

## I. INTRODUCCIÓN

Muchos de los productos lácteos que consumimos hoy en día tienen su origen en antiguas técnicas de elaboración de alimentos que, en algunos casos, se conocen desde hace cientos e incluso miles de años.

La industria agroalimentaria es estratégica en la economía del país, no solo por el valor que genera, sino por el fomento a la actividad ganadera, como también por su capacidad de generar empleo, mediante el impulso de la industrialización de los productos lácteos, lo que ha derivado que estos se enfrentan a duras condiciones de competencia, unidas a las exigencias del consumidor ante un producto de primera necesidad como es el queso.

Por otra parte, el incremento de la población humana y la correspondiente demanda alimenticia hace que la producción de queso fresco aumente y a nivel de pequeñas empresas no se considere las normas INEN que rigen en nuestro país, presentando así al consumidor un producto sin la calidad nutritiva obtenido con bajos costos de producción y otorgando una utilidad elevada al productor, esto ha provocado una competencia desleal con empresas como Lácteos de Marco's que al realizar un adecuado proceso de elaboración presenta un incremento en el valor del producto final obtenido.

Entre los procesos tecnológicos que se ha considerado en el presente trabajo, es la elaboración de queso fresco pasteurizado a partir de leche entera con la adición de diferentes niveles de cloruro de calcio tanto líquido como en polvo, lo

que permite mejorar las características nutricionales del alimento, además de mantener o mejorar las propiedades sensoriales como sabor, olor y apariencia que harán de este alimento el preferido por el consumidor.

Además, con la adición de cloruro cálcico, se conseguirá mejorar la retención y coagulación de caseína, para elevar los porcentajes de rendimiento, así como reducir los costos de producción y elevar la rentabilidad; por consiguiente en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de la adición de tres niveles (0.015, 0.025 y 0.035%) de cloruro cálcico líquido y en polvo en la calidad bromatológica y organoléptica del queso fresco pasteurizado.
- Establecer el tipo y nivel óptimo de cloruro de calcio que debe añadirse a la leche en la elaboración de queso fresco pasteurizado.
- Determinar los costos de producción y su rentabilidad a través del indicador beneficio/costo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. **INDUSTRIA LÁCTEA**

En América Latina, como en otras regiones del mundo, la industria láctea está conformada por un sector industrial, con diferentes grados de tecnificación y, un sector artesanal, con significativas deficiencias técnicas en los procesos (Falla L., 2003).

#### 1. Ámbito formal, plantas lecheras

El sector formal de la industria de la leche está constituido por todas aquellas empresas que realizan diversos procesos de transformación de la leche, siguiendo parámetros técnicos definidos, acorde con los productos que se deseen obtener. Este sector industrial es relativamente pequeño, en comparación con el sector informal, el cual abarca un amplio segmento de la economía agroindustrial de la leche, en América Latina. La producción de las plantas lecheras es variable, algunas, tienen como finalidad productiva la pasteurización de la leche para abastecer un mercado regional definido, otras, mediante sus procesos de transformación, entregan al mercado una gama de derivados lácteos dentro de los cuales se pueden encontrar diversos tipos de quesos, leches acidificadas, leches condensadas, etc. El grado de tecnificación de las plantas de leche es variable, algunas de ellas cuentan con equipos modernos de transformación de leche y otras, en su mayoría, procesan la leche utilizando métodos y maquinaria de mala calidad. La leche recolectada en los

hatos lecheros, es llevada a las unidades receptoras, que sirven de punto de recolección, mediante el uso de tanques-cisterna, con o sin refrigeración, o en camiones recolectores que transportan la leche en latas de 40 litros, sin refrigeración. Por lo general, la unidad receptora está provista de un sistema de enfriamiento de la leche para evitar la proliferación de los microorganismos patógenos. Una vez la leche es enfriada, se envía a las plantas procesadoras mediante el uso de carros cisterna refrigerados (Falla L., 2003).

## **2. Ámbito informal, queserías artesanales**

El ámbito informal de la industria láctea está conformada por un gran número de pequeñas empresas artesanales que se dedican preferencialmente a la producción de quesos (queserías artesanales), cuajadas, cremas y mantequillas. Las queserías artesanales no cuentan con equipos especializados para la elaboración de sus productos, por lo general utilizan materiales de la región, tales como, maderas de diferente tipo, hojas de plantas vegetales, sobrantes de metalmecánica, etc., para la elaboración de sus productos. Estas plantas tienen un promedio de proceso de 1.000 a 2.0000 litros de leche diarios. No cuentan con sistemas adecuados de conservación de la leche, ni de sus derivados, presentándose pérdidas económicas cuantiosas en los casos de fallas en los sistemas de comercialización. Cuando estos hechos suceden, la leche y sus productos son dados a los animales o son vertidas a las fuentes de agua. Por lo general, estas plantas se encuentran ubicadas dentro del mismo hato lechero o en las casas de las poblaciones o caseríos (Falla L., 2003).

## **B. LA LECHE**

### **1. Definición**

Leche es el producto higiénicamente obtenido de la secreción de la glándula mamaria de la hembra sana de los mamíferos, destinada a la alimentación de la cría. Ese producto debe estar libre de contaminantes o calostros y cumplir con algunas características físicas, químicas y microbiológicas establecidas. Esas características se relacionan con aspectos como la densidad, índice crioscópico, acidez titulable, contenido de sólidos grasos y no grasos, cantidad de gérmenes, patógenos, presencia de antisépticos, antibióticos y alcalinos. Este producto tiene a la especie animal, color, olor y sabor característicos. La leche no es el alimento perfecto, pero sí el más completo de la naturaleza (FIDA – IICA, 2001).

Briñez et al (2002), señalan que la leche es considerada un componente alimenticio que tiene como función, aportar al organismo los nutrientes necesarios para el desarrollo y crecimiento de los mamíferos.

La leche es uno de los productos de origen animal más importantes para el consumo humano, por lo que la exigencia para los productores es producir una leche de alta calidad. Una de las definiciones más comúnmente usadas para definir leche es la siguiente: “Leche es la secreción láctea, libre de calostro, obtenida por el ordeño completo de una o más vacas sanas”. Asumiendo, que ésta leche fue producida, procesada y manejada correctamente. El sabor

natural de la leche y su valor nutritivo se deben a la grasa y a los sólidos no grasos, estos últimos incluyen azúcar (lactosa), proteína (caseína), y a minerales principalmente calcio y fósforo (Marroquin E., 2003).

Según el NTC (Norma Técnica Colombiana, 1983), se entiende por leche entera: El producto de la secreción normal de las glándulas mamarias de animales bovinos sanos, obtenida por uno o varios ordeños íntegros e higiénicos, sin adición o sustracción alguna.

La producción de leche se hace con la expresa intención de proporcionar un alimento de alto valor nutritivo para el ser humano. Pero para que la leche cumpla con esas expectativas nutricionales debe reunir una serie de requisitos que definen su calidad. Después que la leche sale de la vaca ya no se puede cambiar su composición fisicoquímica a no ser en algunos ajustes permitidos para mejorar su aspecto (Homogenizar), disminuir algunos de sus componentes para hacerla más atractiva para algún consumidor especial (deslactosar, desgrasar), todo ello mediante tecnologías permitidas y declaradas. Pero en la cadena de producción de este preciado producto desde la finca lechera hasta la planta procesadora es necesario cuidar todos aquellos factores que si no se manejan adecuadamente van a provocar deterioro del mismo con pérdidas para el productor y disminución de volúmenes hábiles para la industria. La leche por ser un producto altamente perecedero debe ser manejado correctamente desde su obtención (Vargas T., 2003).

## 2. Composición nutritiva de la leche de vaca

InforCarne.com (2000), manifiesta que la leche es el producto normal de secreción de la glándula mamaria. Los promedios de la composición de la leche de vaca y búfalo se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE DIFERENTES ESPECIES  
(POR CADA 100 GRAMOS)

Nutriente	Vaca	Búfalo	Humano
Agua, g	88,0	84,0	87,5
Energía, kcal	61,0	97,0	70,0
Proteína, g	3,2	3,7	1,0
Grasa, g	3,4	6,9	4,4
Lactosa, g	4,7	5,2	6,9
Minerales, g	0,72	0,79	0,20

FUENTE: InforCarne.com (2000)

Indicando también que la leche es un producto nutritivo complejo que posee más de 100 sustancias que se encuentran ya sea en solución, suspensión o emulsión en agua. Por ejemplo:

- Caseína, la principal proteína de la leche, se encuentra dispersa como un gran número de partículas sólidas tan pequeñas que no sedimentan, y permanecen en suspensión. Estas partículas se llaman micelas y la dispersión de las mismas en la leche se llama suspensión coloidal;
- La grasa y las vitaminas solubles en grasa en la leche se encuentran en forma de emulsión; esto es una suspensión de pequeños glóbulos

líquidos que no se mezclan con el agua de la leche;

- La lactosa (azúcar de la leche), algunas proteínas (proteínas séricas), sales minerales y otras sustancias son solubles; esto significa que se encuentran totalmente disueltas en el agua de la leche.
- Las micelas de caseína y los glóbulos grasos le dan a la leche la mayoría de sus características físicas, además le dan el sabor y olor a los productos lácteos tales como mantequilla, queso, yogurt, etc.

Virtualmedia (2001), reporta que la leche, como todo alimento, está compuesto por agua y nutrientes aunque a diferencia de un trozo de carne, una rebanada de pan o un grano seco, esta contiene agua en más de un 80%; siendo el restante los nutrientes en sí mismos o sea las proteínas, las vitaminas, los minerales, las grasas y los carbohidratos. Estos últimos también conocidos como azúcares. Pues bien, así como la maltosa es el azúcar característico de la malta y la sacarosa es el azúcar de la caña, la lactosa es el azúcar de la leche. Siendo interesante apuntar que la lactosa es exclusiva de la leche, pues esta no se encuentra en ningún otro alimento conocido. Todas las leches originarias de mamíferos tienen carbohidratos, unas más, otras menos.

Blush G. (2003), indica que los constituyentes principales de la leche son agua, grasa de la leche, proteína, lactosa (azúcar en la leche), y ceniza. El promedio de la composición de la leche es: agua 87.0%, grasa 4.0%, lactosa 5.0%, proteína 3.3% y cenizas 0.7%

Para Marroquin E. (2003), la leche presenta la siguiente composición:



Cuadro 2. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE LA LECHE DE VACA

Componente	Porcentaje
Agua	84-90 %
Grasa	2-6 %
Proteína	3-4 %
Lactosa	4-5 %
Cenizas	< 1 %

FUENTE: (Marroquin E., 2003).

La cantidad exacta de cada constituyente varía ligeramente con las diferentes razas y líneas genealógicas de ganado lechero, que existe. Los constituyentes lácteos son afectados por la genética en un 60 % lo cual significa que el programa de cría y, particularmente la selección de los sementales del hato, a la larga pueden tener un impacto importante en la composición de la leche producida por un determinado rebaño.

### **3. Requisitos físico-químicos de la leche**

En el cuadro 3 se indican los requisitos físico-químicos exigidos por la industria, siempre se estrechan los límites de algunos de los parámetros tal como la acidez, debido al tiempo de almacenamiento que si bien se hace a muy bajas temperaturas (<4°), el complejo enzimático, químico y el crecimiento microbiano pudieran alterar los valores y sacarlo de la norma (Vargas T., 2003).

Es bueno destacar que no es posible recibir un producto con valores fuera de estas especificaciones ya que el producto final es evaluado con esos mismos -

Cuadro 3. REQUISITOS FÍSICO – QUÍMICOS DE LA LECHE

Análisis	Especificaciones	
Acidez titulable (ml NaOH 0.1N/100 ml leche)	16 – 17	15 - 19
Densidad relativa a 15°C g/ml	1.0280 a 1.0330	
a 20°C g/ml		1.0260 a 1.0310
Punto crioscópico (-°C)	-0.545 a -0.535	-0.555 a -1 .540
Grasa (%)	3.7 a 4.2	Min. 3.2
Proteínas (%)	No se realiza	Min. 3.0
Cloruros (%)	0.07 a 0.11	0.07 a 0.11
Cenizas (%)	No se realiza	0.07 a 0.80
Sólidos totales (%)	Min. 12	Min. 12
Sólidos No grasos (%)	Min. 8.8	Min. 8.8
Reducción de Azul de Metileno	Clasificación de la leche:	
	Clase 1: Leche fría con más de 4 horas de TRAM	
	Clase 2: Leche fría con 2 a 4 horas de TRAM	
	Clase 3: Leche caliente con 30 min. A 2 horas de TRAM	

FUENTE: Vargas T. (2003).

parámetros y el proceso, en caso de la leche líquida, sea pasteurización o esterilización, no justifica la alteración de ninguno de ellos. La industria láctea está conciente de que poco puede hacerse para cambiar la composición físico-química y por ende el valor nutritivo de la leche, a no ser con el manejo adecuado de los hatos (Vargas T., 2003).

Factores endógenos como la especie o raza del animal, la carga genética, el estado fisiológico y los eventuales estados patológicos actúan directamente -

Cuadro 4. REQUISITOS PARA LECHE ENTERA PASTEURIZADA.

REQUISITOS	Mínimos	Máximos
Densidad 15°/15°(gravedad específica)	1,030	1,033
Materia grasa % (m/m)	3,0	-
Sólidos totales % (m/m)	11,3	-
Sólidos no grasos % (m/m)	8,3	-
Acidez expresada como ácido láctico % (m/v)	0,14	0,19
Índice crioscópico * (para mezclas homogenizadas de leches)	- 0,530 °C (- 0,550 °H)	- 0,530°C (-0,530°C)
Impurezas macroscópicas (sedimento) (mg/500 cm <sup>3</sup> norma o disco)	-	0,50
Ensayo de reductasa (horas)	7	-
Ensayo de fosfatasa	Negativo	
Presencia de conservantes	Negativa	
Presencia de adulterantes	Negativa	
Presencia de neutralizantes	Negativa	
Ensayo de peroxidasa	Positivo	
Prueba de alcohol	No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol de 68% en peso o 75% en volumen	

\* El índice crioscópico se puede expresar también en grados Horvet (°H)

Fuente: Norma Técnica Colombiana. NTC- 506. 1983

sobre la calidad físico-química del producto y la cantidad del mismo. También lo hacen la sanidad del rebaño y la alimentación. Solo el asesoramiento constante de los productores permite mejoras en estos aspectos. El pago por porcentaje de grasa es un incentivo que estimula la mejora en la calidad de la producción (Requena F., 1999).

La calidad de procesos tecnológicos en la industria moderna se apoya con programas como Buenas Prácticas de Manufactura aseguramiento de la calidad (ISO 9000), análisis de riesgos y puntos críticos de control. Todas estas herramientas garantizan un manejo eficaz de los procesos que culminan con la obtención de un producto con un alto grado de seguridad alimentaria (Cadipro Milk Products, C.A., 2000).

#### **4. Factores que alteran la calidad de a leche**

Los principales factores que alteran la calidad de la leche en el establo son: Salud animal, alojamiento de las vacas, nutrición, practicas de ordeño y manejo de la leche (Marroquin E., 2003).

##### **a. Salud animal**

La principal enfermedad que afecta a esta es la mastitis. La mastitis es la inflamación de la ubre. La enfermedad se puede manifestar de diversas formas y las más comunes son, la mastitis clínica y la subclínica. Por ejemplo, la grasa, la proteína, el azúcar, el calcio y el fósforo disminuyen mientras que los constituyentes no deseables tales como la lipasa (que causa la ranciedad), el sodio y el cloruro aumentan con la mastitis, lo que hace a la leche más susceptible al deterioro de su sabor y reduce la calidad de los productos manufacturados. La presencia de mastitis se puede detectar estando junto a la vaca y examinando la ubre con la mano, estimulando los pezones para examinar la primera leche antes de cada ordeño y practicando la prueba de

California. Otro de los factores que provoca la mastitis es el aumento del conteo de células somáticas (leucocitos) estas células se encargan de defender a la ubre de infecciones, al aumentar él numero de las mismas es indicativo que existe una infección en la ubre (Marroquin E., 2003).

#### **b. Alojamiento de las vacas**

Los microorganismos que infectan a la ubre están en la tierra de los corrales y pisos de las salas de ordeño, esperando la oportunidad de penetrar hacia la ubre, por tal razón es importante mantener limpios los corrales y áreas donde las vacas descansan, con ello se evitarán la presencia de estas infecciones (Marroquin E., 2003).

#### **c. Nutrición**

Una buena alimentación contribuye a una alta calidad del producto final, por ejemplo la grasa disminuye y la proteína aumenta cuando se alimenta a las vacas con una ración rica en granos que contenga menos de una tercera parte de forraje. Una ración baja en energía reducirá los sólidos no grasos y la proteína de la leche ligeramente; además si un alimento tiene olor y sabor fuerte, estos pueden pasar a la leche (Marroquin E., 2003).

#### **d. Practicas de ordeño**

Las buenas prácticas de ordeño ayudaran a producir leche de calidad. La rutina

de ordeño se debe considerar como una cadena en que cada una de sus partes es un eslabón de la cadena. Las principales buenas prácticas de ordeño son (Marroquin E., 2003): Lavado de manos, despunte de la ubre, lavado y secado de la ubre, ordeño, sellado de la ubre, lavado del equipo de ordeño, y otras.

#### **e. Manejo de la leche**

Una de las causas que aumenta la contaminación de leche es el mal enfriamiento de esta. La norma indica que la leche se debe enfriar a 10° C dentro de la primera hora siguiente al ordeño y por lo menos a 5° C dentro de las dos horas siguientes. Muchas bacterias duplican su número cada 20 minutos en condiciones de reproducción ideales, esto significa que una célula bacteriana se puede multiplicar potencialmente a más de 68 millones de células en solo 12 horas (Marroquin E., 2003).

### **C. QUESO FRESCO**

#### **1. Definición**

Esain J. (1980), señala que el queso es el extracto proteico y graso, fresco o madurado, sólido o semisólido obtenido por la separación del suero después de la coagulación natural o artificial de la leche, por procesos tecnológicos adecuados, añadiendo o no crema de leche y otros ingredientes y aditivos de uso permitido.

El INEN (1996), reporta que el queso fresco es un queso que está listo para el consumo después de la fabricación y no será sometido a ningún cambio físico o químico adicional. No requieren almacenamiento y salen a la venta inmediatamente después de obtenidos, es decir, sin maduración.

Revilla A. (1996), manifiesta que el queso es el producto obtenido mediante coagulación de la leche y eliminación del suero. Puede ser hecho de diferentes tipos 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 la leche entera, estandarizada, descremada o crema proveniente de algunos mamíferos.

Gavilánez E. (2000), señala que el queso es un producto resultante de la concentración de una parte de la materia seca de la leche por medio de la coagulación con ácido o cuajo, principalmente está compuesto de caseína, grasa, sales minerales, insoluble, agua con sales solubles y lactosa, no requieren almacenamiento y salen a la venta inmediatamente después de obtenidos, es decir, sin maduración.

Mercosur (2000), indica que queso es el producto fresco o madurado que se obtiene por separación parcial del suero de la leche o leche reconstituida (entera, parcial o totalmente descremada), o de sueros lácteos, coagulados por la acción física, del cuajo de enzimas específicas, de bacterias específicas, de ácidos orgánicos, solos o combinados, todos de calidad apta para uso alimentario; con o sin el agregado de sustancias alimenticias y/o especias y/o

condimentos, aditivos específicamente indicados, sustancias aromatizantes y materias colorantes. Se entiende por queso fresco el que está listo para el consumo poco después de su fabricación.

Farmacia.us.es (2003), 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. Composición**

Dubach J. (1988), indica que el queso fresco está compuesto por un 24 % de grasa, 21 % de proteína, 2 % de carbohidratos, 2 % de sales minerales y el 50 % de agua, 1 % de sal de cocina además de las vitaminas A, B, D, E y K.

Madrid V. (1999), señala que los quesos frescos tienen un alto contenido de humedad y no han sufrido un proceso de maduración, 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 la posee. Los quesos frescos tienen un pH de 4,5, alto contenido en humedad (60%) y es de consistencia pastosa.



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 5. REQUISITOS DEL QUESO FRESCO

Requisitos	Tipo de queso	Medida	Mín.	Máx.	Mét. de ensayo
Humedad	Queso fresco común	%	_	65	INEN 63
	Queso fresco extra húmedo	%	>65	80	INEN 63
Grasa	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)

Según la FAO (2000), la composición química es:

Cuadro 6. 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)

Cantuña G. (2002), en la Hda. Mirador de Ila, de propiedad de la Agrícola Ganadera Reysahiwal S.A. determinó que los quesos frescos contenían el 67.39 % de humedad, con una conversión de 5.59 lt/kg de queso.

Farmacia.us.es (2003) indica que las normas relativas a la composición de muchos quesos están especificadas por los Organismos respectivos de muchos países. La composición de los quesos, expresadas en términos de contenido en humedad y la grasa en porcentaje respecto al extracto seco, varía ampliamente en las diferentes variedades.

- Humedad: Varía de un 80% en un queso no maduro, tal como Cottage, un 55% en los maduros y hasta un 35% en los quesos muy maduros.
- Grasa: en quesos no maduros la grasa varía de 0'5 a 4 %, mientras que en los quesos maduros, en los muy duros y un 55 % en los blandos; la grasa, en estos casos, varía respecto al extracto seco, del 32 al 50 % respectivamente.

Según la Revista Vida (2003), su composición varía de acuerdo al tipo y a los procedimientos de elaboración, pero fundamentalmente es rico en lípidos (grasas) y proteínas y pobre en azúcares e hidratos de carbono. El queso contiene las mismas propiedades que la leche, excepto la lactosa, que es arrastrada por el suero durante la elaboración. Las vitaminas A, B1, B2 y B2, beneficiosas para el crecimiento, la piel y la visión, están presentes en él en cantidades importantes. Las proteínas del queso tienen un alto valor biológico, aunque los porcentajes varían de acuerdo al tipo: los de pasta blanda contienen un 22%; los duros, 25%; los quesos frescos del 10 al 12%; y los fundidos, entre el 12 y el 18% de proteínas.

Becerra F. (2003), en la Planta de Lácteos "TECNILAC", del cantón Riobamba,

provincia de Chimborazo, encontró que el queso fresco presentó un contenido de humedad de 67.39 %, requiriendo de 5.59 litros de leche por kg de queso.

### **3. Clasificación**

De acuerdo a Revilla A. (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. Se los puede clasificar además de acuerdo al animal del que provino la leche, de la composición química, del proceso de maduración o sabor del queso.

Madrid V. (1999), por el contenido de humedad los clasifica en quesos frescos con humedad de 60 a 80 %, blandos de 55 a 67%, semiduros de 42 a 55% y duros de 20 a 40% de humedad

El INEN (1996) clasifica al queso fresco por el contenido de humedad en queso fresco común con el 65% y el extra húmedo con un contenido entre 65 a 80%. Por el contenido en grasa se clasifica en; ricos en grasa (60%), grasos (45-60%), semigrasas (25-45%), pobres grasa (10-25) y desnatados (10%).

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

Cuadro 7. 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).

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

Según Dubach J. (1988), los procedimientos para la fabricación del queso han variado, los mismos que se han modificado y nuevos tipos de quesos han surgido, pero los principios básicos de la quesería son hoy en día los mismos que hace 2000 años. Las etapas de elaboración de quesos son:

##### **1. Normalización**

Según Revilla A. (1996), 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.

## 2. Pasteurización

Warner N. (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 lacto albúmina y la lacto globulina se coagulan y quedan retenida en la cuajada formada por la caseína.
- Hay mayor retención de grasa en el queso.
- Destruye o inactiva la mayoría de las enzimas de la leche.
- Prolonga el período de conservación de los quesos.

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. 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% de cloruro de

calcio con relación al peso de la leche, o sea 20 g/100 kg de leche. Un exceso de calcio puede dar origen a un queso amargo, duro y seco.

- La precipitación parcial de las proteínas del suero dificulta el desuerado, debido a que las proteínas fijan el agua.
- El calentamiento libera radicales sulfhídricos (SH-) y (p) 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 recomendable practicarla para proteger la salud del consumidor, ya que en los quesos frescos, elaborados con leche cruda, pueden sobrevivir o multiplicarse microorganismos patógenos, salvo algunas excepciones (Revilla A., 1996).

### **3. Adición de cloruro de calcio**

La falta de calcio disponible para la coagulación da lugar a grandes pérdidas de caseína y grasa, además de una sinéresis inadecuada durante el proceso. La adición de 5 a 20 g de cloruro de calcio por cada cien litros de leche pasteurizada, propicia la formación de un coágulo normal. Cuando la leche a sido pasteurizada a 65°C/15 segundos, inmediatamente antes de hacer el queso, es suficiente la adición de 27 cc (calsol), por cada 100 litros de leche. La adición de una cantidad excesiva de cloruro de calcio puede dar origen a un coágulo tan duro que dificulte el corte (Hansen, 2001).

#### **4. Proceso de coagulación**

De acuerdo a Revilla A. (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, pero 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.
- Coloque el reverso de la mano sobre la cuajada para apreciar la firmeza. Cuando la leche este bien coagulado 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.

Según Madrid V. (1999), la coagulación de la leche es el momento clave de la elaboración del queso. Durante esta fase se produce la formación de un coagulo de caseína como consecuencia de la adición de cuajo. La coagulación de la leche también se puede producir por la adición de ácidos hasta alcanzar el punto iso - eléctrico de la caseína (pH 4,6 a 4,7).

#### **5. 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 A., 1996).

## **6. 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 y modifica la población microbiana (Revilla A., 1996).



## **7. 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 A., 1996).

## **8. Adición de agua**

La elaboración de ciertos quesos requiere la adición de agua, 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. 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 esta 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 A., 1996).

## 9. Adición de sal

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, contribuye en la formación de la corteza, influye en la acción enzimática durante la maduración y aumenta el período de vida comercial del queso. La cantidad de sal en el queso puede variar de 1 a 6% y su aplicación depende del tipo de queso, utilizando las siguientes técnicas:

- Directamente a la leche, en un 0.4% con relación al peso de la leche.
- A la cuajada en suero en proporción de 6% con relación al peso.
- 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 está 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, normalmente la permanencia del queso en la salmuera varía de una hora a 10 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 o bicarbonato de sodio.

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 adicional requerida (Revilla A., 1996).

## **10. 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, cónicos,

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 A., 1996).

## **11. 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 A., 1996).

## **E. ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO**

Morales A. (1994), señala que la calidad organoléptica del queso, se refiere a

los atributos que posee. El análisis sensorial o cata es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos, utilizando al hombre como instrumento de medida. La precisión y reproductibilidad de los métodos instrumentales son mayores que las de un jurado de degustación pero el valor de un método instrumental solo sirve para establecer una correlación con la evaluación objetiva del jurado. Puede darse el caso de que dos quesos totalmente diferentes organolépticamente presenten datos analíticos, químicos y microbiológicos iguales. De aquí se deduce la importancia del análisis sensorial, para los siguientes fines:

- Desarrollar, modificar y mejorar el queso.
- Identificar diferencias entre quesos.
- Asegurar la calidad de los quesos elaborados.
- Proporcionar datos sensoriales.
- Proporcionar un registro permanente de los atributos de un producto.
- Poder seguir la evolución del producto durante su almacenamiento.
- Juzgar la tipicidad del producto.
- Seleccionar y preparar catadores.

## 1. **Apariencia**

Chamorro M. (2002), indica que la apariencia es el conjunto de atributos que se aprecian con la vista. Tienen en cuenta las propiedades visuales, tanto externas (forma, corteza) como internas del queso (aberturas, color).

### **a. Apariencia exterior**

Al observar el queso exteriormente, se define todas las propiedades que le caracterizan: forma, dimensiones, peso, apariencia de la superficie y sus cualidades (liza, rugosa, cerrada, abierta, untuosa, firme), color (Aenor, D. 1992).

### **b. Apariencia interior**

Cuando se ha caracterizado el queso exteriormente se procede al corte. Este ha de ser limpio y representativo de la totalidad del queso. Tras él podremos apreciar el interior del queso destacándose dos zonas: la más próxima a la superficie (corteza) y el resto (pasta). Los caracteres apreciados de la corteza serán su espesor y color. En la pasta distinguimos el color, y otros atributos que se contemplan como caracteres de textura (Barcina A., 1994).

## **2. Color**

El corte de la pasta va a influir en la apreciación del color, por lo que se procurará que sea un corte limpio. El matiz o tono y la intensidad varían mucho de unos quesos a otros y a veces incluso en la superficie del corte del mismo queso. El brillo de la pasta va a estar influenciado por el contenido en agua o de grasa del queso (gotitas) por el tipo de leche y la zona de producción. Entre los matices más frecuentes en la pasta, tenemos (Losada M. y Serrano J., 1996):

- Blanco
- Amarillo pálido
- Verde azulado
- Blanco marfil
- Amarillo beige
- Naranja

### 3. **Consistencia**

#### a. **Características de superficie**

Conjunto de características que informan del estado de la superficie de la textura del queso. Estas características se observan sobre una sección o una loncha del queso, de un tamaño y forma que sean representativas de todas las zonas del miso a ser posible. En la fase visual se observará si hay o no elementos de ruptura en la presentación del corte, considerando como elementos de ruptura los cristales, los ojos, las aberturas y las grietas, también se tendrá en cuenta su forma, tamaño y número, así como su distribución regular o irregular en la pasta. La pasta siempre se observará en un corte limpio, pudiendo presentar diferentes características (Aenor, D., 1992):

- Compacta y prensada
- Agrietada
- Cerrada y blanda
- Friable
- Ciega
- Con cavidades
- Blanda y granulada
- Abierta
- Cerrada y compacta
- Corta
- Untuosa
- Con pequeñas oquedades
- Gelatinosa y brillante
- Elástica

- Poco elástica
- Untable
- Gomosa
- Líquida
- Nada elástica
- Frágil
- Blanda
- Desmenuzable

#### **b. Corteza**

La corteza depende del tipo de queso (fresco, maduro...), de la tecnología empleada en su elaboración (pasta blanda, pasta prensada...), del tipo de maduración (con mohos, bacterias...) así pueden ser (Anzaldúa A., 1994):

- Bien definida
- Natural
- Cerrada
- Lisa
- Rugosa
- Cerosa
- Engrasada o aceitosa
- Con ceniza
- Húmeda
- Brillante
- Ausencia de corteza
- Compacta
- Dura
- Estriada
- Escalada
- Untuosa
- Ahumada
- Enmohecida
- Suave
- Limpia

#### **4. Olor**

Propiedad organoléptica perceptible por vía indirecta por el órgano olfativo



durante la degustación, es la fuerza del estímulo global percibido en el bulbo olfativo. Recibimos este estímulo por la nube gaseosa aromática, liberada por la masticación y por la respiración, que lo guía hacia el interior de la nariz (Barcina A., 1994).

## **5. Sabor**

En la boca se entremezcla la valoración de las propiedades táctiles, aromas, sabores elementales, regusto y persistencia. El sabor, son las sensaciones bucales táctiles percibidas en el interior de la boca, incluyendo la lengua y los dientes (Aenor D., 1992).

Es la sensación percibida por el órgano del gusto (la lengua), cuando se le estimula con ciertas sustancias solubles. De los sabores elementales (dulce, ácido, amargo, umami, alcalino y metálico), el sabor dulce se detecta en la punta de la lengua; los laterales de la lengua son sensibles al sabor ácido y la parte posterior de la lengua al amargo (Barcina A., 1994).

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

Para Revilla A. (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.

La reducción del descarte en una fábrica de quesos no solo implica aspectos de control de calidad de la materia prima y de los procesos, sino también aquellos referentes al esquema de almacenamiento, distribución y comercialización del producto.

El rendimiento de la fabricación puede ser controlado con más facilidad desde que se conozcan algunos parámetros básicos. Una vez que estos parámetros estén bajo un control adecuado, permitiendo la maximización del rendimiento del proceso, resta al técnico o al quesero expresar los índices que permitan avalar el rendimiento. En la práctica la expresión del rendimiento casi siempre se realiza de manera empírica e inexacta y no demuestra, por lo tanto, la situación real de la elaboración del queso.

## **1. Factores que afectan el rendimiento**

Los principales factores que afectan el rendimiento son:

### **a. Composición de la leche**

Obviamente, 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).

### **b. 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 queso frescos, como el Blanco y similares representa una disminución de la vida útil o en quesos como Mozzarella, Gouda y similares, provoca alteraciones de consistencia que dificultan el tajado, entre otros problemas. 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 (Hansen, 2001).

### **c. 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 (Hansen, 2001)

#### **d. 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 más 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 (Hansen, 2001).

#### **G. DEFECTOS DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS**

La calidad de la leche comercial y de sus derivados elaborados en una industria láctea, depende directamente de la calidad del producto original o materia prima, proveniente de las zonas de producción y de las condiciones de transporte, conservación y manipulación en general hasta la planta. Por lo tanto, el éxito y buen nombre de la industria y en última instancia, la calidad del

producto que llega al consumidor, dependen del control que se lleve sobre la leche cruda (Universidad de Zulia, 2002).

## **1. Defectos de color**

Para reforzar, corregir o imitar un color natural, se dispone de productos naturales, como el caramelo de azúcar y productos artificiales. Estos últimos se dosifican en muy pequeñas cantidades, ya que poseen un gran poder de coloración, y son económicos, por lo que se usan muy extensamente. Solo pueden utilizarse los colores autorizados. Los principales defectos de color son: color desigual, debido a la mala distribución de los ingredientes en el momento de colorear la mezcla, mala distribución del colorante; color no natural, debido al empleo de colorantes inadecuados y materias extrañas; poco color, falta de colorante; puntos pigmentados, colorante no disuelto totalmente o a material insoluble del colorante, que hay que filtrar (Cabrera J., 2001).

## **2. Defectos de sabor**

Cabrera J. (2001), señala que el sabor es el factor más importante de la calidad desde el punto de vista de la aceptación del consumidor. Los defectos de sabor se pueden considerar en dos grupos: los debidos al material saborizante y los causados por cambios químicos, como el sabor ácido o avinagrado, debido a un exceso de ácido láctico, al empleo de ingredientes ácidos o temperaturas altas en la maduración. Indica falta de higiene en la elaboración y contaminación bacteriana.

### **3. Defectos de textura**

La textura se refiere al grano o a la más fina estructura del producto y depende del tamaño, forma y disposición de las pequeñas partículas. La textura ideal debe ser suave y las partículas sólidas lo suficientemente pequeñas para no ser detectadas en la boca, mientras que la textura mantecosa se manifiesta por grumos de grasa lo suficientemente grandes para ser detectados en la boca dejando una película grasa en el paladar y los dientes después de haber consumido los productos lácteos. Este defecto es debido al exceso de materia grasa, por una incorrecta homogeneización, especialmente por falta de agitación durante la adición, poco contenido de sólidos de suero y/o una acidez alta. La textura arenosa la causa la cristalización de la lactosa, defecto que puede controlarse reduciendo los sólidos de suero, sustituyendo parte del azúcar por dextrosa, manteniendo temperaturas de almacenaje bajas y uniformes; y controlando la acidez (Cabrera J., 2001).

### **4. Defectos de higiene (Bacteriológicos)**

El contenido bacteriano es un factor importante para determinar la calidad sanitaria. Los factores que afectan a la calidad sanitaria son: Calidad de los ingredientes, métodos de elaboración, limpieza de la industria y sistema de reparto. Hay ingredientes que se pueden considerar como estériles o con muy bajo contenido bacteriano, como la leche en polvo, azúcar, estabilizadores o emulsionantes; mientras que hay otros que pueden tener un alto contenido como la nata, crema, frutas frescas, entre otras (Cabrera J., 2001).

## **5. Defectos de apariencia**

Presencia de burbujas de aire finamente distribuidas; se desprende aire y el volumen disminuye, como causantes está el overrun excesivo, desestabilización de la proteína láctea por sobrecalentamiento, material de embalaje poroso o almacenamiento insuficiente con temperaturas excesivamente fluctuantes. Pintas blancas en la superficie (manchas blancas por cristalización del azúcar en la superficie; muchas veces denominadas erróneamente colonias de mohos) se deben a estabilizadores inadecuados o no añadidos correctamente (Cabrera J., 2001).

## **H. CLORURO DE CALCIO**

De acuerdo a Luquet F. (1993), la adición de cloruro de calcio en la leche produce una concentración de iones calcio, mejora y acorta la coagulación posterior. En solución es un producto de grado comestible ( $\text{CaCl}_2$ ), de color claro, mediante los procesos de purificación en los laboratorios, el cloruro cálcico se comercializa en dos presentaciones:

- Cloruro de calcio líquido en galones de 20 litros.
- Cloruro de calcio en polvo en fundas de 30 Kg.

Puede ser usado como un agente ayudante en la coagulación de la leche, cuando el contenido de minerales en la misma se encuentra imbalaceada. Se puede utilizar en cualquier producto alimenticio que requiere cloruro de calcio



Se debe añadir, antes de poner el coagulante, las dosis recomendadas es de hasta 25 ml por cada 100 litros de leche. Para mejores resultados, se puede añadir la cantidad normal de coagulante. Las regulaciones Federales de los Estados Unidos limitan el uso de este producto hasta una cantidad máxima de 40 ml por cada 100 litros de leche. Este producto debe mantenerse en lugar fresco y seco. En un almacenamiento prolongado puede ocurrir un pequeño sedimento.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la empresa Lácteos de Marco's, ubicada en la Provincia de Tungurahua, Cantón Píllaro, Barrio San Luis, calles Bolívar 14 - 59 y Narváez.

El tiempo de duración del trabajo fue de 120 días, distribuidos en el control de calidad de la leche, elaboración del queso, análisis bromatológicos y organolépticos.

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

Se utilizaron 1440 litros de leche, provenientes de la parroquia San Juan, cantón Pillaro, que se dividieron en 24 unidades experimentales, con un tamaño por unidad de 60 litros de leche. Por efectos de producción se realizaron dos ensayos con las unidades experimentales por semana.

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

En la ejecución de la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos que se describen a continuación.

## 1. En la elaboración del queso

Materiales y equipos:

- Tina doble fondo para pasteurización discontinua
- Termómetro a escala de -10 a 100 °C
- Aerómetro
- Balde plástico para 10 litros
- Bidones para 40 litros
- Moldes redondos metálicos
- Balanza digital de 3 Kg. de capacidad y 1 g de precisión
- Lira de 1cm de corte
- Paleta para batido
- Mesa para desuerado
- Malla plástica
- Tacos de madera
- Bandeja plástica
- Prensa
- Cuarto de Refrigeración

Aditivos:

- Cloruro de calcio líquido CHR Hansen – Alemania
- Cloruro de calcio en polvo General Chemical – Canadá
- Coagulante líquido Marschall Rodia – Colombia
- Cloruro de sodio (sal refinada)

## **2. En el laboratorio de análisis de la leche**

Materiales y equipos:

- Dosificador de 1 y 10ml
- Pipetas de 1, 10 y 11 ml
- Varillas de agitación
- Lactodensímetro calibrado a 15°C
- Acidómetro
- Centrífuga de 1000 – 1200rpm
- Butirómetros
- Tubos de ensayo de 40 ml
- Vasos de precipitación de 50, 100, 500 ml
- Probeta graduada de 100,200 y 250ml

Reactivos

- Solución de fenolftaleína
- Solución de hidróxido de sodio 0,1 N
- Solución de alcohol etílico al 68 – 70%
- Solución de ácido sulfúrico
- Solución de alcohol isoamílico

### **D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

En la presente investigación se evaluó el efecto de la adición de dos tipos de cloruro de calcio (en polvo y líquido), en cuatro niveles (0.000, 0.015, 0.025 y

0.035 %), por lo que las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un Diseño Completamente al azar (D.C.A) en un arreglo factorial combinatorio donde el Factor A, estuvo compuesto por los tipos de cloruro de calcio y el factor B por los niveles, utilizando tres repeticiones por tratamiento, es decir se trabajaron con 24 unidades experimentales ( $2 \times 4 \times 3 = 24$ )

El esquema del experimento que se ha aplicado es el siguiente:

Cuadro 8. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

Factor A Tipo de CaCl <sub>2</sub>	Factor B Niveles	Código	Nº rept.	TUE*	Total lt/tratam.
En polvo	0.000 %	CIP0	3	60	180
En polvo	0.015 %	CIP.015	3	60	180
En polvo	0.025 %	CIP.025	3	60	180
En polvo	0.035 %	CIP0.35	3	60	180
Líquido	0.000 %	CIL0	3	60	180
Líquido	0.015 %	CIL.015	3	60	180
Líquido	0.025 %	CIL.025	3	60	180
Líquido	0.035 %	CIL.035	3	60	180
Total litros de leche					1440

CaCl<sub>2</sub>: Cloruro de calcio

TUE\*: Tamaño de la Unidad Experimental

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Los variables experimentales que se consideraron en el presente estudio fueron los siguientes:

**1. Valoración nutritiva**

- Contenido de humedad, %
- Contenido de proteína, %
- Contenido de grasa, %
- Contenido de cenizas, %

**2. Valoración productiva**

- Rendimiento, %
- Conversión leche queso

**3. Valoración organoléptica**

- Apariencia interna, 4 puntos
- Apariencia externa, 5 puntos
- Consistencia, 3 puntos
- Olor, 2 puntos
- Sabor, 6 puntos
- Total, 20 puntos

**4. Evaluación económica**

- Costos de producción por kg, dólares
- Rentabilidad (Beneficio / Costo), dólares.

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN

Los resultados experimentales fueron sometidos a:

- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA)
- Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey al nivel de significancia de  $P < 0.05$  y  $P < 0.01$ , para las variables bromatológicas.
- Análisis de la regresión por medio de los polinomios ortogonales en las variables que existieron diferencias estadísticas por efecto del Factor B (Niveles), para establecer las líneas de tendencia

El esquema del análisis de varianza, empleado fue el siguiente:

Cuadro 9. ESQUEMA DEL ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	23
Factor A (Tipo de $\text{CaCl}_2$ )	1
Factor B (Niveles)	3
Interacción (AxB)	3
Error	16

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. Descripción del experimento

Para la elaboración de queso fresco pasteurizado de Marco's se utilizó leche

entera en un total de 1440 litros, divididos en 24 unidades experimentales de 60 litros, mismos que al momento de recibirla se procedió a realizar el respectivo análisis de control de calidad, tanto para los parámetros físicos, químicos, antes de ingresar a los tanques de almacenamiento ubicados en el Área de Recepción, luego se procedió a la elaboración del queso..

Para la fabricación del queso fresco pasteurizado De Marco's, se tomó en consideración las formulaciones propuestas en el siguiente cuadro, y que se elaboraron de acuerdo al diagrama de flujo que se reporta en el gráfico 1.

Cuadro 10 FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO DE MARCO'S A PARTIR DE 60 LITROS DE LECHE ENTERA

Ingredientes	Cloruro de calcio							
	Líquido				En polvo			
	0.000%	0.015%	0.025%	0.035%	0.000%	0.015%	0.025%	0.035%
Leche, lt	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
CaCl <sub>2</sub> , líquido ml	0.00	9.00	15.00	21.00				
CaCl <sub>2</sub> polvo, ml					0.00	9.00	15.00	21.00
Cuajo líquido, ml	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Sal, kg	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30

El proceso de la elaboración del queso fue el siguiente:

- Proceso de pasteurización baja de la leche a 67 °C por 15 minutos y enfriamiento con agua helada a 4°C.
- Calentamiento de la leche pasteurizada a 37° C, en la olla de doble fondo, con ingreso indirecto de vapor y agitación continua.



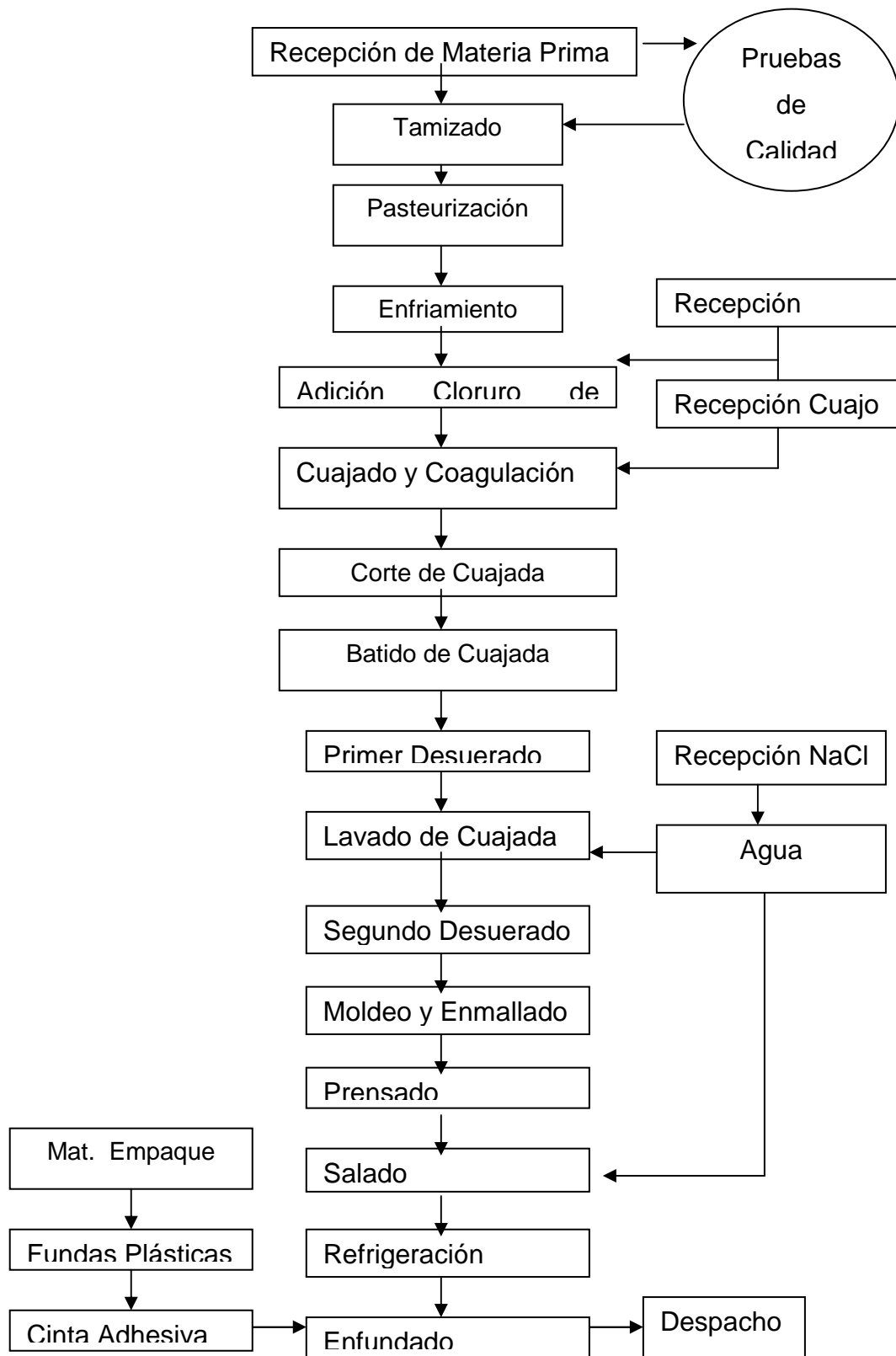


Gráfico 1 ESQUEMA DE ELABORACIÓN DEL QUESO DE MARCO'S

- Distribución en 8 gavetas plásticas de 60 lt de leche en cada una, las mismas que previamente deben ser esterilizadas con adición directa de vapor, para precautelar y mantener reducido al máximo el desarrollo bacteriano.
- Medir la cantidad de cuajo líquido a utilizar.
- Medir el cloruro de calcio en polvo como el líquido.
- Adicionar el cloruro de calcio y el cuajo, 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
- Primer desuerado
- Sacar el suero en un 45% aproximadamente.
- Añadir 20 litros de agua caliente a 75° con 250 g de sal.
- Segundo desuerado
- Agitación vigorosa de la masa durante 3 minutos
- Cubrir con lienzos los moldes plásticos.
- Colocar el queso en moldes plásticos de 1 kg de capacidad y enmallar.
- Prensado durante 30 minutos mediante el uso de bloques de madera.
- Inducción en salmuera a 11°Be y temperatura de 8 °C, durante 1 hora.
- Refrigeración a 4 - 5°C durante 10 horas
- Comercialización

## **2. Análisis bromatológico del queso**

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

## **3. Valoración Organoléptica**

Las propiedades organolépticas de los quesos son múltiples y típicas para cada uno de ellos, sin embargo para la presente investigación se utilizó el sistema de evaluación que se reporta en el cuadro 11. En la valoración organoléptica se formó un equipo de 4 personas que trabajan en la empresa, los mismos que fueron:

Ing. Marco Proaño	Gerente propietario de la empresa
Ing. Fernando Buenaño	Técnico de la planta de lácteos
Egdo. Marcos López	Jefe de la sección quesería
Sr. Abraham Robayo	Trabajador de la sección quesería

A cada uno de ellos, se les entregó el correspondiente formulario para evaluar cada uno de los ensayos, una vez obtenido cada uno de los valores se procedió a la tabulación y procesamiento respectivo.

Cuadro 11. PRINCIPIOS DE VALORACIÓN PARA EL EXAMEN ORGANOLÉPTICO

Carácter	Puntaje máximo
Apariencia interna	4 puntos
Apariencia externa	5 puntos
Consistencia	3 puntos
Olor	2 puntos
Sabor	6 puntos
Total	20 puntos

Fuente: Witting E. (1981)

#### 4. Programa Sanitario

Cada vez que se elabora el producto se realiza la limpieza y desinfección de instalaciones, materiales y equipos, con suficiente agua, detergentes especializados y vapor, asegurando un ambiente de asepsia y evitando que agentes patógenos contaminen el alimento. El programa de limpieza y desinfección que se aplica en la empresa Lácteos de Marco's es con el equipo de baja presión de proyección de agua y vapor.

#### **Procedimiento:**

- Revisión de llaves y tuberías en la tina doble fondo antes de iniciar las tareas higienizantes.
- Protección de cuadros eléctricos con bolsas impermeables.
- Orden de la sala: retirada de mallas, moldes, tacos de madera, etc.

Enjuague inicial con agua potable para eliminar la suciedad más gruesa:

- Frecuencia: diaria
- Temperatura: 15 °C
- Presión: 15 – 20 atm

Aplicación del detergente, en forma líquida.

- Frecuencia: diaria
- Principio activo: alcalino clorado
- Concentración de uso: 2%
- Temperatura: 40 – 50 °C
- Tiempo de actuación: 10 minutos

Enjuague con abundante agua potable:

- Frecuencia: diaria
- Temperatura: 40 – 50 °C
- Presión: 15 – 20 atm

Aplicación de desinfectante por pulverización:

- Alternancia principios desinfectantes: Semanas: 1<sup>o</sup> y 3<sup>o</sup>
- Principio activo: aldehídos – amonios cuaternarios
- Concentración de uso: 1%

- Temperatura: 20 – 30 °C
- Tiempo de actuación: mínimo 30 min

Enjuague del desinfectante:

- Frecuencia: diaria.
- Temperatura: 20 – 30 °C.
- Presión: 20 – 30 atm.

Ecurrido y secado de las superficies de contacto directo con el alimento.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **A. VALORACIÓN NUTRITIVA**

Los parámetros evaluados de la valoración nutritiva presentaron influencia estadística por efecto de los tipos y niveles de cloruro de calcio (cuadro 12), pero no por efecto de la interacción entre los factores considerados, a excepción del contenido proteico, por lo que los resultados que a continuación se analizan se expresan en función de los factores independientes.

#### **1. Contenido de humedad**

Las medias del contenido de humedad en el queso fresco pasteurizado por efecto de los tipos de cloruro de calcio utilizados presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), registrándose que con el empleo del cloruro de calcio en líquido existe una mayor retención de humedad en el queso que cuando se utilizó este producto en polvo, por cuanto los valores determinados fueron de 58.65 y 57.68 %, en tanto que por efecto de los niveles utilizados, las diferencias encontradas fueron altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por cuanto en los quesos obtenidos con el tratamiento control (0.00 %), presentaron los mayores contenidos de humedad (60.63 %), mismo que se reduce a medida que se incrementa la cantidad de cloruro de calcio utilizado, pues los valores determinados fueron de 59.12, 57.28 y 55.64 % de humedad cuando se empleó los niveles 0.015, 0.025 y 0.035 %, respectivamente, por lo que mediante el análisis de la regresión por efecto de los niveles empleados, presentó una ten-





dencia lineal altamente significativa que se reporta en el gráfico 2, de donde se desprende que a mayor cantidad de cloruro de calcio la cuajada desprenderá mayor cantidad de humedad, registrándose por lo contrario un incremento en el contenido de materia seca.

Las respuestas determinadas concuerdan con lo que se indica en la Revista Vida (2003), en la composición del queso varía de acuerdo al tipo y a los procedimientos de elaboración, pero se encuentran dentro de lo recomendado por el INEN (1996) en su Norma INEN 1528, donde se señala que el queso fresco debe contener un máximo de 65 %, de igual manera guarda relación con los valores que establecen Dubach J. (1988), Madrid V. (1999) y la FAO (2000), quienes indican que el queso fresco debe presentar una humedad entre 50 a 60 %, rangos que se enmarcan los resultados obtenidos.

## **2. Contenido de materia seca**

Para el contenido de materia seca por efecto del tipo de cloruro de calcio se registraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre las medias determinadas, ya que los contenidos encontrados en los quesos fueron de 42.32 y 41.35 %, lo que denota que al incorporar el cloruro de calcio en polvo, se incrementa la materia seca en los quesos, no así con cloruro de calcio líquido que propicio un menor contenido; respecto a los niveles empleados, las diferencias estadísticas encontradas entre las medias fueron altamente significativas ( $P < 0.01$ ), determinándose que a medida que se incrementa el nivel de cloruro de calcio en la elaboración de los quesos frescos pasteurizados, el contenido de materia



seca de igual manera se incrementa, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal positiva altamente significativa (gráfico 3), ya que los valores encontrados fueron de 39.37 % del grupo control (0.00 %), que se incrementaron a 40.37 % con el nivel 0.015%, 42.72 % con el nivel 0.025 y a 44.36 % de materia seca con el nivel 0.035 % de cloruro de calcio, comportamiento que puede deberse a lo que señala Hansen (2001), en que la falta de calcio disponible para la coagulación da lugar a grandes pérdidas de caseína y grasa, además de una sinéresis inadecuada durante el proceso, razón por lo cual se aduce que a mayor cantidad de cloruro de calcio mayor será el contenido de materia seca del queso, aunque también es necesario tener presente que la adición de una cantidad excesiva de cloruro de calcio puede dar origen a un coágulo tan duro que dificulte el corte (Hansen, 2001).

### **3. Contenido de proteína**

Las medias del contenido de proteína de los quesos frescos pasteurizados presentaron diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) por efecto de la interacción entre tipo y niveles de cloruro de calcio utilizados (cuadro 13), pues las medias registraron variaciones sustanciales, ya que los quesos obtenidos con los grupos control (0.00%), presentaron un aporte proteico de 19.83 %, en tanto que cuando se utilizó los niveles 0.035 % tanto del cloruro de calcio en polvo como líquido se registró los mayores contenidos de proteína en el queso, con valores de 24.13 y 24.02, respectivamente, que estadísticamente son similares a la respuesta obtenida con la utilización del 0.025 % de cloruro de calcio en polvo, lo que pone de manifiesto lo que indica Luquet F. (1993), en que la adi-





ción de cloruro de calcio en la leche produce una menor pérdida de caseína de la cuajada mejora y acorta la coagulación posterior, así como se ratifica lo reportado por Hansen (2001), quienes indican que la falta de calcio disponible para la coagulación da lugar a grandes pérdidas de caseína y grasa, por tanto se considera necesario adicionar el cloruro de calcio en la elaboración del queso fresco, para retener las proteínas que generalmente se pierden al momento del desuerado.

Comparando los resultados obtenidos con los reportes de Dubach J. (1988) y la FAO (2000), que indican que el queso fresco debe contener el 21 % de proteína, así como con lo señalado en la Revista Vida (2003), que indica que la composición de los quesos varía de acuerdo al tipo y a los procedimientos de elaboración, pero fundamentalmente es rico en proteínas, ya que los quesos de pasta blanda contienen un 22%; los valores encontrados guardan relación, por cuanto se registraron valores superiores (24.13 %) y ligeramente inferiores (19.83 %), que los indicados por estos investigadores, pero que se considera a este producto nutritivamente proteico.

#### **4. Contenido de grasa**

El contenido graso de los quesos no presentó efecto estadístico en las medias determinadas ( $P > 0.5$ ) por efecto del tipo de cloruro de calcio utilizado, ya que los valores encontrados fueron de 15.87 y 15.97 % cuando se utilizó el cloruro de calcio en polvo y líquido respectivamente (cuadro 12); en tanto que por efecto de los niveles empleados, las diferencias estadísticas encontradas entre

los valores medios fueron altamente significativas ( $P < 0.01$ ), observándose en los quesos que al utilizar en su formulación la inclusión del nivel 0.035 % de cloruro de calcio, los quesos presentaron mayor contenido de grasa (16.15 %), que cuando se empleó el nivel 0.015 %, que registró el menor valor (15.57 %), en tanto que los quesos elaborados con el nivel 0.025 % y los del grupo control (0.00 %), presentaron valores entre los mencionados (15.95 y 16.00 %), por lo que comparten los dos rangos de significancia establecidos, ya que por otra parte, mediante el análisis de la regresión, se determinó una tendencia cúbica altamente significativa, que se reporta en el gráfico 4, de donde se desprende que el contenido de grasa del queso fresco obtenido sin la adición de cloruro de calcio se reduce cuando se emplea hasta el nivel 0.015 %, pero que con niveles superiores hasta el 0.025 %, la retención de grasa se incrementa, tendiendo a estabilizarse con niveles superiores hasta el 0.035 %, lo que puede deberse a lo que señala Hansen (2001), en que la falta de calcio disponible para la coagulación da lugar a grandes pérdidas de caseína y grasa, lo que se puede controlar con la adición de cloruro de calcio.

De acuerdo a la clasificación que señala el INEN (1996), en su Norma INEN 1528, el queso fresco obtenido con la adición de cloruro de calcio, pertenece al grupo de quesos pobres en grasa, por cuanto el rango del contenido graso para esta categorización es de superior al 10 % a un máximo del 25 %, considerándose además que las cantidades de grasa encontradas son inferiores respecto a los valores indicados por Dubach J. (1988) y la FAO (2000), quienes indican que el queso fresco debe presentar un contenido graso de 24 %, diferencias que se deben a que en el presente trabajo la leche se -





estabilizó a un contenido del 3 %, mientras que los investigadores citados, pudieron obtener esos valores en leche entera, con contenidos grasos superiores al 3.5 %.

## **5. Contenido de cenizas**

Para el contenido de cenizas las medias determinadas en los quesos por efecto de los tipos de cloruro de calcio utilizados no fueron significativas, encontrándose que el queso presenta un aporte de 2.77 y 2.72 % de cenizas, con la adición de cloruro en polvo y líquido respectivamente (cuadro 12), en tanto que por efecto de los niveles empleados las diferencias encontradas fueron significativas ( $P < 0.05$ ), estableciéndose que a medida que se incrementa la cantidad de cloruro de calcio en la elaboración del queso, el contenido de cenizas también se incrementan, por cuanto de un contenido de 2.50 % de cenizas de los quesos del grupo control, se eleva a 2.68 % con el empleo del nivel 0.015 %, a 2.82 % con el nivel 0.025 % y a 2.97 % con el nivel 0.035 %, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa que se reporta en el gráfico 5, y que puede deberse a lo que señala Luquet F. (1993), en que la adición de cloruro de calcio en la leche produce una concentración de iones calcio, elevando por consiguiente el contenido de cenizas en el queso, ya que los valores encontrados son ligeramente superiores con respecto a los reportes de Dubach J. (1988) y la FAO (2000), quienes indican que el queso fresco debe presentar un contenido de cenizas o minerales del 2.0 %.



## **B. VALORACIÓN PRODUCTIVA**

### **1. Rendimiento**

Las medias determinadas en el rendimiento porcentual de queso por efecto de de los tipos de cloruro de calcio utilizados registraron diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ), alcanzándose un mayor un rendimiento (15.69 %) con la utilización de cloruro de calcio en polvo que en líquido (15.19 %), en tanto que por efecto de los niveles las diferencias estadística fueron altamente significativas ( $P < 0.01$ ), ya que se observó que el rendimiento de leche queso del grupo control fue del 14.15 %, elevándose paulatinamente hasta alcanzar el 16.61 % cuando se utilizó el nivel 0.035 % de cloruro de calcio (cuadro 12), por lo que el análisis de la regresión determinó una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 6), que determina que a medida que se incrementa el nivel de cloruro de calcio en la elaboración de los quesos frescos, se incrementa el rendimiento leche queso, es decir se obtiene una mayor cantidad de queso por unidad de leche empleada, aunque los valores encontradas son inferiores a los determinados por Cantuña G. (2002), quien obtuvo rendimientos porcentual de leche queso de hasta 20.75 % con la adición del 0.045 % de estabilizante en su formulación, siendo los estabilizantes la diferencia entre los estudios, por cuanto este tienen un alto poder de gelificación, siendo excelentes captadores y retenedores de humedad, lo que permite retener el agua natural de los productos elaborados.

Para Revilla A. (1996), el control técnico de los factores relacionados al rendi-



miento y a la reducción de pérdidas, contribuye para garantizar la competitividad del producto en el mercado, ya que el rendimiento de la fabricación puede ser controlado con más facilidad desde que se conocen algunos parámetros básicos como la calidad de la leche y de los ingredientes utilizados, lo que permitirá la maximización del rendimiento del proceso, también es necesario tomar en cuenta que en la práctica la expresión del rendimiento casi siempre se realiza de manera empírica e inexacta y no demuestra, por lo tanto, la situación real de la elaboración del queso.

## **2. Conversión leche/queso**

Con el empleo del cloruro de calcio en polvo se requirió menor cantidad de leche por kg de queso producido (6.41) que cuando se utilizó el cloruro de calcio líquido (6.61), valores que presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), ya que existe una diferencia entre los dos tratamientos por kg de queso de 0.20 litros de leche, que es representativamente alta, ya que en las empresas medianas se procesa y obtienen alrededor de 100 kg de queso fresco, por lo que en base a la diferencia anotada, se conseguiría un ahorro de aproximadamente 200 litros leche.

Con relación a la cantidad de leche requerida para obtener un kg de queso, de acuerdo al factor niveles de cloruro de calcio empleados, las cantidades establecidas determinaron diferencias estadísticas altas ( $P < 0.01$ ), encontrándose que por cada kg de queso en el grupo control, se requirió de 7.07 litros de leche, cantidad que se fue reduciendo conforme se incrementó el

nivel de cloruro de calcio (cuadro 12), existiendo una diferencia de hasta 1.04 litros de leche/kg de queso, por cuanto con el nivel 0.035 % de cloruro de calcio, fue necesario únicamente 6.03 litros de leche para obtener el mismo kg de queso, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa, que determina que a mayor nivel de cloruro de calcio menor será la cantidad de leche que se requiera por kg de queso (gráfico 7).

Los valores de conversión litros de leche por kg de queso obtenido guardan diferencias notorias con el estudio realizado por Becerra F. (2003), quien estableció una conversión de 5.59, pero con la diferencia de que estos quesos presentaron un contenido de humedad de 67.39 %, lo que reduce la cantidad de leche requerida, respecto al presente estudio, que en el mayor de los casos presentó un contenido de humedad del 60.63 %.

La conversión litros de leche por libra de queso producido guarda la misma relación que la analizada por kg de queso, pero vale la pena establecer estas diferencias, por cuanto, en el mercado local se comercializa en libras, es así que al obtener una libra de queso con la utilización de cloruro de calcio en polvo se requirió de 2.91 litros de leche, elevándose a 3.00 litros cuando se utilizó el cloruro de calcio en líquido, diferencias que son significativas ( $p < 0.05$ ), en tanto por efecto de los niveles empleados, las diferencias entre la medias fueron altamente significativas ( $p < 0.01$ ), ya que con el tratamiento control (0.00 %) se requirió de 3.21 litros de leche, para reducirse paulatinamente conforme se incrementó los niveles de cloruro de calcio, hasta requerir de 2.73 litros de leche por libra de queso cuando se empleó el nivel 0.035%.



## C. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA

### 1. Aspecto interno

En la apariencia interna, que se toma en cuenta su color y caracteres de textura (Barcina A., 1994), las valoraciones asignadas por efecto de los tipos de cloruro de calcio utilizados (líquido y en polvo) no fueron diferentes estadísticamente, ya que alcanzaron puntuaciones de 3.53 y 3.55 puntos sobre 4 de referencia (cuadro 14), mientras que por efecto de los niveles empleados las medias fueron diferentes estadísticamente ( $P < 0.01$ ), estableciéndose las mayores puntuaciones en los quesos elaborados con los niveles 0.025 y 0.035 % de cloruro de calcio (3.78 y 3.73 puntos sobre 4, respectivamente), ya que se pudo comprobar que no presentaban agujeros, tenían un color blanco amarillento uniforme, en cambio que los quesos del grupo control (0.00 %) recibieron una puntuación de 3.27 sobre 4 puntos, debido a que al momento del corte con cuchillo se notaba la presencia de gránulos y por ende la presencia de pequeños agujeros, debido a la presencia de agua, que se fue liberando conforme se realizaban los cortes para su evaluación, de ahí que se considere que la adición de cloruro de calcio según Revilla A. (1996), favorece la retención de la caseína, liberándose mayor contenido de agua que conforma el suero, evitándose de esta manera la disgregación de la pasta al momento del corte, ya que mediante el análisis de la regresión se determinó una tendencia lineal altamente significativa que se reporta en el gráfico 8, donde se aprecia que a medida que se incrementa los niveles de cloruro de calcio, la valoración del aspecto interno se mejora.







## **2. Aspecto externo**

En la valoración del aspecto externo del queso en que se toma en cuenta la forma, dimensiones, peso, apariencia de la superficie (liza, rugosa, cerrada, abierta, untuosa, firme) y el color (Aenor D., 1992), se estableció que por efecto de los tipos de cloruro de calcio empleados (en líquido y en polvo) no se registraron diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ), pues recibieron puntuaciones de 3.96 y 3.97 puntos sobre 5 de referencia, respectivamente (cuadro 14), mientras que por efecto de los niveles empleados, las diferencias estadísticas encontradas fueron altamente significativas, pues se determinó que a medida que se incrementa los niveles de cloruro de calcio la apariencia externa se mejora, lo que es corroborado mediante el análisis de la regresión que determinó una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 9), por cuanto las calificaciones que recibieron fueron de 3.33 puntos los quesos del grupo control (0.00 %), elevándose a 3.69 puntos con el nivel 0.015 %, 4.25 puntos con el 0.025 % y 4.59 puntos con el nivel 0.035 %, puntuaciones que se debieron que a que los quesos del primer grupo evaluado (control), presentaron un aspecto blando, una considerable proporción de agujeros, y superficie rugosa, en cambio los quesos elaborados con el nivel 0.035 %, presentaron una superficie firme, compacta, de color uniforme.

## **3. Consistencia**

Siendo la consistencia el conjunto de características que informan del estado de la superficie de la textura del queso, si hay o no elementos de ruptura en la -



presentación del corte, ojos, aberturas y grietas, también se toma en cuenta la distribución regular o irregular en la pasta (Aenor D., 1992), las medias de los tratamientos determinaron que con la utilización del cloruro de calcio en polvo presentó una mayor puntuación (2.45 sobre 3 de referencia), que cuando se utilizó en líquido (2.39 puntos), diferencias que son significativas ( $P < 0.05$ ), en tanto que por efecto de los niveles empleados, las diferencias fueron altamente significativas ( $P < 0.01$ ), registrándose al igual que en los parámetros anteriores, mediante el análisis de la regresión una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 10), que determina que a medida que se incrementa los niveles de cloruro de calcio la consistencia del queso se mejora, ya que presentan una textura uniforme, compacta y con una buena apariencia, correspondiéndoles estas características a los quesos elaborados con el 0.025 y 0.035 % de cloruro de calcio que recibieron calificaciones de 2.52 puntos sobre 3 de referencia (cuadro 14), mientras que la valoración más bajas (2.30 puntos) se registraron en los quesos del grupo control (0.00 %), por presentar un aspecto grumoso, ligeramente líquido, debido posiblemente a la falta de desuerado en el corte de la cuajada.

#### **4. Olor**

El olor de los quesos frescos no se alteró por efecto de los tipos y niveles de cloruro de calcio empleados, pues en todos los casos, los catadores les asignaron una puntuación de 2 sobre 2 puntos de referencia.



## **5. Sabor**

Las calificaciones asignadas al sabor de los quesos frescos obtenidos por el empleo de los diferentes tipos y niveles de cloruro de calcio presentaron diferencias estadísticas altas por efecto de su interacción (cuadro 15), registrándose las mejores puntuación al emplearse el cloruro de calcio en polvo en los niveles 0.025 y 0.035 %, ya que alcanzaron puntuaciones de 5.63 y 5.55 puntos sobre 6 de referencia, valores que estadísticamente son similares a los obtenidos con el 0.035 % de cloruro de calcio líquido, cuyo queso recibió una valoración de 5.32 puntos, en tanto que las menores puntuaciones recibieron los quesos del grupo control (0.00 %), que recibieron una calificación de 4.23 puntos, debido a que presentaron un sabor salino, debido a que se concentra la salmuera en el líquido contenido en el queso, así como a leche ácida, en cambio que en los quesos que recibieron las mayores puntuaciones se percibió la sensación de leche normal, ligeramente dulce.

## **6. Valoración total**

En las puntuaciones totales, se encontró influencia estadística ( $P < 0.01$ ) por efecto de la interacción entre tipo y niveles de cloruro de calcio, correspondiendo las mayores puntuaciones a los quesos elaborados con 0.025 y 0.035 % de cloruro de calcio en polvo así como con el nivel 0.035 % pero en líquido, ya que recibieron calificaciones de 18.45, 18.28 y 18.27 puntos sobre 20 (cuadro 15), que de acuerdo a la escala de Witting E. (1981), les corresponde una valoración de Excelentes, en cambio los quesos que menores





puntuaciones alcanzaron fueron los elaborados sin la adición del cloruro de calcio (control), con 15.12 puntos con una designación de Buenos; por lo que se puede indicar que al emplearse el cloruro de calcio en polvo en el nivel 0.025 %, presenta mejores respuestas organolépticas, como nutritivas.

#### **D. ANÁLISIS ECONÓMICO**

Mediante el análisis económico (cuadro 16), se establece que los costos de producción se reducen a medida que se incrementa el nivel de cloruro de calcio tanto en líquido como en polvo, presentando en el caso del empleo del cloruro de calcio líquido costos que fueron desde 2.28 dólares por kg del tratamiento control, y que se reduce paulatinamente a 2.20, 2.09 y 1.97 dólares/kg, con el empleo de los niveles 0.015, 0.025 y 0.035 %, respectivamente, de igual manera, se observó al emplear el cuajo en polvo, aunque las diferencias son ligeramente mayores, ya que del costo de 2.28 dólares/kg del grupo control, se reduce a 1.93 dólares, cuando se empleó el nivel 0.035 %, es decir existen ahorros de hasta 0.35 dólares por kg de queso fresco producido, por lo que se considera que el empleo de 0.035 % de cloruro de calcio en polvo se reduce el costo de producción.

El análisis del beneficio/costo (cuadro 16), se determinó que la mayor rentabilidad se consiguió al emplearse el 0.035 % de cloruro de calcio en polvo, registrándose un beneficio/costo de 1.30, que representa una rentabilidad de 30 centavos de dólar por cada dólar invertido (30 %), que es superior en 3 puntos con respecto a la utilización del 0.035 % de cloruro de calcio en líquido,



ya que presentó un beneficio/costo de 1.27, en tanto que con los otros niveles evaluados, las rentabilidades alcanzadas son menores, pero superan a la rentabilidad alcanzada con la elaboración de los quesos del grupo control (0.00 %), con lo cual se obtiene una rentabilidad de apenas el 9.0 %, por tanto, se considera que la adición del cloruro de calcio en la elaboración del queso fresco, propicia grandes ventajas en la calidad del queso, además que permite mejorar la rentabilidad de este tipo de empresas lácticas, ya que se lograría rentabilidades superiores a los que se generan a través de la banca privada, por cuanto esta actividad productiva se realiza diariamente.

## V. CONCLUSIONES

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

1. De acuerdo al tipo de cloruro de calcio, las mejores respuestas se consiguieron al emplearse en forma de polvo, ya que permite el incremento de la materia seca (42.32 %), un mayor rendimiento (16.69%) y de 6.41 litros de leche por kg de queso, propiciado una mayor consistencia y sabor (características organolépticas), en cambio que con el empleo del cloruro de calcio líquido el rendimiento fue de 15.19 % y requiriéndose de 6.61 litros de leche por kg de queso.
2. En función de los niveles empleados, se encontró grandes ventajas al emplearse el nivel 0.035 %, pues los quesos frescos presentaron un 44.36 % de materia seca, 24.08 % de proteína, 16.15 % de grasa, con rendimientos de 16.61 %, y una conversión litros leche por kg de queso de 6.03.
3. En las características organolépticas los niveles 0.025 y 0.035 %, presentaron similar comportamiento estadístico, pero numéricamente sigue siendo superior el nivel 0.035 %, en la evaluación de la apariencia externa, en el sabor y en la valoración total.
4. Respecto a las variables en las que se determinó influencia estadística

en la interacción, las mejores respuestas se observaron al emplearse el 0.035 % de cloruro de calcio en polvo, registrando un contenido de proteína en los quesos de 24.13 %, así como la mayor valoración organoléptica total (18.28/20 puntos).

5. Los menores costos de producción (1.93 dólares/kg de queso) y la mayor rentabilidad (30 %) se alcanzó al emplearse el 0.035 % de cloruro de calcio en polvo, que supera a los resultados obtenidos en los quesos sin la adición de cloruro de calcio (0.00 %), ya que en el primer caso existe un ahorro de hasta 35 centavos de dólar por kg de queso y una rentabilidad superior de 21 %.

## VI. RECOMENDACIONES

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

1. Elaborar queso fresco pasteurizado de Marco's, con la utilización del 0.035 % de cloruro de calcio en polvo, por cuanto con este tratamiento se obtienen quesos con mayor contenido de proteína, mejor valoración organoléptica, se reducen los costos de producción y se eleva la rentabilidad al 30 %.
2. Replicar el presente estudio de la utilización de cloruro de calcio, pero en la elaboración de otros tipos de quesos que pueden ser semimaduros y maduros, por cuanto con este producto se incrementa la cantidad de materia seca, lo que favorece la maduración de los quesos.
3. Estudiar el efecto de la utilización del cloruro de calcio como del cloruro de sodio, para establecer los efectos que se pueden mejorar en el procesos tecnológico de la elaboración de los quesos frescos pasteurizados, así como los hilados y madurados.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. AENOR, D. 1992. Análisis sensorial de alimentos. Metodología Editorial Acribia. Zaragoza, España. 10pp
2. ANZALDÚA, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 15pp
3. BARCINA, A. 1994. El análisis sensorial y sus aplicaciones en el control de calidad de quesos tradicionales y los desarrollados por nuevas tecnologías. Revista Española de lechería. p 6
4. 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 Pecuaria, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. 15pp
5. BLUSH, G. 2003. Programa para los cargadores de leche/manual de examinacion para el Estado de Kansas. Kansas Department of Agriculture - Dairy Inspection Program. <http://www.accesskansas.org/kda/Dairy/haulers%20manualspanishversion.htm>
6. BRIÑEZ, W., FARIA, J., ISEA, W., ARANGUREN, J. Y VALVUENA, E.

2002. Efectos del Mestizaje, Etapa de Lactación y Número de partos de la Vaca Sobre la Producción y Algunos Parámetros de Calidad en Leche. Revista Científica, FCV-LUZ Vol VI – Nº 1.

7. CABRERA, J. 2001. Defectos en los helados.  
<http://www.geocities.com/Colosseum/Bench/3901/20Defectos.htm>
8. CADIPRO MILK PRODUCTS, C.A., 2000 Departamento de Servicios Agropecuarios. Machiques. Mimeo. Boletín informativo.
9. 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 Pecuaria, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. Pp 20-62
10. CHAMORRO, M. 2002. El análisis sensorial de los quesos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 10 pp
11. DUBACH, J. 1988. El ABC para la quesería rural de los Andes. 2ª ed. Quito, Ecuador. 5pp
12. ESAÍN, J. 1980. Fabricación de Productos Lácteos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 12pp



13. FALLA, L. 2003. Aprovechamiento de los residuos y desechos de las industrias cárnicas y lácteas en América. Bogota, Colombia. 10pp
14. FAO. 2000. Equipo Regional de Fomento y Capacitación para América latina. Manual de elaboración de quesos. Santiago de Chile. Boletín informativo.
15. FARMACIA.US.ES. 2003. El queso.  
<http://www.farmacia.us.es/bromatologia/bromaweb/Docu/Queso/intrqueso.htm>
16. FIDA – IICA. 2001. Taller de Capacitación para Microempresarios Rurales. “Tecnologías Básicas de Aprovechamiento de la Leche en el Área Rural”. 09 – 12 de Octubre del 2001. Centro Nacional de Ciencia y Tecnología Alimentos. UCR – MICIT – MAG. Jinotepe, Nicaragua.
17. GAVILÁNEZ, E. 2000. Curso de tecnología lechera. Facultad de Ciencias pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 20pp
18. HANSEN. 2001. Ha-Lactase. Folleto divulgativo de la lactasa comercial de Ha-lactase de Chr. Hansen. Distribuidora Descalzi. Guayaquil, Ecuador.

19. INEN (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización). 1996. Elaboración y requisitos exigidos en la elaboración de quesos. Norma INEN 1528. Quito, Ecuador.
20. INFOCARNE.COM. 2000. Composición de leche y su valor nutritivo. [http://www.infocarne.com/caprino/composicion\\_leche.asp](http://www.infocarne.com/caprino/composicion_leche.asp)
21. LOSADA, M. y SERRANO, J. 1996. Manual de cata. Servicio de Publicaciones de la E.U.I.T.A. Madrid, España. 16pp
22. LUQUET, F. 1993. Leche y productos lácteos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 24pp
23. MADRID, V. 1999. Tecnología Quesera. 2ª Ed. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 10pp
24. MARROQUIN E. 2003. Determinación de Adulteración de la Leche con Agua, Cloruros y Sacarosa. <http://members.tripod.com.ve/tecnologia/Crioscopia.htm>.
25. MERCOSUR. 2002. MERCOSUR - GMC - RES N° 079/94. [WWW.MERCOSULGMCRES N§ 79-94.htm](http://WWW.MERCOSULGMCRES N§ 79-94.htm)
26. MORALES, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Editorial Acribia. España. 5pp

27. NTC. (Norma Técnica Colombiana) 1983. Productos Lácteos Leche Entera Pasterizada. Ministerio De Salud. Decreto No. 2437 DE 1983. <http://www.bna-sa.com.co/normas/leche1.html>
28. REQUENA, F. 1999. Factores que afectan la calidad de la leche. Boletín Técnico Agropecuario N° 7 .
29. REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Tegucigalpa – Honduras. 25pp
30. REVISTA VIDA. 2003. Tajadas de sabor. Revista Vida. 11-12 DE OCTUBRE. N° 284. [http://www.ultimahora.com.py/vida/vida\\_284/tajadas.htm](http://www.ultimahora.com.py/vida/vida_284/tajadas.htm)
31. 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://www.wconsumaseguridad_com/Leche.htm)
32. UNIVERSIDAD DE ZULIA. 2002. Determinación de Adulteración de la Leche con Agua, Cloruros y Sacarosa. <http://members.tripod.com.ve/tecnologia/Crioscopia.htm>  
Universidad de Zulia. Facultad de Ciencias veterinaria.  
Maracaibo, Venezuela.

33. VARGAS, T. 2003. Calidad de la leche: Visión de la industria Láctea. Fundación INLACA; Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV. 14pp
34. VIRTUALMEDIA. 2001. Intolerancia a la lactosa. <http://www.fitness-point.com/articulos.asp?id=70>
35. WARNER, N. 1980. Principios de la tecnología de lácteos. Editorial AGT S.A., México DF, México. 13pp
36. WITTING, E. 1981. Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Edit. Talleres gráficos USACH. Santiago, Chile. Pp 5 – 20.

X. ANEXOS

## CONTENIDO

	Página
<u>LISTA DE CUADROS</u>	vii
<u>LISTA DE GRÁFICOS</u>	viii
<u>LISTA DE ANEXOS</u>	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. INDUSTRIA LÁCTEA	3
1. <u>Ámbito formal, plantas lecheras</u>	3
2. <u>Ámbito informal, queserías artesanales</u>	4
B. LA LECHE	5
1. <u>Definición</u>	5
2. <u>Composición nutritiva de la leche de vaca</u>	7
3. <u>Requisitos físico-químicos de la leche</u>	9
4. <u>Factores que alteran la calidad de a leche</u>	12
a. Salud animal	12
b. Alojamiento de las vacas	13
c. Nutrición	13
d. Practicas de ordeño	13
e. Manejo de la leche	14
C. QUESO FRESCO	14
1. <u>Definición</u>	14
2. <u>Composición</u>	16
3. <u>Clasificación</u>	19
D. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO	20

1.	<u>Normalización</u>	20
2.	<u>Pasteurización</u>	21
3.	<u>Adición de cloruro de calcio</u>	22
4.	<u>Proceso de coagulación</u>	23
5.	<u>Corte la cuajada</u>	23
6.	<u>Calentamiento de la cuajada</u>	24
7.	<u>Desuerado</u>	25
8.	<u>Adición de agua</u>	25
9.	<u>Adición de sal</u>	26
10.	<u>Moldeo y prensado</u>	27
11.	<u>Almacenamiento</u>	28
E.	ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO	28
1.	<u>Apariencia</u>	29
a.	Apariencia exterior	30
b.	Apariencia interior	30
2.	<u>Color</u>	30
3.	<u>Consistencia</u>	31
a.	Características de superficie	31
b.	Corteza	32
4.	<u>Olor</u>	32
5.	<u>Sabor</u>	33
F.	EL RENDIMIENTO EN LA FABRICACIÓN DE QUESOS	33
1.	<u>Factores que afectan el rendimiento</u>	34
a.	Composición de la leche	35
b.	Composición del queso	35

c.	Pérdidas en el corte	36
d.	Tipo de cuajo utilizado	37
G.	DEFECTOS DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS	37
1.	<u>Defectos de color</u>	38
2.	<u>Defectos de sabor</u>	38
3.	<u>Defectos de textura</u>	39
4.	<u>Defectos de higiene (Bacteriológicos)</u>	39
5.	<u>Defectos de apariencia</u>	40
H.	CLORURO DE CALCIO	40
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	42
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	42
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	42
C.	MATERIALES Y EQUIPOS	42
1.	<u>En la elaboración del queso</u>	43
2.	<u>En el laboratorio de análisis de la leche</u>	44
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	44
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	45
1.	<u>Valoración nutritiva</u>	46
2.	<u>Valoración productiva</u>	46
3.	<u>Valoración organoléptica</u>	46
4.	<u>Evaluación económica</u>	46
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN	47
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	47
1.	<u>Descripción del experimento</u>	47
2.	<u>Análisis bromatológico del queso</u>	51



3.	<u>Valoración Organoléptica</u>	51
4.	<u>Programa Sanitario</u>	52
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	55
A.	VALORACIÓN NUTRITIVA	55
1.	<u>Contenido de humedad</u>	55
2.	<u>Contenido de materia seca</u>	57
3.	<u>Contenido de proteína</u>	59
4.	<u>Contenido de grasa</u>	62
5.	<u>Contenido de cenizas</u>	65
B.	VALORACIÓN PRODUCTIVA	67
1.	<u>Rendimiento</u>	67
2.	<u>Conversión leche/queso</u>	69
C.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA	72
1.	<u>Aspecto interno</u>	72
2.	<u>Aspecto externo</u>	75
3.	<u>Consistencia</u>	75
4.	<u>Olor</u>	77
5.	<u>Sabor</u>	79
6.	<u>Valoración total</u>	79
D.	ANÁLISIS ECONÓMICO	81
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	84
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	86
VII.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	87
X.	<u>ANEXOS</u>	93

**LISTA DE CUADROS**

Nº	Pagina	
1.	COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE DIFERENTES ESPECIES (POR CADA 100 GRAMOS)	7
2.	COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE LA LECHE DE VACA	9
3.	REQUISITOS FÍSICO – QUÍMICOS DE LA LECHE	10
4.	REQUISITOS PARA LECHE ENTERA PASTEURIZADA	11
5.	REQUISITOS DEL QUESO FRESCO	17
6.	COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL QUESO FRESCO	17
7.	CLASIFICACIÓN DEL QUESO DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE HUMEDAD	20
8.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	45
9.	ESQUEMA DEL ADEVA	47
10	FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO DE MARCO'S A PARTIR DE 60 LITROS DE LECHE ENTERA	48
11.	PRINCIPIOS DE VALORACIÓN PARA EL EXAMEN ORGANOLÉPTICO	52
12.	CARACTERÍSTICAS NUTRITIVAS Y PRODUCTIVAS DEL QUESO FRESCO PASTEURIZADO DE MARCO'S ELABORADO CON CLORURO DE CALCIO LÍQUIDO Y EN POLVO EN DIFERENTES NIVELES	56
13.	CONTENIDO PROTEICO DEL QUESO FRESCO PASTEURIZADO DE MARCO'S ELABORADO CON CLORURO DE CALCIO LIQUIDO Y EN POLVO EN DIFERENTES NIVELES	61

14.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL QUESO FRESCO PASTEURIZADO DE MARCO'S ELABORADO CON CLORURO CALCIO LÍQUIDO Y EN POLVO EN DIFERENTES NIVELES	73
15.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL SABOR Y TOTAL DEL QUESO FRESCO PASTEURIZADO DE MARCO'S ELABORADO CON CLORURO DE CALCIO LIQUIDO Y EN POLVO EN DIFERENTES NIVELES	80
16.	EVALUACIÓN ECONÓMICA (DÓLARES) DE LA PRODUCCIÓN DE QUESOS FRESCOS PASTEURIZADOS DE MARCO'S CON LA UTILIZACIÓN DE CLORURO DE CALCIO EN LÍQUIDO Y EN POLVO EN DIFERENTES NIVELES	82

**LISTA DE GRÁFICOS**

Nº		Pagina
1	Esquema de elaboración del queso de Marco's	49
2.	Línea de regresión del contenido de humedad en el queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de la utilización de diferentes niveles de cloruro de calcio	58
3.	Línea de regresión del contenido de materia seca (%) en el queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de la utilización de diferentes niveles de cloruro de calcio	60
4.	Línea de regresión del contenido de grasa (%) en el queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de la utilización de diferentes niveles de cloruro de calcio	64
5.	Línea de regresión del contenido de cenizas (%) en el queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de la utilización de diferentes niveles de cloruro de calcio	66
6.	Línea de regresión del rendimiento (%) del queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de la utilización de diferentes niveles de cloruro de calcio	68
7.	Línea de regresión de la conversión litros de leche por kg de quesos fresco pasteurizado Marco's, por efecto de la utilización de diferentes niveles de cloruro de calcio	71
8.	Línea de regresión de la valoración organoléptica de la apariencia interna (sobre 4 puntos) del queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de la utilización de diferentes niveles de cloruro de calcio.	74

9. Línea de regresión de la valoración organoléptica de la apariencia externa (sobre 5 puntos) del queso fresco, pasteurizado Marco's por efecto de la utilización de diferentes niveles de cloruro de calcio 76
10. Línea de regresión de la valoración organoléptica de la consistencia (sobre 3 puntos) del queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de la utilización de diferentes niveles de cloruro de calcio 78

## **LISTA DE ANEXOS**

Nº

1. Resultados experimentales de la valoración nutritiva y productiva de los quesos frescos pasteurizados de Marco's por efecto de la utilización de diferentes tipos de cloruro de calcio en varios niveles
2. Análisis estadísticos del contenido de humedad (%) en el queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de dos tipos de cloruro de calcio (en polvo y líquido) en diferentes niveles (0.000, 0.015, 0.025 y 0.035 %)
3. Análisis estadísticos del contenido de materia seca (%) en el queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de dos tipos de cloruro de calcio (en polvo y líquido) en diferentes niveles (0.000, 0.015, 0.025 y 0.035 %)
4. Análisis estadísticos del contenido de proteína (%) en el queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de dos tipos de cloruro de calcio (en polvo y líquido) en diferentes niveles (0.000, 0.015, 0.025 y 0.035 %)
5. Análisis estadísticos del contenido de grasa (%) en el queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de dos tipos de cloruro de calcio (en polvo y líquido) en diferentes niveles (0.000, 0.015, 0.025 y 0.035 %)
6. Análisis estadísticos del contenido de cenizas (%) en el queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de dos tipos de cloruro de calcio (en polvo y líquido) en diferentes niveles (0.000, 0.015, 0.025 y 0.035 %)
7. Análisis estadísticos del peso (kg) del queso fresco pasteurizado Marco's obtenido, por efecto de dos tipos de cloruro de calcio (en polvo y líquido) en diferentes niveles (0.000, 0.015, 0.025 y 0.035 %)
8. Análisis estadísticos del rendimiento (%) en el queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de dos tipos de cloruro de calcio (en polvo y líquido) en diferentes niveles (0.000, 0.015, 0.025 y 0.035 %)

9. Análisis estadísticos de la conversión litros de leche/kg de queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de dos tipos de cloruro de calcio (en polvo y líquido) en diferentes niveles (0.000, 0.015, 0.025 y 0.035 %)
10. Análisis estadísticos del conversión litros de leche/libras del queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de dos tipos de cloruro de calcio (en polvo y líquido) en diferentes niveles (0.000, 0.015, 0.025 y 0.035 %)
11. Resultados experimentales de la valoración organoléptica de los quesos frescos pasteurizados de Marco's por efecto de la utilización de diferentes tipos de cloruro de calcio en varios niveles
12. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica de la apariencia interna (sobre 4 puntos) del queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de dos tipos de cloruro de calcio (en polvo y líquido) en diferentes niveles (0.000, 0.015, 0.025 y 0.035 %)
13. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica de la apariencia externa (sobre 5 puntos) del queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de dos tipos de cloruro de calcio (en polvo y líquido) en diferentes niveles (0.000, 0.015, 0.025 y 0.035 %)
14. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica de la consistencia (sobre 3 puntos) del queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de dos tipos de cloruro de calcio (en polvo y líquido) en diferentes niveles (0.000, 0.015, 0.025 y 0.035 %)
15. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica del olor (sobre 2 puntos) del queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de dos tipos de cloruro de calcio (en polvo y líquido) en diferentes niveles (0.000, 0.015, 0.025 y 0.035 %)

16. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica del sabor (sobre 6 puntos) del queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de dos tipos de cloruro de calcio (en polvo y líquido) en diferentes niveles (0.000, 0.015, 0.025 y 0.035 %)
17. Análisis estadísticos de la valoración organoléptica total (sobre 20 puntos) del queso fresco pasteurizado Marco's, por efecto de dos tipos de cloruro de calcio (en polvo y líquido) en diferentes niveles (0.000, 0.015, 0.025 y 0.035 %)
18. Calidad de leche que se procesa en la Planta de Lácteos de Marco's



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



“NIVELES DE CLORURO DE CALCIO LÍQUIDO Y EN POLVO EN  
LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO PASTEURIZADO DE  
MARCO'S ”

TESIS DE GRADO  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

MARCOS ANDRÉS LÓPEZ CEVALLOS

RIOBAMBA – ECUADOR

2005