entre 4 y 7°C de temperatura, está es parcialmente absorbida por la cuajada. La adición de agua caliente con sal se hace durante el calentamiento para facilitar el desuere y reducir el tiempo de salado de salmuera (Revilla, 1996).

## 7. Adición de cloruro de sodio

De acuerdo a Revilla (1996), la adición de sal contribuye a resaltar el sabor del queso, controla la proliferación de ciertos microorganismos, ayuda a completar el desuerado, mejora la consistencia y contribuye en la formación de la corteza, influye en la acción enzimática durante la maduración y aumenta el período de vida del queso. La cantidad de sal en el queso puede variar de 1 a 6% y su aplicación es hecha según el tipo de queso, utilizando las siguientes técnicas:

- Directamente a la leche en dosis de 0.4% con relación al peso de la leche.
- A la cuajada en suero en proporción de 6% con relación al peso de la leche.
- A la cuajada después del desuerado en dosis de 0.2% con relación al peso de la leche.
- A la superficie del queso, aplicado por frotamiento de 7% de sal con relación al peso del queso.
- Por inmersión en salmuera, esta modalidad permite una mejor distribución de sal que se lleva a cabo por ósmosis y difusión.

La concentración de la salmuera puede variar de 16 a 18% para quesos blandos y de 19 a 22% para quesos de pasta firme y dura. Cuando se usan salmuera en concentraciones de sal menores de 14% los quesos se hidratan demasiado y se desmoronan fácilmente. La temperatura de la salmuera

influye en las pérdidas de peso del queso que pueden llegar entre 4 y 10%. La temperatura óptima está entre 8 y 11°C, aunque la temperatura media para los quesos duros esta en 17°C y para los blandos entre 18 y 22°C. La duración del proceso de salado con salmuera depende del tamaño y forma del queso, concentraciones de sal deseada en el queso y concentración de sal en la salmuera, humedad y textura en el queso y temperatura de la salmuera, normalmente la permanencia del queso en la salmuera varía de una a 10 horas o más, según el tipo de queso. La salmuera debe tener un pH similar al pH del queso que se va a salar y que generalmente es de 5.0 a 5.2, si esta está alta puede ser ajustado mediante la adición de ácido cítrico o ácido láctico y si esta muy baja subirla con carbonatos, bicarbonato de sodio o ambos (Revilla, 1996).

Cuadro 4. DENSIDAD Y GRADOS BAUMÉ A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE CLORURO DE SODIO Y A 15°C

% DE SAL	DENSIDAD	GRADOS BAUME
13.6	1.1	13.2
16.2	1.12	15.6
18.8	1.14	17.8
21.2	1.16	20
22.4	1.17	21.1
23.7	1.18	22.1

Fuente: Revilla (1996).

El mismo investigador señala además, que la salmuera debe ser filtrada periódicamente y esterilizada cuando el cómputo bacteriano llegue a 100.000 UFC/cm<sup>3</sup>. La esterilización puede ser hecha por ebullición de la salmuera o por

adición de hipoclorito de calcio, agua oxigenada o sales de plata. Se sabe que una salmuera de 8 semanas da lecturas mayores que la concentración real por lo que se recomienda agregar 2% de sal adicional requerida.

## **8. Moldeo y prensado**

El moldeado y prensado se hace para dar forma y solidez a los quesos, sin embargo hay algunos quesos que no lo requieren y son colocados directamente en el envase definitivo para ser enviados al mercado, tales como, el queso cabaña, queso procesado y los quesos de untar. Estas operaciones pueden ser hechas antes o después del salado y en algunos casos se necesitan de un pre-prensado antes del moldeado o picado de la cuajada en pequeños trozos, para facilitar dichas operaciones. Los moldes para quesos normalmente son de acero inoxidable, de material plástico o de madera y tienen diferentes formas: cuadrados, rectangulares, redondos, cilíndricos o simples lienzos o tela y en algunos casos hojas de algunas plantas. El prensado puede ser hecho utilizando cualquier objeto; sin embargo, se debe tener cuidado de que este no contamine al producto. En plantas comerciales de cierta magnitud, lo normal es usar prensas neumáticas o hidráulicas con reguladores de presión en kg/cm<sup>2</sup>, para aplicar la presión adecuada según la necesidad del queso. Antes de colocar la cuajada picada en trozos en los moldes se recomienda el uso de tela para quesos o manta para facilitar el desuere o favorecer la formación de la corteza del queso, especialmente en los quesos que requieren de maduración (Revilla, 1996).

## **9. Almacenamiento**

Después de terminado el período de maduración, el queso está listo para ser cortado y empaquetado o enviarlo al mercado en bloques, pero en algunos casos hay necesidad de almacenarlos, entonces el problema principal consiste en inactivar o reducir la actividad enzimática del proceso de maduración, y para ello es indispensable mantenerla a 1 o 2°C, pero nunca debajo de la temperatura de congelación del queso para que no cambie las propiedades físicas (Revilla, 1996).

### **E. EL RENDIMIENTO EN LA FABRICACIÓN DE QUESOS**

Para Revilla (1996), el control técnico de los factores relacionados al rendimiento y a la reducción de pérdidas, contribuye para garantizar la competitividad del producto en el mercado. Dos importantes parámetros influyen decisivamente en la variabilidad económica de la elaboración de quesos: el rendimiento (o sea, la cantidad máxima de quesos que se pueda fabricar con un volumen determinado de leche) y la reducción del descarte (o sea, la obtención de productos de calidad con una buena durabilidad). Ambos parámetros están relacionados con una serie de factores, incluyendo la calidad de la leche y de los ingredientes utilizados, que pueden y deben ser controlados técnicamente con un objetivo de transformar el producto resultante en un producto que sea más expresivo y competitivo dentro del mercado. A continuación se mencionan los factores que influyen directa e indirectamente sobre el rendimiento.

## 1. Factores que afectan el rendimiento

Según Hansen (2001), los principales factores que afectan el rendimiento de la fabricación de quesos pueden dividirse en dos grupos:

### a. Factores directos

**Composición de la leche.** La composición de la leche, especialmente su tenor en proteínas y grasa, tiene un papel fundamental en la definición del rendimiento. En relación a las proteínas, se considera de manera muy especial a la caseína, que es la fracción coagulable por el cuajo y que al formar una red (paracaseinato de calcio) "aprisiona", en diferentes proporciones, los demás elementos de la leche como la grasa, lactosa, sales minerales, etc. Si se aumenta el tenor de la caseína en la leche, el rendimiento de elaboración se ve incrementado por el propio peso de la proteína, la cual es retenida en mayor cantidad y también por el hecho de que la caseína aumenta considerablemente la retención del agua en el queso. Por otro lado, un aumento en el tenor de la materia grasa provoca el mismo aumento positivo en el rendimiento, pero en este caso la mayor retención de agua en el queso se debe a la menor sinéresis durante la elaboración en el tanque. Es muy importante que la estandarización de la leche para la fabricación de quesos se realice en base a la relación caseína / materia grasa. Si ésta se mantiene fija, permite obtener quesos física y químicamente uniformes. La composición de la leche y consecuentemente el rendimiento sufren las influencias de diversos factores como la raza de animal, alimentación, período de lactación, etc. (Hansen, 2001).

**Composición del queso.** La influencia más importante es el tenor de humedad del queso. Naturalmente, cuanto mayor sea el tenor de agua de un queso mayor será el rendimiento de dicha fabricación. El aumento del tenor de humedad es limitado por las alteraciones paralela que pueden ocurrir en el queso, como una aceleración del proceso de maduración (hidrólisis más intensa) que en quesos frescos. Siempre se busca mantener un tenor de humedad compatible con las características funcionales y sensoriales deseadas; el mejor abordaje es la estandarización de la humedad en el extracto seco sin grasa de queso, un parámetro cada vez más usado en las modernas fábricas queseras. Obviamente, cuando mayor sea el tenor de proteínas o de grasa de un queso, más positivo será el efecto en el rendimiento de esta manera, el "punto" de la elaboración, junto con el corte de la cuajada y el proceso de acidificación en el tanque y en la prensa, son factores fundamentales en la definición del rendimiento, pues regulan el tenor final de la humedad del queso. El uso de un cuajo a base de quimosina también ayuda a una mayor retención de humedad (Hansen, 2001).

**Pérdidas en el corte.** Es imposible cortar una cuajada sin que se produzcan pérdidas parciales de componentes de la leche en el suero. Sin embargo estas pérdidas pueden ser minimizadas a través de una coagulación de la leche bien controlada y de un cuidadoso corte de cuajada. La rapidez del corte y el tamaño de los granos, así como la intensidad de la agitación realizada inmediatamente después del corte tienen gran influencia en las pérdidas de grasa y proteína en el suero. Por otro lado, el proceso de coagulación se ve afectado por otros dos factores, como la temperatura de

pasteurización de la leche, su tenor de calcio y de proteínas, la acidez y el pH, la temperatura de adición del cuajo, etc. (Hansen, 2001).

## **b. Factores indirectos**

**Almacenamiento de la leche en frío.** El almacenamiento prolongado de la leche cruda a bajas temperaturas provoca cambios fisicoquímicos en la leche, como la disociación parcial de la caseína micelar (fracción B) que pasa la fase soluble aumentando las pérdidas de nitrógeno, materia grasa y partículas de cuajada, y consecuentemente, reduciendo el rendimiento de la fabricación (Hansen, 2001).

**Recuento de psicrótrofos.** Los psicrótrofos son microorganismos, como los de género *Pseudomonas* y *Achromobacter* (*P fluorescens*, por ejemplo), que pueden desarrollarse rápidamente en la leche inclusive a bajas temperaturas de almacenamiento. Son productores de lipasas y proteasas altamente termoresistentes que soportan la pasteurización y hasta la esterilización de la leche. Estas proteasas pueden degradar lentamente la caseína aumentando la pérdida de nitrógeno y partículas de la cuajada en el corte. El recuento de psicrófilos superior a  $1 \times 10^6$  puede comprometer no solamente el rendimiento de la elaboración, sino también el sabor del queso, especialmente si este es de maduración prolongada como el Parmesano, por medio de la acción de las lipasas que degradan triglicéridos provocando la rancidez del queso. La buena higiene en la obtención de la leche puede reducir drásticamente este tipo de contaminación (Hansen, 2001).

**Recuento de células somáticas (CCS).** La mastitis es una infección microbiana que ataca la ubre de las vacas, deteriorando el tejido celular y promoviendo la secreción sanguínea de glóbulos blancos leucocitos. Los cuales son parcialmente transferidos a la leche aumentando así el CCS. Si este recuento sobrepasa  $2 \times 10^6$  células/ml, las enzimas proteolíticas producidas alcanzan una concentración suficiente para degradar la caseína al punto de disminuir el rendimiento de la elaboración. Además, las células somáticas contienen fuertes componentes antimicrobianos que pueden ser liberados en la leche e inhibir la actividad de las células lácticas (Hansen, 2001).

**Actividad de la plasmina.** La plasmina es la proteasa natural de la leche. La mayor parte de esta enzima se encuentra en la leche en la forma de su precursor, plasminogeno, que no tiene actividad proteolítica. Células somáticas, especialmente en recuentos elevados, producen un activador del plasminogeno que puede convertirlo en plasmina activa estando todavía en la glándula mamaria. Como la temperatura ideal para la actuación de la plasmina es próxima a la temperatura corporal de la vaca, la mayor parte del daño provocado por su actividad proteolítica en la caseína ocurre en la ubre. Si la leche es enfriada rápidamente después del ordeño los efectos negativos en el rendimiento son considerablemente reducidos. La mastitis tiene otra influencia negativa en el rendimiento: la activación del plasminogeno por medio del alto recuento de células somáticas (Hansen, 2001).

**Tipo de cuajo utilizado.** Todos los cuajos utilizados son caracterizados por la presencia de una o más proteasas que atacan la fracción K de la caseína,

provocando la coagulación de la leche. Algunas de estas proteasas son mas proteolíticas o menos específicas en su actuación que otras. Aquellas más proteolíticas, como la pepsina porcina o las proteasas ácidas de origen fúngico (llamadas de "coagulantes microbianas además de romper la ligación específica 105-106 de la caseína K, continúan degradando rápidamente el resto de la cadena de aminoácidos durante la coagulación de la leche y pueden provocar mayor pérdida de nitrógeno, grasa y partículas durante el corte de la cuajada. La enzima que tenga la mejor actuación coagulante con la más alta especificidad y que por tanto permite el mejor aprovechamiento de los elementos de la leche en la cuajada proporcionando así mayor rendimiento, es la quimosina presente en los cuajos obtenidos por fermentación, genéricamente conocidos como "FPC (quimosina producida por fermentación), seguida por la pepsina bovina. Escoger el cuajo adecuado es por lo tanto un factor de gran importancia en el control del rendimiento en la fabricación de quesos (Hansen, 2001).

**Pasteurización de la leche.** Cuando la leche es pasteurizada, un pequeño porcentaje de las proteínas del suero son desnaturalizadas (cerca de 2 a 3%). La B-lactoglobulina desnaturalizada tiende a asociarse a la K-caseína y pasa en parte para la cuajada, en contraposición con la pérdida en el suero que ocurre usualmente con las proteínas séricas. Este fenómeno provoca un ligero aumento en el rendimiento, por la presencia de la proteína sérica y también por su conocida capacidad de hidratación. Se deduce que al comparar la leche cruda con la pasteurizada, ésta última es la que posibilita el mayor rendimiento. Cuando mayor sea la temperatura de pasteurización, mayor será el índice que

desnaturalización. Sin embargo, no es aconsejable el uso de temperaturas superiores a 75°C/15 s, pues la cuajada se torna más blanda, con riesgo de mayores pérdidas en el corte y el queso se tornará más húmedo, madurando más rápidamente y con mayor riesgo de presentar gusto amargo (Hansen, 2001).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN**

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Planta de Lácteos de propiedad del Señor Nelson Dávalos, ubicada en el Km 5 vía a Catequilla, cantón Chambo, provincia de Chimborazo.

El tiempo de duración del trabajo experimental fue de 120 días, distribuidos en control de calidad de la materia prima y aditivos, elaboración del queso fresco pasteurizado, determinación de los rendimientos y los respectivos análisis físico – químicos, microbiológicos y organolépticos.

#### **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

Se utilizaron un total de 640 litros de leche, provenientes del cantón Chambo, que se dividieron en 16 unidades experimentales, con un tamaño por unidad de 40 litros. Por efectos de evaluación de la producción se realizaron dos ensayos por semana. Para las pruebas físico–químicas y microbiológicas se utilizaron muestras de 200 g de cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos experimentales.

#### **C. MATERIALES Y EQUIPOS**

Los materiales y equipos utilizados fueron serán los siguientes:

## 1. De procesamiento

- Pasteurizador (olla de doble fondo)
- Gavetas plásticas de 40 lt de capacidad.
- Termómetro de escala de  $-10$  a  $100^{\circ}$  C.
- Baldes recolector de plástico.
- Moldes plásticos rectangulares de acero inoxidable
- Tina de salmuera
- Balanza.
- Liras de 1 cm de corte
- Paletas para batido.

## 2. De laboratorio

- Cocineta eléctrica
- Erlenmeyer de 1000 ml.
- Vaso de precipitación de 50 ml.
- Pipeta de 10 ml
- Varilla de agitación.
- Pipetas de 1 y de 11 ml
- Butirómetro para queso o crema.
- Butirómetro para leche.
- Tapones de caucho para butirómetros

### 3. Reactivos

- Cuajo líquido
- Estabilizantes (carboximetilcelulosa, gelatina y pectina)
- Agua.
- Carbonato de Calcio.
- Cloruro de sodio

### D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente estudio evaluó el efecto de la adición de tres tipos de estabilizantes (CMC o carboximetilcelulosa, gelatina y pectina) en la dosis de 0.15 %, para ser comparado con un tratamiento control (sin estabilizante), por lo que se contó con cuatro tratamientos experimentales con cuatro repeticiones por tratamiento. Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar (DCA) y que se ajustaron al siguiente modelo matemático:

$$Y = \mu + T_i + \Sigma_{ij}$$

Donde:

Y = Valor del parámetro en determinación.

$\mu$  = Valor de la media poblacional.

$T_i$  = Efecto de los tratamientos

$\Sigma$  = Efecto del error experimental.

El esquema del experimento que se empleó fue el siguiente:

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

Tipo de estabilizante	Código	Nº rept.	TUE	Total lt/tratam.
Control (sin estabilizante)	St	4	40	160
CMC	CMC	4	40	160
Gelatina	GEL	4	40	160
Pectina	PEC	4	40	160
Total litros de leche				640

#### E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Los parámetros experimentales que se consideraron en el presente trabajo fueron los siguientes:

- Análisis físico químico del queso:

Contenido de humedad, %

Contenido de materia seca, %

Contenido de grasa, %

pH

- Análisis microbiológicos

Escherichia coli, NMP/g

Hongos, UPC/g

- Análisis organolépticos:
  - Aspecto Externo (textura), 4.5 puntos
  - Aspecto Interno (presencia o no de agujeros), 3.5 puntos
  - Color, 2 puntos
  - Sabor, 10 puntos
  - Total, 20 puntos
  
- Análisis productivos
  - Conversión leche/queso
  - Rendimiento (queso/leche), %
  - Beneficio / Costo.

## E. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los resultados experimentales obtenidos fueron sometidos a:

- Análisis de varianza (ADEVA) para las diferencias.
- Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey a los niveles de significancia de  $\alpha \leq 0,05$

Cuadro 6. ESQUEMA DEL ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos (Tipos de estabilizantes)	3
Error Experimental	12

## **F. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **1. Recepción de la materia prima (leche)**

La materia prima al momento de receiptarla se procedió a realizar el respectivo análisis de control de calidad, obteniéndose los resultados que se reportan en el siguiente cuadro:

Cuadro 7. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA LECHE RECIBIDA

Análisis	Leche Centro de Acopio
% de grasa	3.4
Densidad	1.029
Acidez °D	15
Prueba de Alcohol 82%	Negativo
Reductasa	Entre 6 y 8 horas

Estos resultados garantizan que la leche cumple con los requisitos exigidos por el INEN (1996), que señala que la leche fresca debe presentar una densidad entre 1.0270 a 1.0320, el contenido de grasa mínimo de 3.00 %, ser negativa a la prueba de alcohol, un pH entre 6.5 a 6.7 y un tiempo de reducción (reductasa) entre 4 a 8 horas.

### **2. Elaboración del queso**

El proceso de elaboración del queso se basó en la siguiente metodología:

- Proceso de pasteurización y estandarización de la leche a 65° C y enfriamiento a 36° C, en la olla de doble fondo, con ingreso indirecto de vapor y agitación continua.
- Distribución en 4 gavetas plásticas de 40 lt de leche en cada una, las mismas que previamente debieron ser lavadas y desinfectadas, para precautelar y mantener reducido al máximo el desarrollo bacteriano.
- Medir la cantidad de cuajo líquido a utilizar
- Medir 10 ml de carbonato de calcio.
- Medir el 0.15 % de estabilizante
- Adicionar el cloruro de calcio, el cuajo y el estabilizante, en cada uno de los tratamientos y agitar para lograr una mayor uniformidad en la mezcla.
- Dejar actuar al cuajo durante 35 min.
- Corte de la cuajada.
- Reposo durante 15 minutos de la cuajada.
- Batido de la cuajada durante 25 min
- Sacar el suero en un 45% aproximadamente.
- Añadir 15 litros de agua caliente a 75° con 250 g de sal.
- Cubrir con lienzos los moldes plásticos.
- Colocar el queso en moldes plásticos de 1 kg de capacidad
- Prensado mediante el uso de bloques de madera.
- Luego de 3 horas proceder a retirar las prensas
- Inducción en salmuera a 11° Be y temperatura de 8° C. Durante 24 h.
- Pesar la cantidad de total de queso obtenido.

### **3. Análisis físico – químico del queso**

Para la determinación del contenido de humedad, materia seca y grasa de los quesos obtenidos, se tomaron muestras de 200 g de las diferentes unidades experimentales, y fueron enviadas al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Salud Pública, y en base a los resultados reportados realizar el correspondiente análisis estadístico e interpretar sus resultados.

Respecto a las otras variables físico-químicas, se siguió el siguiente procedimiento:

#### **a. pH**

En un vaso de precipitación colocamos 10 ml de la muestra, lavamos y secamos los electrodos del pHímetro, seguidamente calibramos con la solución buffer de pH 4 y luego con la pH 7 y se realizó la lectura.

#### **b. Acidez**

Se realizó por medio de titulación en la leche con NaOH 0,1 N usando fenolftaleina en solución alcohólica como indicador y el resultado se expresa en términos de ml de leche de NaOH 0,1 N requeridos para neutralizar 100 ml de leche, utilizándose en el presente trabajo el acidímetro cuya bureta presenta una graduación de 0 a 1% de ácido láctico que permite efectuar lectura directas de la acidez en esos términos, cuando se titulan 9 ml de leche.

#### 4. Análisis microbiológico del queso

Para la determinación de la carga microbiana, se tomaron muestras de 200 g de las diferentes unidades experimentales, y se enviaron al Laboratorio de Análisis Técnicos de la Facultad de Ciencias y en base a los resultados reportados, se determinó la calidad microbiológica de los quesos elaborados.

#### 5. Análisis organolépticos

Las propiedades organolépticas de los quesos son múltiples y típicas para cada uno de ellos, sin embargo para la presente investigación se utilizó el siguiente sistema de evaluación que se reporta en el cuadro 8.

Cuadro 8. PRINCIPIOS DE VALORACIÓN PARA EL EXAMEN ORGANOLÉPTICO.

Carácter	Puntaje máx.	Factor de importancia	Puntuación definitiva máxima
Aspecto externo (textura)	5	0,9	4,5
Aspecto interno	5	0.7	3.5
Color	5	0.4	2,0
Sabor	5	2.0	10,0
Puntuación definitiva total	----	---	20,0

Fuente: Spreer (1975)

El panel calificador debió cumplir con ciertas normas como: que exista estricta individualidad entre panelistas para que no haya influencia entre

los mismos; disponer a la mano de agua o té, para equiparar los sentidos y no haber ingerido bebidas alcohólicas. En la evaluación de las características organolépticas se siguió el siguiente procedimiento:

A cada degustador se le presentó cuatro muestras diferentes por sesión y todos los degustadores cataron todos los tratamientos en cuatro sesiones. Para cada sesión fue necesario volver a sortear para cada juez la ubicación de cada uno de los tratamientos que se estuvieron evaluando. Una vez definidas las muestras de los tratamientos a evaluarse durante la sesión, se procedió a la evaluación sensorial, para lo cual se entregó a cada juez la encuesta correspondiente (Anexo 1), en la que se pide valorar las muestras en una escala numérica, de acuerdo a la escala predefinida.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS

#### 1. pH

Las medias determinadas del pH del queso fresco pasteurizado presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) por efecto de los tipos de estabilizantes utilizados (cuadro 9), registrándose la mayor acidez en el queso fresco del tratamiento control, por cuanto presentó el valor numérico más bajo (5.30), seguido del queso elaborado con la adición de CMC (carboximetilcelulosa) con un pH de 5.40, en tanto que la menor acidez se registró en los quesos elaborados con la pectina y la gelatina que presentaron un potencial hidrogenoico de 5.60 y 5.50, respectivamente (gráfico 1), denotándose por consiguiente que el uso de la gelatina y la pectina inhiben ligeramente la acidez de los quesos, debido a su capacidad de espesante y estabilizante, Los valores determinados, guardan relación con el valor señalado por Rodríguez (2002) quien indica que el pH del queso es de alrededor de 5.3, al igual que con el estudio de Becerra (2003), quien estableció en los quesos frescos elaborados con cuajo animal en los niveles 1.2 y 1.0 %, valores de pH entre 5.35 y 5.65, por lo que se ratifica que el pH del queso no se altera por efecto de los tipos de cuajos utilizados, aunque por efecto de los diferentes estabilizantes empleados se encontraron influencias estadísticas, pero los valores encontrados se encuentran entre los señalados por los investigadores citados.





## 2. Acidez

La acidez de los quesos frescos obtenidos presentaron diferencias estadísticas altas ( $P < 0.01$ ) entre las medias obtenidas por efecto de los diferentes estabilizantes empleados, registrándose el mayor grado de acidez en los quesos elaborados con el empleo de la pectina, con una acidez de 1.70 medido en ácido láctico, que equivale a 16.98 °Dornic, en tanto que los quesos obtenidos del grupo control, así como con el empleo de la gelatina y la CMC presentaron valores entre 1.60 a 1.62 medidas en ácido láctico o entre 16.0 a 16.1 °Dornic (gráfico 2), notándose por consiguiente que la pectina le confiere un mayor grado de acidez a los quesos, debido posiblemente a que la pectina se obtiene a partir de los restos de la industria de fabricación de zumos de naranja y limón y de la fabricación de la sidra ([www.pasqualinonet.com.ar](http://www.pasqualinonet.com.ar). 2004), habiendo pasado por un período de fermentación, lo que le transfiere un mayor grado de acidez.

Los valores encontrados se encuentra entre los parámetros normales que reporta Hansen (2001), por cuanto esta empresa comercial indica que la acidez de la leche fresca varia entre 14° a 17° D, encontrándose que los quesos obtenidos se enmarcan en este rango, aunque las diferencias encontradas entre tratamientos es inferior respecto a los valores encontrados por Becerra (2003), quien al emplear diferentes tipos de cuajos en diferentes dosis, registró valores entre 14.10 y 17.85 °Dornic, obtenidos con la utilización del 1.2 % de cuajo microbiano y 0.8 % de cuajo animal, respectivamente, por lo que se considera que el queso fresco pasteurizado a pesar de presentar carac-



terísticas ligeramente ácidas de acuerdo al pH analizado anteriormente, guarda relación con la calidad de leche empleada, influyendo ligeramente la pectina, más no la gelatina y la CMC.

### **3. Contenido de humedad**

La utilización de los diferentes tipos de estabilizantes utilizados favorecieron la retención del agua en el queso fresco pasteurizado, ya que las medias encontradas presentaron diferencias estadísticas respecto a los quesos del grupo control, que presentaron un contenido de humedad del 57.80 %, en cambio que al utilizar la gelatina fue de 63.20 %, con la CMC fue de 63.30 y con el uso de la pectina de 61.90 % (gráfico 3), por lo que se demuestra claramente que al utilizar los estabilizantes y espesantes se logra propiciar una mayor capacidad de retención de agua durante el proceso de cuajado y desuerado de los quesos frescos, confirmándose por consiguiente lo señalado por el FEFA (Federation of European Food Additives, 2001), en que no hay dos estabilizantes, espesantes, ni gelificantes exactamente iguales; y en general, cada uno será más eficaz en una aplicación concreta que otro. Por ejemplo, la gelatina produce una textura elástica suave, en los productos lácteos ácidos, la pectina y la carboximetilcelulosa estabilizan las proteínas de la leche durante la pasterización. Una mezcla de estabilizantes suele ser más eficaz que cualquiera de ellos usado individualmente.

Las respuestas encontradas son superiores respecto a las determinadas por Becerra (2003), quien al utilizar cuajo vegetal y animal registró quesos con



contenidos de humedad entre 43.85 a 50.37 %, aunque al utilizar el cuajo microbiano presentó contenidos similares a los determinados en el presente trabajo, las mismas que se encuentran dentro de lo recomendado por el INEN (1996), que exige que el queso fresco debe contener un máximo de 65 %.

#### **4. Contenido de sólidos totales**

El contenido de materia seca por ser inversamente proporcional al contenido de humedad, se registró que los quesos del grupo control presentaron una mayor cantidad de materia seca (42.20 %), que cuando se utilizó los diferentes estabilizantes en estudio, que registraron contenidos entre 36.80 a 38.10 %, ratificándose por consiguiente que el uso de estabilizantes y espesantes retienen mayor capacidad de agua, aunque los valores determinados se encuentran entre los señalados por Becerra (2003), quien al emplear el cuajo microbiano en los niveles 1.0 y 1.2 %, presentaron contenidos de 37.78 y 36.33 % de sólidos totales, respectivamente.

#### **5. Contenido de grasa**

Respecto al contenido de grasa de los quesos frescos pasteurizados, las medias determinadas registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), estableciéndose que al utilizar la CMC, el contenido de grasa se reduce el queso (15.0 %), ya que al emplear la pectina y la gelatina el contenido graso presenta el mismo rango de significancia respecto al grupo control, que presentaron contenidos de 15.50, 15.40 y 15.80 %, respectivamente (gráfico 4),



lo que denota que la gelatina y la pectina presentan a más de la capacidad de retención del agua, coadyuva para que las moléculas de grasa no se desprendan durante el desuerado, aunque de acuerdo a la clasificación que señala el INEN (1996), en su Norma INEN 64, el queso fresco obtenido, pertenece al grupo de quesos pobres en grasa, por cuanto el rango del contenido graso para esta categorización es de > al 10 % con un máximo del 25 %, presentando similar comportamiento respecto al estudio de Becerra (2003), quien al evaluar varios tipos de cuajos en diferentes niveles en la elaboración de queso fresco registró contenidos de grasa entre 12.8 a 15.3 %.

#### **D. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO**

##### **1. Escherichia coli**

Los análisis bacteriológicos realizados, determinaron en todos los tratamientos ausencia de *Escherichia coli* (cuadro 9), debido posiblemente a que estos microorganismos no se desarrollan en productos bajos en pH, así como también la escasa disponibilidad de agua libre, ya que los estabilizantes empleados presentaron propiedades espesantes con una gran capacidad de retención de agua, por lo que el reporte del Laboratorio al ser negativo ( $<1.0 \times 10^0$ ), se cumple con los requerimientos que indican tanto el INEN (1996) como Mercosur (2002), ya que estas instituciones indican que un queso para que sea apto para el consumo deben presentar un máximo de 100 UFC/g.

## **2. Hongos**

Con respecto a la presencia de hongos en los quesos frescos pasteurizados, la mayor cantidad se registró en los quesos del grupo control con  $3.8 \times 10^4$  UPC/g, (UPC = Unidades por Colonia), reduciéndose las cantidades encontradas en los quesos elaborados con la utilización de los estabilizantes, cuyas cantidades registradas fueron de  $4.3 \times 10^3$  UPC/g con el empleo de la gelatina,  $5.2 \times 10^3$  UPC/g con la pectina y de  $6.0 \times 10^3$  UPC/g con la CMC (gráfico 5), por lo que puede indicarse que estas cantidades encontradas no son efecto de los estabilizantes utilizados, sino que pueden deberse a la contaminación del medio ambiente, las instalaciones y utensilios mal higienizadas. Por otra parte, los valores registrados se encuentran por debajo del límite permitido por el INEN (1996), así como por Mercosur (2002), ya que estas instituciones indican que su rango permitido es de  $5.0 \times 10^4$  UPC/g, pero que sin embargo las cantidades encontradas indica cierto grado de riesgo, ya que estos microorganismos producen micotoxinas que son compuestos producidos por diversos hongos de bajo peso molecular y altamente reactivos, aunque hay que destacar que las cantidades que hay que ingerir han de ser muy elevadas para producir efectos tóxicos.

## **C. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA**

### **1. Apariencia externa**

Las medias de los tratamientos con relación a la valoración externa no



presentaron diferencias estadísticas ( $P > .05$ ), aunque numéricamente se registró una mayor puntuación los quesos frescos pasteurizados elaborados con la gelatina, recibiendo una calificación de 4.28 /4.5 puntos debido a que presento una textura más homogénea, ya presento una mejor compactación de los cuajulos del queso, debido a que la gelatina forma geles a temperaturas bajas (www.pasqualinonet.com.ar., 2004), a esta características le sigue el efecto de la CMC que recibió una calificación de 4.05/4.25 puntos, en tanto que menores puntuaciones recibieron los quesos elaborados con pectina y los del grupo control, con calificaciones de 3.83 y 3.38 puntos, respectivamente (cuadro 10), debido a que presentaron un aspecto ligeramente grumoso con presencia de líquido, ocasionado posiblemente a la falta de desuerado en el corte de la cuajada, con la posible absorción de salmuera.

## **2. Apariencia interna**

Respecto a la valoración de la apariencia interna, que se basa en la presencia de agujeros internos en el queso, y al ser un queso fresco, que debe presentar ausencia completa, se determinó que el empleo de la gelatina presentó mejor esta cualidad, es decir ausencia de agujeros, presentando una masa compacta, por lo que recibió una calificación de 3.33 puntos sobre 3.5 de referencia, seguidos de los quesos con el empleo de la CMC que recibió una calificación de 3.20 puntos, así como de la pectina que fue de 3.15 puntos, ya que se registró pequeños agujeros, no bien definidos, en tanto que los quesos del grupo control, se noto en la parte interna los gránulos que conforman la cuajada del queso, con agujeros casi definidos, por lo que recibió la puntuación



más baja (2.92 puntos), lo que denota por consiguiente que con la utilización de los estabilizantes y espesantes como la gelatina y la CMC, mejoran notablemente la apariencia interna del queso, por cuanto permite una mejor compactación del queso, presentando una masa uniforme, casi compacta, sin la presencia de exudado, lo que hace apetecible a este tipo de quesos.

### **3. Color**

Las calificaciones asignadas al color de los quesos obtenidos por efecto de la utilización de los diferentes estabilizantes, no fueron estadísticamente diferentes, variando entre el blanco al crema, por lo que las puntuaciones asignadas fluctuaron entre 1.60 y 1.83 puntos sobre 2.0 de referencia, que corresponden a los quesos del grupo control y cuando se utilizó el estabilizante CMC, respectivamente, por que el empleo de los estabilizantes favorecen el color de los quesos, propiciando el color cremoso característico.

### **4. Sabor**

Las calificaciones asignadas al sabor de los quesos frescos pasteurizados obtenidos por el empleo de los diferentes estabilizantes no presentaron diferencias estadísticas (cuadro 10), aunque numéricamente la mejor puntuación (9.50/10 puntos) le correspondió al queso elaborado con gelatina, seguido de los quesos con CMC con una puntuación de 9.17 puntos, en tanto que el queso del grupo control y con el empleo de la pectina tuvo una valoración de 8.83 puntos, por lo que en base a estos resultados se puede

indicar que la gelatina utilizada como estabilizante y espesante mejoran las características del sabor, manteniendo el sabor agradable a leche fresca, mientras que en los quesos del grupo control y con el empleo de la pectina se percibió un sabor ligeramente salino ácido, debido a que se concentra la salmuera en el líquido contenido en el queso.

## **5. Valoración total**

En las puntuaciones totales, no se encontró diferencias estadísticas entre las medias alcanzadas por efecto de los tipos de estabilizantes utilizados en la elaboración de los quesos frescos pasteurizados, aunque numéricamente las mejores puntuaciones recibieron los quesos elaborados con el empleo de la gelatina y la CMC, que recibieron calificaciones totales de 18.80 y 18.24 puntos sobre 20 de referencia, por lo que de acuerdo a la escala de Mercosur (2002) les corresponden una calidad de Queso de Primera (QP); cuando se empleó la pectina recibió una calificación de 17.43 puntos correspondiendo a un Queso de Segunda (QS), mientras que los del grupo control recibieron la calificación más baja, alcanzando 16.73 puntos sobre 20 (gráfico 6), y que se considera como Queso de Tercera (QT), por lo que se puede afirmar que el empleo de los estabilizantes mejoran las características organolépticas de los productos, y entre los utilizados los que mejores resultados propiciaron fueron la gelatina y la CMC, que fueron de los quesos de los tratamientos que mayor aceptación tuvieron.



## **E. ANÁLISIS PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS**

### **1. Rendimiento**

Las medias determinadas en el rendimiento porcentual de queso con relación a la cantidad de leche utilizada fueron altamente significativas (cuadro 9), estableciéndose que de un rendimiento del 25.64 % sin la utilización de estabilizante, se incrementó a 26.67 % con el empleo de la pectina, a 27.03 % con la CMC y a 28.57 % con la gelatina (gráfico 7), denotándose por consiguiente que incremento del rendimiento se debe a la capacidad de hidratación y espesante que proporcionan los estabilizantes evaluados, lo que es ratificado por Miranda (2000), quien señala además que los estabilizantes tienen un alto poder de gelificación, siendo excelentes captadores y retenedores de humedad, lo que permite retener el agua natural de los productos cuando son sometidos a procesamiento y tratamientos térmicos.

### **2. Conversión leche/queso**

Con relación a la cantidad de leche requerida para obtener un kg de queso fresco pasteurizado, las cantidades establecidas determinaron diferencias estadísticas altas por efecto de los tipos de estabilizantes empleados, siendo entre estos el más eficiente la gelatina, ya que con su empleo se requirió de 3.50 litros de leche para obtener un kg de queso, elevándose a 3.70 litros con el uso de la CMC , a 3.75 litros con la pectina y el tratamiento menos eficiente fue del grupo control, con el cual se requirió de



3.90 litros de leche por kg de queso (gráfico 8), estableciéndose por tanto ahorros de hasta 0.40 litros de leche por kg de queso producido, lo que demuestra que el empleo de los estabilizantes y espesantes mejoran el rendimiento de la transformación de leche a queso, ya que si se compara con el estudio de Cantuña (2002), quién utilizó en la elaboración de queso pasteurizado y fresco, la adición de un estabilizante (carragenina), encontró que son necesario 4.82 litros de leche para obtener un kg de queso.

### **3. Costo de producción por kg de queso**

De los resultados del análisis económico que se reporta en el cuadro 11, se establece que los menores costos de producción por kg de queso fresco pasteurizado (\$1.19), se alcanzó con empleo de la gelatina, elevándose a 1.27 con el empleo la CMC, que son más bajos que los determinados con el tratamiento control (sin estabilizante) cuyo costo fue de \$1.32, notándose en cambio que el uso de la pectina como estabilizante supera al costo del grupo control, ya que producir un kg de queso fresco pasteurizado con este tratamiento cuesta \$1.33 (gráfico 9), notándose por consiguiente que el uso de la gelatina como estabilizante y espesante favorece las características organolépticas del queso, incrementa los rendimientos y proporciona un ahorro de hasta 13 centavos de dólar por cada kg de queso producido, respecto al tratamiento control (sin estabilizante).







#### 4. **Beneficio/costo**

Al realizar el análisis del beneficio/costo de la producción del queso fresco pasteurizado (cuadro 11), se establece que la mayor rentabilidad se alcanza al emplear la gelatina como estabilizante, con un B/C de 1.26, es decir que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 26 centavos de dólar, que se reduce a 18 centavos cuando se utilizó la CMC, en tanto que los menores B/C se alcanzaron con el tratamiento control y el empleo de la pectina, con los cuales se registraron rentabilidades de apenas 14 y 13 %, respectivamente. Respuestas que aparentemente son bajas, pero se debe tomar en cuenta que se habla de la inversión en dólares y la utilidad generada es en dólar, además de que la producción de quesos se realiza diariamente y teniendo rentabilidades entre 13 a 26 %, se debe fomentar la producción de quesos a nivel industrial, poniendo en práctica las medidas higiénicas necesarias, para asegurar un alimento apto para el consumo humano, a la vez que se lograría rentabilidades superiores a los que se generan a través de la banca privada.

## V. CONCLUSIONES

En base a los resultados analizados se pueden realizar las siguientes conclusiones:

1. Las propiedades físico-químicas por empleo de los diferentes tipos de estabilizantes se vieron afectados estadísticamente, propiciando la pectina quesos con mayor acidez (16.98 °D).
2. El contenido de humedad de los quesos frescos pasteurizados se incrementó por el uso de los estabilizantes (57.8 a 63.3 %), reduciéndose por lo contrario el contenido de materia seca (42.2 a 36.8 %), así como el contenido de grasa (15.8 a 15.0).
3. Los quesos frescos pasteurizados presentaron ausencia de *Escherichia coli*, pero se registró la presencia de hongos en cantidades que no superan las exigencias de las Normas INEN ( $5.0 \times 10^4$ ), ya que los valores registrados fluctuaron de  $3.8 \times 10^4$  en el tratamiento control a  $6.10 \times 10^3$  al emplearse la CMC, por lo que se consideran aptos para el consumo humano.
4. EN las características organolépticas no se registró influencia estadística por efecto de los estabilizantes utilizados, aunque numéricamente se registró la mayor aceptación el queso fresco pasteurizado elaborado con el empleo de la gelatina, alcanzando una puntuación final de 18.20

puntos sobre 20, que en base a la clasificación de Mercosur (2002), se clasifica como queso de primera.

5. Con el empleo de la gelatina como estabilizante, se requiere menor cantidad de leche por kg de queso producido (3.50), con un rendimiento leche queso de 28.57 %, el menor costo de producción (\$1.19) y la mayor rentabilidad (B/C de 1.26).

## VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

1. Elaborar queso fresco pasteurizado elaborado con la adición de 0.15 % de gelatina, por cuanto con este tratamiento se obtienen quesos de composición nutritiva dentro de las exigidas en los requerimientos nutritivos por el INEN y Mercosur, así como presentan una buena calidad organoléptica (queso de primera), se requiere menor cantidad de leche por kg de queso (3.5) y se alcanza la mayor rentabilidad (27 %).
2. Replicar el presente estudio, pero en niveles superiores al 0.15 %, ya que la literatura revisada recomienda hasta el nivel 0.5 %.
3. Estudiar el efecto de los mismos estabilizantes en la elaboración de otros tipos de quesos que pueden ser semimaduros y maduros, para determinar si los estabilizantes influyen decisoria mente en las características nutritivas, microbiológicas y organolépticas durante el período de maduración.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALIAS, C. 1980. Ciencia de la leche. Edit. Reverte. Zaragoza, España.
2. ALLADA, J. 2.000. Fabricación de productos lácteos. Edit. Acribia. Zaragoza, España.
3. BECERRA, F. 2003. Calidad de los quesos frescos elaborados con tres tipos de cuajo (microbianos, enzimáticos y vegetales) en tres niveles (0.8, 1.0 y 1.2 %). Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
4. CABRERA, J. 2000. Aditivos en los helados.  
<http://www.geocities.com/Colosseum/Bench/3901/04Aditivos.htm>
5. CANTUÑA, G. 2002. Efecto de tres niveles de estabilizante (0.015%, 0.030% y 0.045%) en el rendimiento de queso pasteurizado fresco Reyqueso. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
6. DUBACH, J. 1988. El ABC para la Quesería Rural de los Andes. 2ª Ed  
[http://www.ecuarural.gov.ec/ecuagro/paginas/tec\\_agroind/QUESOS/quesos.htm](http://www.ecuarural.gov.ec/ecuagro/paginas/tec_agroind/QUESOS/quesos.htm). Quito- Ecuador

7. ENAC (Estatutos y Normativos de Aditivos Comerciales) 2001. Normativa ENAC. Aspectos generales sobre los aditivos alimentarios. <http://galeon.com/adigen.htm>
8. FAO. 2000. Equipo Regional de Fomento y Capacitacion para América latina. Manual de elaboración de quesos. Santiago de Chile.
9. FARMACIA.US.ES. 2002. El queso. <http://www.farmacia.us.es/bromatologia/bromaweb/Docu/Queso/intrqeso.htm>
10. FEFA (Federation of European Food Additives) 2001. Aditivos alimentarios ¿para qué? - ¿ Para que tantos aditivos?. <mailto:dionne.heijnen@ecco.be>
11. GAVILÁNEZ, E. 1991. La Leche y Productos Lácteos. Mimeografiado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ingeniería Zootécnica. Riobamba, Ecuador.
12. HANSEN. 2001. Ha-Lactase. Folleto divulgativo de la lactasa comercial Distribuidora Descalzi. Guayaquil, Ecuador.
13. INEN (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización). 1996. Elaboración y requisitos exigidos en la elaboración de quesos. Norma INEN 1528. Quito, Ecuador.

14. MADRID, A. 1991. Tecnología Quesera. 2ª Ed. Ediciones Mundi Prensa.
15. MERCOSUR. 2002. MERCOSUR - GMC - RES N° 079/94 Resolución MSyAS N° 110 del 4.04.95 argentina 1995  
WWW.MERCOSULGMCRES N§ 79-94.htm
16. MIRANDA, L. 2000. Carrageninas.  
<http://www.carrageninas/productos.asp>
17. PALMA, H. 2000. Posibilidades funcionales en el uso de almidones, gomas y emulsificantes. Revista Industria y alimentos. Año 3. No.9 Octubre-Diciembre.
18. REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Tegucicalpa – Honduras.
19. RODRÍGUEZ, J. 2002. Alimentos de origen animal. La contaminación en la leche y derivados 11 de abril de 2001  
[w.w.wconsumaseguridad\\_com /Leche.htm](http://w.w.wconsumaseguridad_com /Leche.htm)
20. SPREER, E. 1975. Lactología Industrial. 2ª ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España

21. VELÁSQUEZ, J. 2004. Aditivos en los productos comestibles funciones, Origen y efectos secundarios Cocina Química Aditivos para los alimentos. IACG - 2010 El ser humano y la salud. Universidad Interamericana De Puerto Rico.  
<http://ponce.inter.edu/cai/reserva/jvelazquez/aditivos.html>
  
22. WARNER, N. 1980. Principios de la tecnología de lácteos. Editorial AGT S.A., México DF, México.
  
23. WWW.PASQUALINONET.COM.AR. 2004. La Cocina de Pasqualino Marchese. Los espesantes.  
<http://www.pasqualinonet.com.ar/Espesantes.htm>
  
24. ZUNINO, A. 2002. DULCE DE LECHE. Aspectos básicos para su adecuada elaboración. Publicación Técnica del Departamento de Fiscalización de Industrias Lácteas.  
[http://www.google.com.ec/search?q=cache:W8Lb\\_BGGCooJ:www.maa.gba.gov.ar/ganaderia/documentos/dulce\\_de\\_leche\\_inf.doc+carboximetilcelulosa,+aditivo&hl=es&lr=lang\\_es](http://www.google.com.ec/search?q=cache:W8Lb_BGGCooJ:www.maa.gba.gov.ar/ganaderia/documentos/dulce_de_leche_inf.doc+carboximetilcelulosa,+aditivo&hl=es&lr=lang_es)

**VIII. ANEXOS**



