

# **Capítulo I**

# **INTRODUCCIÓN**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN**

“Al igual que otros productos lácteos, el queso aporta proteínas, vitaminas, minerales, grasas, grasas saturadas y colesterol a nuestra ingesta de alimentos. Si bien el queso es una de las mejores fuentes de calcio, también puede tener un alto contenido de sodio y grasas saturadas. Una porción de 1 ½ onzas de queso natural proporciona la misma cantidad de calcio que una taza de leche o yogur, equivalente a 12 o 14 gramos de grasa, 9 gramos de ácidos grasos saturados, 44 miligramos de colesterol y 173 calorías. En cuanto al sodio, aunque una taza de leche contiene 120 miligramos, 1½ onza de queso natural contiene entre 110 y 450 miligramos, mientras que 2 onzas de queso elaborado pueden contener tanto como 800 miligramos”. <http://www.ams.usda.gov/spanish/cheesespan.htm>

El consumo de grasas animales, que se considera excesivo en los países desarrollados, tiene una relación directa con la incidencia de enfermedades cardíacas y circulatorias. La concentración de grasa en los derivados de la leche entera, es superior a la de las carnes más grasas y al igual que en ellas, son saturadas en su mayor parte.

Las grasas saturadas se incorporan directamente en la circulación sanguínea, sin pasar por el sistema linfático, por lo que se absorben más fácilmente favoreciendo a la producción de colesterol en el organismo.

Los quesos maduros, a diferencia de los frescos, son más concentrados en caseína, grasa, colesterol y sal, por lo que no son recomendables en la dieta de personas con arteriosclerosis, enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial y obesidad.

Según un informe del “Committee on Medical Aspects and Food Policy” de 1994 sobre la dieta y enfermedades del corazón, se recomienda que tanto para niños y adultos, deberían evitarse el consumo de más del 35% de sus requerimientos de energía como grasa y que para su reducción se debe sustituir al menos parcialmente la mantequilla y otros derivados de la leche entera con productos bajos en grasa.

Por lo que el mercado, tanto nacional como internacional está cambiando y la cultura de consumo en lo que a productos lácteos se refiere, va encaminada al consumo de aquellos denominados “light”, evidenciándose en las estanterías de tiendas y supermercados con la aparición de productos alimenticios no únicamente lácteos, que están siguiendo esta tendencia.

Por ello, se ha elaborado un queso maduro con bajos contenidos de materia grasa para que sea una opción en una dieta alimentaria saludable, dirigida tanto a personas sanas como a las que padecen enfermedades causadas por el consumo excesivo de grasas y colesterol pero que no pueden privarse de los beneficios del calcio y la proteína que evitan otro tipo de enfermedades y problemas tales como: la osteoporosis, osteopenia, caries y desnutrición, logrando así un balance de

nutrientes que junto con los demás alimentos tales como cereales, carnes, frutas y verduras, contribuyan a mejorar la salud y calidad de vida de las personas.

Además en el país se consume principalmente el queso fresco, ya que no existe una cultura de consumo de queso maduro, por lo cual con esta investigación se busca difundir conocimientos hacia el productor y consumidor, sobre técnicas de elaboración, o de las características y ventajas del producto tales como: manejo, almacenamiento, valor nutricional y mayor tiempo de conservación.

Además, el estudio de una tecnología de fabricación y maduración de quesos “light” resulta de gran interés para implementar modificaciones en los procesos en cuanto al manejo de la cuajada, prensado y maduración; y también para conocer la influencia del contenido de grasa en la calidad del producto final.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo general**

- Determinar la influencia de dos tipos de leche (semidescremada y descremada) y tres tiempos de maduración, en la elaboración y calidad del queso de pasta firme tipo “Edam”.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Elaborar queso de pasta firme “Edam”, empleando leche semidescremada y descremada.
- Determinar el tiempo óptimo de maduración del queso tipo “Edam” a los 20, 30 y 40 días a una temperatura de  $13^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{ C}$  y a una humedad relativa constante de 85%.
- Determinar la calidad del producto mediante análisis físico-químico: humedad, grasa en extracto seco, pH; y organoléptico: color, olor, sabor, consistencia y grados de aceptación.
- Determinar las pérdidas de peso en función de los tiempos de maduración.

## **1.3 HIPÓTESIS**

### **1.3.1 Hi**

- La utilización de dos tipos de leche (semidescremada y descremada) y los tiempos de maduración, INFLUYEN en las características del queso de pasta firme tipo “Edam”.

### **1.3.2 Ho**

- La utilización de dos tipos de leche (semidescremada y descremada) y los tiempos de maduración, NO INFLUYEN en las características del queso de pasta firme tipo “Edam”.

# **Capítulo II**

## **MARCO TEÓRICO**

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 LA LECHE**

La leche de manera especial y sus derivados son alimentos importantes en la dieta humana, presentando una alta calidad nutritiva con relación a su aporte de proteína, energía, calcio, algunas vitaminas y minerales, por consiguiente se la considera como un alimento completo y fundamental, especialmente para los infantes en las primeras etapas de su vida.

Biológicamente, la leche se define como “la secreción láctea, prácticamente libre de calostro, obtenida por ordeño completo de una o más vacas en buen estado de salud, dicha secreción láctea no debe tener menos de 3,25% de grasa de leche y no menos de 8,25% de sólidos no grasos de leche.” (Revilla A., “Tecnología de la leche”, p. 11).

Desde el punto de vista físico-químico, la leche es una mezcla homogénea que contiene agua, lactosa, glicéridos, proteínas, vitaminas, grasa emulsificada, micelas de caseína ligadas a sales minerales en suspensión y otras sustancias disueltas como vitaminas hidrosolubles, proteínas del suero y minerales.

El líquido viscoso segregado durante los 4 primeros días después del alumbramiento se denomina calostro, el cual es inadecuado para la elaboración de productos lácteos.

## 2.1.1 Consideraciones generales de la leche

**2.1.1.1 Leche semidescremada.-** Según la Norma INEN 702, “es un producto lácteo pasteurizado sometido previamente a tratamiento mecánico autorizado, con el objeto de reducir parcialmente el contenido de materia grasa.

**2.1.1.2 Leche descremada.-** Es un producto lácteo pasteurizado sometido previamente a tratamiento mecánico autorizado, con el objeto de reducir al mínimo el contenido de materia grasa”.

De acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes, las leches deben cumplir con las especificaciones establecidas en la siguiente tabla:

**CUADRO 1. ESPECIFICACIONES DE LAS LECHEs SEMI-DESCREMADA Y DESCREMADA**

REQUISITOS	UNIDAD	Leche semidescremada		Leche descremada	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Densidad relativa a 20° C	g/cc	1.028	—	1.029	—
Contenido de grasa	%	1.5	2.0	—	0.1
Acidez titulable *	%	0.14	0.18	0.14	0.20
Sólidos totales	%	9.52	—	8.0	—
Cenizas	%	0.70	0.80	0.70	0.80
Proteína	%	3.00	—	3.00	—
* Expresado como ácido láctico.					

**Fuente:** Norma INEN 702

Es importante destacar que para producir buenos productos derivados de la leche se tiene que partir de leche de buena calidad.

La leche semidescremada y la leche descremada deberán presentar aspecto normal, estar limpias (sin carga microbiana excesiva), exentas de preservadores y materias extrañas a su naturaleza (residuos de detergentes, cloro, antibióticos, etc.), que por razones obvias afectan la calidad sanitaria, la inocuidad del producto y la vida útil de la misma.

Deben someterse a un tratamiento térmico suficiente para que asegure la destrucción total de gérmenes patógenos.

“Así, las leches mastíticas son muy perjudiciales en la fabricación de quesos, aun la leche de vacas clínicamente curadas pueden causar problemas en el producto. Parece que las leches de vacas clínicamente curadas de mastitis contienen elementos bacteriostáticos que impiden el trabajo de los fermentos. Por lo tanto, aunque esta leche sirva como leche fluida no sirve para la fabricación de quesos.

Esta materia prima no debe ser almacenada por largos períodos, preferiblemente debe ser fresca. El almacenamiento prolongado de la leche a temperaturas de refrigeración, produce cambios en el balance salino y reducción del tamaño de la micela de caseína lo cual causa problemas en la coagulación enzimática.

Otro efecto del almacenamiento prolongado, y quizás el más perjudicial es el crecimiento de bacterias psicrófilas las cuales en su mayoría tienen la capacidad de producir enzimas lipolíticas y proteolíticas capaces de soportar las temperaturas de pasteurización y que alteran los componentes de la leche causando bajas en el rendimiento y alteración de las características organolépticas de los quesos”. (<http://members.tripod.com.ve/tecnologia/queso.htm>).

### 2.1.2 Composición de la leche

“La leche está conformada por glóbulos de grasa suspendidos en una solución que contiene el azúcar de la leche (lactosa), proteínas (fundamentalmente caseína) y sales de calcio, fósforo, cloro, sodio, potasio y azufre. No obstante, es deficiente en hierro y es inadecuada como fuente de vitamina C.

La leche está formada por 7/8 de agua y 1/8 de sólidos, que constituyen su parte nutritiva. La composición de la leche normalmente es la siguiente:

AGUA	87,0 %
LACTOSA	4,8 %
GRASA	4,0 %
PROTEINA	3,5%
SALES MINERALES	0,7 %
<b>TOTAL</b>	<b>100.0%</b>

Esto quiere decir, que en 100 kilogramos de leche se encuentran 87 litros o kilogramos de agua pura y 13 kilogramos de sustancias sólidas". (Dubach, 1988).

#### **2.1.2.1 Agua**

Es el componente más abundante de la leche, oscilando su valor entre el 83% - 89%. En ella se encuentran disueltas o en suspensión las proteínas, los azúcares, las vitaminas, y la grasa, en emulsión.

#### **2.1.2.2 Azúcares**

El glúcido o azúcar principal en la leche es la lactosa, aunque también se encuentran pequeñas cantidades de glucosa, galactosa y sacarosa. La lactosa le confiere el sabor dulce característico a la leche. Tiene la propiedad de ser fermentada por bacterias lácticas, dando lugar a la formación de ácido láctico, ácido propiónico y otros componentes que confieren las características organolépticas a los diferentes productos lácteos, así como también, contribuyen a su conservación por más tiempo.

#### **2.1.2.3 Grasa**

La grasa en la leche se encuentra en emulsión y distribuida en forma de glóbulos grasos. La cantidad de grasa en la leche es variable y depende de la especie, raza y alimentación del animal.

“Los ácidos grasos contenidos en la materia grasa de la leche, tienen gran importancia puesto que influyen en su olor y sabor y por lo tanto en el desarrollo de la calidad organoléptica del queso; a más que la materia grasa contribuye a aumentar el rendimiento, mejorar la consistencia y a una mejor distribución de la caseína en la masa del queso”. (Chamorro y Losada, 2002, p. 19).

#### **2.1.2.4 Proteínas**

Según Porter (1981) “Las proteínas de la leche son la caseína y las contenidas en el suero, principalmente la  $\alpha$ -lactoalbúmina y  $\beta$ -lactoglobulina”. (p. 10).

La caseína es la materia prima para los quesos, aunque tanto la lactoalbúmina como la lactoglobulina también pueden usarse si previamente se han hecho coagular mediante acidificación o por vía enzimática, o también mediante su desnaturalización utilizando el calor.

Las proteínas de la leche influyen bastante en la textura de la masa del queso, así como en su sabor y aroma en los quesos madurados.

#### **2.1.2.5 Sales minerales**

Chamorro y Losada (2002), señalan que “las sales minerales o cenizas, están en su mayor parte disueltas (moléculas e iones) y otras en estado coloidal. La mayoría son de tipo mineral (fosfatos, cloruros, bicarbonatos...), aunque también

las hay de origen orgánico (citratos y lactatos). Pese a su bajo porcentaje (0,7%), ejercen gran influencia sobre las características de la leche”. (p. 21).

Las sales de calcio principalmente, mediante su interacción con la caseína tienen gran influencia en la coagulación de la leche, siendo necesario compensar su contenido, que se ha vuelto insoluble por el proceso de pasteurización de la leche para elaborar los quesos.

#### **2.1.2.6 Vitaminas**

La leche contiene vitaminas liposolubles (A, D, E, K) que dependen de la alimentación del animal y varían con la estación del año; y vitaminas hidrosolubles C y del grupo B (tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, ácido fólico y vitamina B 12) provenientes de biosíntesis por acción de microorganismos en el rumen del animal.

#### **2.1.2.7 Enzimas**

Son compuestos proteínicos que aceleran las reacciones bioquímicas. Su acción depende de la temperatura y el pH del medio. Proviene de las células mamarias del animal y su concentración varía mucho con la especie.

En la leche se encuentran: la lipasa, la proteasa, la fosfatasa, la catalasa, la peroxidasa, la xantinoxidasa y la reductasa, siendo las dos primeras muy

importantes debido a su acción sobre las grasas y proteínas de los quesos, influyendo en su textura, aroma y sabor característicos.

#### **2.1.2.8 Flora microbiana**

Chamorro y Losada (2002), afirman que “la leche, incluso cuando es recogida lo más asépticamente posible y procedente de un animal sano, contiene: células procedentes de la sangre (leucocitos) y células de diversos microorganismos que acceden a ella procedentes de diferentes fuentes (ubre, aire, aguas de lavado, personal y equipo de ordeño)”. (p. 23).

De acuerdo a la norma INEN 1 529, el recuento estándar en placa por  $\text{cm}^3$ , deberá ser menor de  $10^6$  bacterias.

### **2.2.3 Propiedades físico-químicas de la leche**

#### **2.2.3.1 Densidad**

La densidad o gravedad específica, expresa el peso de una unidad de volumen dada.

Al aumentar el contenido de grasa, la densidad disminuye, pero aumenta cuando se lleva la proporción de proteína, lactosa y sustancias minerales. (Nielsen e Illingworth, p.13).

La densidad de la leche oscila entre 1.030 y 1.034 g/cm<sup>3</sup> a 15° C, valores dados para una leche entera, ya que la leche descremada tiene una densidad de alrededor de 1.036 g/cm<sup>3</sup>.

Por la relación que existe entre los sólidos totales de la leche y densidad, se utiliza esta medida como medio de control de adulteraciones.

### **2.2.3.2 Concentración hidrogeniónica (pH)**

El pH es una medida indirecta de acidez libre de una sustancia, y expresa la concentración de hidrógeno presente.

La leche tiene un pH normal promedio de 6,4 a 6,9. Los valores menores de pH indican que algún microorganismo está o estuvo presente y descompuso la leche en algún grado de acidificación por el desdoblamiento de la lactosa.

### **2.2.3.3 Acidez**

La acidez de la leche está expresada como la cantidad de ácido láctico que puede neutralizarse con hidróxido de sodio al 0.1%.

La acidez es una medida indirecta de la población microbiana y por lo tanto revela las condiciones en que ha sido manejada la leche en su obtención y almacenamiento.

La acidez promedio de la leche cruda fresca es de 0.165% de ácido láctico.

#### **2.2.3.4 Punto de congelación**

La leche se congela a 0.539° C bajo cero y conforme se acerca la lectura a 0° C, es indicio en mayor grado de que esa leche tiene más agua de lo normal.

Como la lactosa y las sales de la leche están sujetas a escasos cambios, el punto de congelación permanece casi constante.

#### **2.2.3.5 Punto de ebullición**

La leche colocada a presión atmosférica a nivel del mar, hierve a 100.17° C a causa de las sales y la lactosa disueltas. Es un valor ligeramente superior al que hierve el agua colocada en esas mismas condiciones.

### **2.2.4 Propiedades organolépticas de la leche**

#### **2.2.4.1 Color y aspecto**

La leche es un líquido blanco viscoso, opaco, mate, más o menos amarillento según el contenido en  $\beta$ -carotenos de la materia grasa, así una leche descremada presenta un color azulado.

#### **2.2.4.2 Olor**

La leche presenta un olor poco acentuado, pero característico a vaca o establo, proveniente principalmente de la grasa. Según varios autores (Trillas, 1987), “la leche absorbe fácilmente olores del ambiente como el olor del establo o de pintura recién aplicada. Además, ciertas clases de forrajes consumidos por las vacas proporcionan cambios en el olor y sabor de la leche”. (p.14).

#### **2.2.4.3 Sabor**

La leche tiene un sabor ligeramente dulce proveniente de la lactosa.

## **2.2 EL QUESO**

### **2.2.1. Definición**

Según la FAO/OMS, el queso es “el producto fresco o madurado obtenido por la coagulación y separación de suero de la leche, nata, leche parcialmente desnatada, mazada o por una mezcla de estos productos”.

De acuerdo a la composición: “es el producto, fermentado o no, constituido esencialmente por la caseína de la leche, en forma de gel más o menos deshidratado que retiene casi toda la materia grasa, si se trata de queso graso, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales”. (Veisseyre, Roger, 1988).

Desde el punto de vista físico químico, el queso se define “como un sistema tridimensional tipo gel, formado básicamente por la caseína integrada en un complejo caseinato fosfato cálcico, el cual por coagulación engloba glóbulos de grasa, agua, lactosa, albúminas, globulinas, minerales, vitaminas y otras sustancias menores de la leche, las cuales permanecen adsorbidas en el sistema o se mantienen en la fase acuosa retenidas”.

(<http://members.tripod.com.ve/tecnologia/queso.htm>).

### **2.2.2 Clasificación de los quesos**

Existe gran variedad de quesos en el mundo, lo que hace difícil definir una clasificación exacta de los quesos y puede ser que de una se deriven otras, por lo que se ha tratado de tomar todas las clasificaciones posibles.

#### **2.2.2.1 Según el origen de la leche**

- Queso de vaca
- Queso de cabra
- Queso de oveja

#### **2.2.2.2 Según el tipo de coagulación**

- Coagulación ácida
- Coagulación mixta: ácido-enzimática
- Coagulación enzimática

#### **2.2.2.3 Según su textura**

- Quesos de ojos redondeados
- Quesos de textura granular
- Quesos de textura cerrada

#### **2.2.2.4 Según su tecnología**

- Quesos frescos
- Quesos de pasta blanda
- Quesos de pasta prensada (Chamorro y Losada, p. 34-38).

#### **2.2.2.5 Según su dureza**

- Quesos duros
- Quesos semiduros
- Quesos blandos

#### **2.2.2.6 Según su contenido de materia grasa**

- Quesos ricos en grasa
- Quesos extragrasos
- Quesos semigrasos
- Quesos pobres en grasa
- Quesos desnatados

#### **2.2.2.7 Según sus características de maduración**

- Quesos madurados
- Quesos sin madurar (Norma INEN 62).

Entonces las designaciones establecidas de acuerdo a las características generales del queso tipo “Edam” son:

Designación de la dureza:	semiduro.
Designación del contenido de grasa:	semigraso.
Designación de las características de maduración:	madurado.

### **2.2.3 Valor nutritivo del queso**

“El queso es una excelente fuente de proteínas útiles para el organismo, ya que realmente las que se aprovechan para las funciones vitales, son las proteínas que provienen de los alimentos de origen animal.

El valor biológico de las proteínas del queso es algo menor que el de la leche entera, ya que parte de las proteínas de la leche, se van en el suero, pero la caseína que es la que queda contiene entre un 91 y un 97 del valor biológico de los aminoácidos esenciales de la leche, que teóricamente es de 100.

La digestibilidad, o aprovechamiento de las proteínas del queso es buena, aunque aumenta durante la maduración, llegando a ser mayor, en quesos de más de 5 meses, llegando a obtener el grado medio de utilización de 89,6%.

El queso es una fuente de minerales y vitaminas, también necesarias para el organismo. Además éstos aparecerán concentrados en el alimento, no en mayor cantidad pero sí concentrados, debido a la pérdida de agua que se produce durante la maduración.

El queso, sobre todo aquel madurado, al tener una mayor proporción de lactosa transformada en ácido láctico, es un alimento indicado para las personas intolerantes a la lactosa”.

(<http://www.tecnologiadelqueso.com/conocer/quesoynutricion.php>).

## CUADRO 2. VALOR NUTRITIVO DEL QUESO

		<b>Leche 3.5% MG</b>	<b>Queso crema 60% MG/MS</b>	<b>Queso semi-duro (tipo Gouda) 45% MG/MS</b>
<b>Energía</b>	<b>KJ</b>	268.00	1155.0	1439.0
	<b>Kcal</b>	64.00	276.0	344.0
<b>Materia grasa (MG)</b>	<b>g</b>	3.50	24.8	26.3
<b>Hidratos de carbono</b>	<b>g</b>	4.60	2.0	1.0
<b>Proteínas</b>	<b>g</b>	3.40	11.2	25.7
<b>Materia seca</b>	<b>g</b>	12.50	41.3	57.5
<b>Calcio</b>	<b>mg</b>	128.00	100.0	800.0
<b>Fósforo</b>	<b>mg</b>	87.00	200.0	600.0
<b>Hierro</b>	<b>mg</b>	0.10	0.3	0.5
<b>Vitamina A</b>	<b>u.i.</b>	100.00	725.0	755.0
<b>Vitamina B<sub>1</sub></b>	<b>g</b>	40.00	40.0	50.0
<b>Vitamina B<sub>2</sub></b>	<b>g</b>	190.00	200.0	330.0
<b>Vitamina C</b>	<b>mg</b>	1.25	-	-
<b>Vitamina D</b>	<b>u.i.</b>	1.50	10.0	11.0

Fuente: FAO, Manual de Elaboración de Quesos, p. 1.6

### 2.2.4 Aditivos utilizados en la elaboración de quesos

#### 2.2.4.1 Cuajo

Se define al cuajo como el extracto del cuarto estómago (abomaso) de terneros lactantes (entre 10 y 30 días de edad), que contiene la enzima proteolítica llamada renina o quimosina, capaz de coagular la caseína de la leche.

El cuajo también puede provenir de microorganismos, a partir de bacterias y mohos; y también de vegetales, resultando mucho más fácil y económica su obtención.

Comercialmente el cuajo se expende en polvo, pastilla o líquido y debe preservarse de la luz, del aire, y de la humedad para conservar su poder cuajante.

**Título o fuerza del cuajo:** expresa la cantidad en mililitros de leche que un mililitro o gramo de cuajo puede coagular a una temperatura de 35° C en 40 minutos. Un cuajo con una fuerza 1/10000, significa que 1 ml de cuajo, coagula 10 litros de leche a 35° C en 40 minutos.

“La dosis de cuajo comercial requerido depende del tipo de cuajada que se desee. Así por ejemplo al queso Gruyere se le agrega 15 a 30 ml de cuajo (1/1000) por cada 100 litros de leche y coagulan de 30 a 60 minutos. Para quesos semiduros y blandos como el Camembert, se usan 15 a 25 ml de cuajo (1/10000) por cada 100 litros de leche”.

(<http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm>).

#### **2.2.4.2 Cultivos lácticos**

Con el proceso de pasteurización, a más de destruir aquellas bacterias patógenas que pueden causar enfermedades infecciosas, también se destruye la flora bacteriana natural de la leche, la cual es de gran importancia en la industria lechera para la elaboración de productos lácteos, cada uno de estos productos con características organolépticas propias y específicas. Por ello se hace indispensable el uso de cultivos de bacterias lácticas seleccionadas y controladas, producidas en condiciones técnicas que garantizan su inocuidad.

Según el Manual para la Elaboración de Quesos de la FAO (1986, p.4.5 - 4.6), la misión de los cultivos lácticos es la siguiente:

“**a) Desarrollo de acidez:** La acidificación producida por las bacterias lácticas (transformación de la lactosa en ácido láctico) tiene gran influencia en la elaboración de quesos por lo siguiente:

- *Control de contaminantes:* Impidiendo el desarrollo de microorganismos indeseados, que más adelante pueden causar defectos en el queso.
- *Sacar la humedad:* El aumento de acidez fomenta el desuerado de la masa ya que la capacidad de las proteínas de absorber agua es menor a valores bajos de pH.
- *Ayudar al desarrollo del sabor:* Debido a la formación de ácido láctico se desarrolla un sabor ácido en el queso.
- *Ayudar a formar el cuerpo y textura durante la maduración:* Con el aumento de la acidez se produce una descalcificación de la caseína, debido al intercambio entre iones calcio e hidrógeno de ella.
- *Ayudar en la actuación del cuajo:* La caseína tiene un punto isoelectrico a un pH de 4.6 y la enzima del cuajo tiene un valor de pH óptimo de 4 para

coagular la leche y de 5.2 para descomponer las proteínas durante la maduración.

- Desarrollar un pH adecuado.

**b) Desarrollo de gas y sabor:** la producción de gas (CO<sub>2</sub>) influye en la textura del queso, con formación de ojos en el mismo; el sabor se debe a la formación de productos de aroma (diacetilo y ácidos volátiles)”.

Según Dubach (1988) “generalmente, hay dos clases de microbios que viven juntos, un tipo de microbios que producen ácido láctico a partir de la lactosa y por eso se les llama **ACIDIFICANTES**, en tanto que el segundo tipo elabora sustancias de olor y sabor, recibiendo el nombre de **AROMATIZANTES**”.

Los dos principales tipos de cultivo que se utilizan en la fabricación de quesos son:

- Cultivos mesófilos con una temperatura óptima comprendida entre 20° y 40° C.
- Cultivos termófilos que se desarrollan a temperaturas de hasta 45° C.

Los cultivos más frecuentemente utilizados son mezclas de cepas de los dos tipos, que ambientados a 22° C mantendrán en equilibrio biológico a las especies. Si se varía la temperatura de incubación y reproducción, algunas de las especies

predominarán y se romperá el equilibrio, dando como resultado las características deseadas para el tipo de queso que se desea elaborar.

“Los mas usados son los de las familias de los Streptotocus y los lactobacilos. Entre los primeros se hallan *Streptococcus Lactis* y el *Streptococcus cremoris* que son acidificantes; *Streptococcus diacetylactis*, *Leuconostoc citrovarum* (aromatizantes); *Streptococcus termophilus* que es termorresistente. También se utilizan el *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus helveticus*, etc.

Para hacer quesos blandos y semiblandos se aconseja usar como base el *Streptococcus lactis* y como cepas complementarias, *Streptococcus diacetylactis* y *Leuconostoc citrovarum*. Para quesos duros, se usa la misma base que para los blandos, utilizándose como complemento cepas de *Lactobacillus helveticus*. En algunos quesos duros se agregan además de las anteriores, bacterias que producen ácido propiónico (como en el gruyere)”.

(<http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm>).

#### **2.2.4.3 Cloruro de calcio**

El cloruro de calcio se utiliza para corregir los problemas de coagulación que se presentan en la leche debido al desbalance o alteración del calcio a causa de tratamientos térmicos excesivos, ya sean por el almacenamiento por largo tiempo en refrigeración o por el proceso de pasteurización.

Su uso tiene las ventajas de facilitar y acortar el tiempo de coagulación, dar mayor firmeza al coágulo, acelerar la salida del suero y mejorar la retención de grasa y de otros sólidos, disminuyendo así las pérdidas de rendimiento.

La dosis máxima a utilizar es del 0,02% (20 gramos por cada 100 litros de leche).

Una dosis excesiva puede ocasionar una cuajada dura, seca y quebradiza y con sabor amargo, así como también puede dificultar la salida del suero y originar una cuajada porosa.

#### **2.2.4.4 Cloruro de sodio**

El cloruro de sodio conocido comúnmente como sal, se adiciona con el objetivo principal de darle sabor al queso, el porcentaje ideal depende del tipo de queso y del gusto del consumidor, aunque se puede decir que está entre el 2% y el 3%. Normalmente los quesos que tienen un sabor fuerte (picante), necesitan una cantidad mayor de sal que los quesos con sabor más suave.

Además sirve para alargar la vida útil de los quesos, al inhibir el crecimiento de las bacterias contaminantes, al disminuir la actividad de agua.

La sal también tiene influencia sobre las enzimas, ya que se activan con el porcentaje normal que hay en los mismos. (FAO, “Manual de Elaboración de Quesos”, p. 4.15).

La sal ayuda a mejorar la apariencia y consistencia de los quesos.

#### **2.2.4.5 Colorantes.**

El color del queso está determinado en gran parte por el color de la grasa de la leche debido al contenido de caroteno que hay en la misma, el cual puede variar por el clima, dependiendo especialmente del forraje con que se alimente al animal. Igualmente al elaborar quesos con bajos contenidos de grasa, es necesario añadir agentes colorantes para dar un aspecto atractivo a la masa del queso.

Los colorantes más usados y permitidos son los de origen vegetal y provienen de los países tropicales.

En la elaboración de quesos amarillos se utilizan los colorantes a partir de la semilla de anatto o achiote (*Bixia orellana*), cuyos principios colorantes son la **bixina** que es amarilla y la **orelina** que es roja; y el  $\beta$ -caroteno para impartir al queso el color amarillo.

También se utiliza el verde clorofila, para los quesos azules-veteados para obtener un color pálido, como contraste con el moho azul.

### **2.3 ETAPAS DE LA ELABORACIÓN DE QUESO MADURO**

#### **2.3.1 Preparación de la leche**

Como se ha dicho, la leche debe estar en perfectas condiciones de higiene y libre de sustancias inhibidoras que dificulten el crecimiento de las bacterias lácticas.

La aplicación de pruebas sencillas de laboratorio, ayudan a determinar la calidad de la leche en cuanto a su calidad microbiológica y su aptitud para elaborar los quesos. Estas pruebas son: del alcohol, acidez titulable, de reductasa, de fermentación.

También es conveniente realizar las pruebas de densidad y contenido de grasa, para estandarizar la leche de acuerdo a las disposiciones y normas legales, para la elaboración de cada tipo de queso.

La estandarización consiste en agregar crema o realizar un descremado parcial. También se puede incorporar leche en polvo descremada o entera. Todo esto después de hacer los cálculos respectivos, para conocer las cantidades exactas necesarias.

### **2.3.2 Pasteurización de la leche**

En algunos países, la pasteurización no se exige en la elaboración de quesos maduros, al menos en aquellos que se maduran por lo menos 60 días, ya que la subida de acidez puede impedir el crecimiento de gérmenes patógenos. Además se dice que los quesos con leche pasteurizada maduran más lentamente y tienen una cuajada débil y un desuerado deficiente, pero en nuestro medio es preferible

asegurar las condiciones óptimas de la leche para igualmente obtener un producto de calidad.

“La pasteurización de la leche destinada para la elaboración de quesos se hace generalmente a 70° C en 15 o 20 segundos, en el tratamiento rápido o a 65° C en 30 minutos, en el tratamiento lento. Si se efectuara a temperaturas mayores, el calcio tiende a precipitar como trifosfato cálcico que es insoluble, lo cual llevaría a una coagulación defectuosa”.

(<http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm>).

### **2.3.3 Premaduración de la leche**

La premaduración, es el lapso transcurrido entre la adición del cultivo láctico a la tina y la adición del cuajo, en el cual los microorganismos lácticos se adaptan a las condiciones del medio (temperatura, acidez, agentes químicos, etc.), y empiezan a sintetizar ácido láctico a partir de la lactosa.

La maduración de la leche puede hacerse de tres formas: Premaduración natural, premaduración artificial o inducida, premaduración mixta.

#### **2.3.3.1 Premaduración natural**

“Consiste en mantener la leche cruda a 8° o 10° C durante 10 o 15 horas.

Este método no brinda ninguna seguridad de que se desarrolle el microorganismo adecuado para el caso.

### **2.3.3.2 Premaduración artificial**

Consiste en agregar a la leche pasteurizada los microorganismos seleccionados, en una proporción de 0.5% a 0.8%, ajustando la temperatura a 20° - 30° C, manteniéndola hasta alcanzar la acidez deseada.

### **2.3.3.3 Premaduración mixta**

Consiste en mezclar leche fresca, con 15% a 40% de leche madurada. La proporción adecuada varía según el tipo de queso”.

(<http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm>).

## **2.3.4 Coagulación**

El paso indispensable en la elaboración de la mayoría de los quesos, es la gelación o coagulación de la caseína provocada, mediante la acción combinada de enzimas proteolíticas (cuajos de distintos tipos) y calcio.

### **2.3.4.1 Coagulación enzimática**

Es la coagulación mediante la adición de enzimas proteolíticas (renina o

quimosina) y es la más común en la elaboración de la mayor parte de quesos.

“La coagulación se realiza al atacarse el caseinato de calcio, por el cuajo; se transforma en para-caseinato de calcio, que combinado con iones libres de calcio (sales solubles), se vuelve insoluble y se precipita formando gel o cuajada”.  
(<http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm>).

Con este tipo de coagulación, la cuajada obtenida es mineralizada, compacta, flexible, contráctil, elástica e impermeable, de textura cerrada, homogénea, con aspecto y consistencia de un “flan”.

El tiempo normal de coagulación para los quesos semi-duros y duros, varía entre 25 y 45 minutos, mientras que para los quesos blandos varía 1 hora y 2 ½ horas.

Entre los factores que afectan en la coagulación enzimática y que de ellos depende la velocidad de coagulación y las características de la cuajada son las siguientes:

### **1. Acidez**

La acidez de la leche actúa activando la eficiencia del cuajo (quimosina) y liberando los iones de calcio de los compuestos solubles coloidales.

A pH bajos o mayor acidez, la coagulación es más rápida dando como resultado una cuajada menos plástica y un desuerado igualmente rápido.

Si la coagulación se hace a pH cercanos a la neutralidad, la coagulación es lenta y la cuajada obtenida es flexible, elástica, compacta, impermeable y contiene poca agua, para desuerar se necesita acción mecánica por la nombrada impermeabilidad.

A pH sobre 7.5, la coagulación no se produce a causa de la inactivación de las enzimas. Por lo tanto el pH óptimo para la coagulación es de 4.

## **2. Cantidad de cuajo**

“Generalmente la velocidad de la coagulación es proporcional a la dosis de cuajo. El empleo de dosis altas acelera el tiempo de coagulación, pero puede traer consecuencias en las características de la cuajada (dura y quebradiza) y en la aparición de sabores amargos, por proteólisis excesiva”.

<http://members.tripod.com.ve/tecnologia/queso2.htm>.

## **3. Temperatura**

La temperatura óptima de coagulación de la leche es de 40° a 42° C, a temperaturas menores a 10° C o a más de 68° C el cuajo no actúa.

En la práctica se cuaja de 30° o 35° C para que la coagulación sea mas lenta, una cuajada mas suave según el tipo de queso, y además considerando que las bacterias lácticas se desarrollan en esas temperaturas.

#### **4. Contenido de calcio**

La presencia de calcio, es importante en la formación de la estructura de la cuajada, lo cual hace mejorar el rendimiento y facilitar el desuerado.

Durante la pasteurización, ocurre que el fosfato de calcio de la leche se precipita por efecto del calor, quedando menos iones de calcio disponibles para la coagulación, por lo que se hace necesario compensarlo, añadiendo cloruro de calcio en las dosis adecuadas disuelto en agua hervida, por lo menos 15 minutos antes de agregar el cuajo, para asegurar su disolución.

#### **2.3.4.2 Coagulación ácida**

Es aquella en la cual la caseína se coagula por efecto del pH, dependiente de la cantidad de ácido producido por las bacterias lácticas o por su adición directa.

Generalmente se utiliza el ácido láctico obtenido de la fermentación de la lactosa, aunque también se puede utilizar ácido cítrico y ácido acético.

La coagulación se produce por la desmineralización de las micelas de caseína, provocada por la elevada acidez, haciendo que la caseína se precipite. Esta precipitación empieza generalmente en un pH de 5,2 – 5,3, y de la caseína a un pH de 4,5 – 4,7 a 21° C.

La cuajada resultante es frágil, porosa y poco contráctil y requiere un tratamiento cuidadoso al principio, para evitar pérdidas de rendimiento.

#### **2.3.4.3 Coagulación mixta**

“La coagulación mixta es debida a la acción de la enzima proteolítica (cuajo), pero en presencia de una determinada acidez (siempre mayor de la normal).

La incidencia de un tipo u otro (cantidad de enzima/cantidad de ácido), será lo que de al coágulo y posteriormente al queso, unas determinadas características, que pertenecerán a las del gel enzimático o a las del gel ácido, en tanto en cuanto, predomine más uno que otro.

En la mayoría de los quesos catalogados, tiene lugar este tipo de coagulación mixta, sobre todo la de mayor carácter enzimático”. (Chamorro y Losada, p. 31).

#### **2.3.5 Tratamiento de la cuajada**

Una vez que se ha comprobado la formación del coágulo, se procede al corte, cuyo objetivo principal es el de permitir la salida del suero. Para esto se utiliza la lira, con la que se procede a fraccionar la cuajada en trozos pequeños, de acuerdo al tipo de queso a elaborar, así para un queso blando los granos deben tener 1,5 a 2,0 cm, para quesos semiduros 1,0 cm y para quesos duros 0,5 cm.

Luego de unos minutos en que los trozos de cuajada se hayan depositado en el fondo de la tina, se procede a la agitación de los granos para evitar la conglomeración de los mismos y para acelerar y completar el desuerado, impidiéndose de esta manera la adherencia de las grasas que provocaría retención de líquidos.

La agitación debe ser suave al principio, para evitar pérdidas de grasa y proteínas que pueden afectar al rendimiento y el tiempo depende del tipo de queso.

Al mismo tiempo se debe elevar la temperatura, para aumentar la contracción de los granos y facilitar la salida del suero.

Las temperaturas de calentamiento de la cuajada son 36° C para quesos blandos, 40° C para quesos semiduros, 45° C para quesos duros y 55° C para quesos extraduros.

El calentamiento se puede efectuar también, mediante la adición de agua caliente con sal, que a la vez sirve como un lavado de los granos para extraer la lactosa y así disminuir posibles fermentaciones con el consiguiente exceso de acidez.

### **2.3.6 Moldeado y prensado**

Completado el desuerado, se procede a poner los granos de queso en moldes para darle al queso una determinada forma y tamaño de acuerdo a sus características y

a la exigencia del mercado.

El prensado permite compactar la masa, eliminar el suero y darle al queso la consistencia final deseada, por lo tanto la presión que se imprima y el tiempo depende del tipo y tamaño de queso, teniéndose así que la presión aplicada puede ser de entre 4 a 40 veces el peso del queso y con una duración variable entre 20 minutos y 24 horas.

“El autoprensado se usa para los que tienen alto contenido de agua, como los blandos y los semiduros; consiste en ir dando vuelta los quesos a intervalos de 15 a 30 minutos al principio y luego entre 1 o 2 horas. Este proceso tarda de 3 a 24 h. según el tipo de queso”.

(<http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm>).

### **2.3.7 Salado**

Según Chamorro y Losada (2002), el objetivo del salado es “completar el desuerado del queso, favoreciendo el drenaje de la fase acuosa libre de la cuajada; modificar la hidratación de las proteínas, intervenir en la formación de la corteza; actuar sobre el desarrollo de los microorganismos y la actividad enzimática y dar sabor salado y enmascarar el que aportan otras sustancias a lo largo de la maduración del queso”. (p.33).

### **2.3.7.1 Métodos de salado**

#### **1) Salado en el suero**

Consiste en agregar una alta cantidad de sal (5% a 8%), por lo menos 10 minutos antes y durante el agitado final de los granos.

Este método es usado en las zonas tropicales que, por ser los quesos posteriormente mantenidos en condiciones ambientales de alta temperatura, exigen una salazón inmediata, dando como resultado un queso de mayor contenido de humedad y de consistencia suave, ya que se ha logrado obtener una cierta selección microbiana, para controlar la velocidad de formación de ácido, obtener una textura flexible, conseguir cierta aceleración de la solubilidad de la cuajada, y aumentar ligeramente la humedad del grano.

#### **2) Salado en la masa del queso**

Se realiza luego del desuerado total de los granos en la masa del queso antes de ser colocado en los moldes. La sal se distribuye rápidamente influyendo en el desarrollo de microorganismos y por lo tanto en el aroma durante la maduración.

Se acostumbra adicionar una cantidad de 300 g por cada 100 litros de leche para que la concentración sea del 0,3% a 0,6% a una temperatura de la cuajada de 29° a 30° C, removiéndose la cuajada durante unos 5 a 10 minutos para facilitar la

distribución y absorción y también evitar pérdidas excesivas de humedad y de grasa.

### **3) Salado con sal seca sobre la superficie del queso**

Consiste en frotar la superficie del queso con sal cristalina, que debe ser de grano medianamente grueso, aplicado en fases sucesivas durante varios días, dependiendo del tipo de queso (de 2 días a 10 - 12 días), a una temperatura de 8° - 12° C.

Puede suceder que para una salazón adecuada se debe dejar transcurrir hasta 90 días en algunos quesos, ya que con este método se reduce el volumen del queso y la sal no se distribuye homogéneamente.

Con este método, la sal penetra poco a poco mientras se expulsa el suero, así que la deshidratación es más intensa.

### **4) Salado por salmuera**

En este método de salado los quesos se sumergen en un recipiente de salmuera. Debido a la diferencia de presión osmótica entre la salmuera y el queso, sucede que parte del agua, ácido láctico, componentes disueltos y minerales, salgan del queso y se intercambien por el cloruro de sodio.

“Para los quesos duros se utiliza una salmuera con 22% o 24% de sal y si son blandos 16% a 18% (nunca menos del 13% - 14%)”.

<http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm>.

Existen varios factores a tomar en cuenta en la penetración de la sal en el queso, por ejemplo el contenido de grasa, ya que los glóbulos de grasa pueden bloquear la estructura de la masa y por lo tanto un queso con mayor contenido de grasa se tardará más tiempo en salarse que uno con bajo contenido de grasa.

Así mismo, el pH influye en la velocidad de absorción de la sal, ya que a pH más bajo se puede absorber más sal que a un pH elevado, por eso se recomienda que el queso tenga un pH de alrededor de 5,4, ya que a valores más bajos el queso es duro y quebradizo, y a valores más altos es más elástico.

Igualmente la temperatura es importante en este método, así, mientras más alta sea la temperatura, más alta es la velocidad de absorción y por lo tanto mayor será la pérdida de humedad, por lo que se recomienda salar a temperaturas bajas de entre 8° a 11° C.

Debido a que el queso absorbe la sal de la salmuera, es importante revisar constantemente la concentración de la misma, ya que a valores bajos de concentración de sal (menores al 16%), el queso se hincha y la superficie se vuelve pegajosa y viscosa. Por otro lado si la concentración de sal es demasiado elevada, se producirá una deshidratación superficial excesiva, provocando que la

corteza del queso sea muy dura y gruesa dificultando el proceso de absorción de la sal.

### **2.3.8 Maduración**

La maduración, afinado o curado es el proceso fundamental en la elaboración de queso maduro, por el cual la cuajada ácida y sin olor, se transforma en una masa de sabor y aroma agradables y propios de un queso maduro.

Las transformaciones de naturaleza microbiológica, bioquímica y física, afectan a la lactosa, a las proteínas y a la grasa, y se deben gracias a la acción de las enzimas, en gran parte de origen microbiano.

El curso de la maduración puede tardar algunos días o meses dependiendo del tipo de queso, de su tamaño, de su contenido acuoso y de la acidez.

Las características organolépticas se van desarrollando, así, el queso que al iniciar la fase de maduración, casi blanco al principio, va amarillándose y su consistencia modificándose, ablandándose en unos tipos de queso y endureciéndose en otros.

El olor láctico y el sabor ácido en los quesos de coagulación ácida; o un sabor suave, ligeramente ácido y algo salado en los de coagulación mixta; o un sabor dulce en los de coagulación enzimática, se van acentuando y queda más o menos fuerte, según el tipo de queso.

La pasta del queso puede presentar “ojos” o agujeros de diferentes tamaños y formas los cuales pueden ser causados por alguna falla en el proceso en el que durante el prensado los granos no se unieron bien, o por los gases producidos por los microorganismos del queso.

#### **2.3.8.1 Fases de la maduración**

**1. Pre-maduración.-** “aquella en que se verifican los cambios en la lactosa y en la degradación primaria de la caseína.

**2.-Maduración verdadera.-** aquella en que, utilizando algunos de los productos, formados en la primera fase, y de la grasa, se forman los olores y sabores característicos del queso”. (<http://members.tripod.com.ve/tecnologia/queso.htm>).

#### **2.3.8.2 Tipos de maduración**

**1. Maduración interna o primaria.-** “es la que ocurre en el interior de la masa por acción de los microbios del fermento láctico. En la maduración primaria, el fermento láctico transforma toda la lactosa en ácido láctico.

**2. Maduración externa o secundaria.-** que se produce en la superficie del queso, progresando de afuera hacia adentro, al cabo de algunas semanas de maduración. Se debe a los microbios que se desarrollan en la corteza.

En la maduración secundaria, se produce la acción de microbios aerobios, que empiezan a crecer y a multiplicarse sobre la corteza del queso. Como los microbios del fermento láctico han transformado toda la lactosa en ácido láctico, el queso es muy ácido y en estas condiciones nuevos microbios sólo pueden desarrollarse en su corteza”. (Dubach, 1988).

### **2.3.8.3. Cambios bioquímicos que intervienen en la maduración**

#### **1. Glucólisis**

La glucólisis es el proceso de fermentación de la lactosa en ácido láctico, el cual actúa como inhibidor para el crecimiento de aquellos microorganismos perjudiciales, y favorece el desarrollo de la flora bacteriana, cuyos productos resultantes de su crecimiento intervendrán directamente en el olor, sabor, apariencia y textura del queso maduro.

Además el ácido láctico favorece la coagulación, estimula la sinéresis y ayuda a la acción proteolítica de las enzimas del cuajo.

“La fermentación del componente lactosa en ácido láctico, la llevan a cabo las bacterias ácido lácticas por un proceso homofermentativo, obteniéndose un 85% - 95% de ácido láctico y por un proceso heterofermentativo, en el que se obtiene un 50% de ácido láctico, además de ácido acético, succínico, fórmico, anhídrido

carbónico, alcohol etílico, acetona, diacetilo, y otros productos volátiles”.  
(Chamorro y Losada, 2003, p.132).

La glucólisis comienza desde antes de la coagulación y continúa por todo el proceso del tratamiento de la cuajada, hasta la total desaparición de la lactosa poco después de terminar la fabricación.

## **2. Proteólisis**

La descomposición de las proteínas es un proceso fundamental de la maduración, ya que afecta a la calidad del queso, contribuyendo en el olor, potenciación del sabor y formación de la textura y el aspecto.

El proceso proteolítico en la maduración de quesos, es llevada a cabo por los sistemas enzimáticos del cuajo y de los microorganismos.

Según Chamorro y Losada (2003), “por la acción del cuajo la micela de caseína pasa a micela de paracaseína en la coagulación de la leche. Es la primera transformación de un conjunto de degradaciones que va a sufrir, bajo la acción del ácido láctico, el cloruro sódico y las diferentes enzimas presentes en el queso sin madurar.

Durante la maduración, la paracaseína se descompone en compuestos nitrogenados más simples. En primer lugar, se degrada a proteosas, luego a

peptonas y éstas a su vez a péptidos que, por aminopeptidasas y carboxipeptidasas se escinden en sus aminoácidos constituyentes”. (p.136).

“La descomposición de la caseína en peptonas y péptidos se produce por la acción de las enzimas proteolíticas del cuajo y proteasas que se liberan desde el interior de la célula cuando muere la bacteria láctica.

Las descomposiciones siguientes de las peptonas y péptidos a aminoácidos ocurren solamente debido a la acción de las enzimas bacterianas. Tanto las peptonas como los aminoácidos tienen importancia respecto al sabor del queso”.  
FAO, Manual de Elaboración de Quesos, (p. 6.24).

### **3. Lipólisis**

“La materia grasa ejerce una gran influencia en el desarrollo de la calidad organoléptica del queso e influye sobre la textura, aunque solo una pequeña porción de ella es degradada y consumida en las reacciones oxidativas y lipolíticas, la mayor parte permanece intacta”. (Chamorro y Losada, p. 139).

Según la FAO, “por la descomposición de la materia grasa se libera glicerina y ácidos grasos libres. Los ácidos grasos butíricos volátiles como ácido butírico, caproico, caprílico y cáprico tienen un sabor fuerte a rancio que desde luego constituye un defecto en la leche, pero contribuye en el queso, en cantidades pequeñas, al sabor típico que se desea obtener”. (p. 6.26).

La degradación de la grasa se produce gracias a las lipasas originarias de la leche, las del cuajo y de los microorganismos.

## **2.4 CÁMARAS DE MADURACIÓN**

La cámara de maduración es un espacio o instalación para el almacenamiento de los quesos, donde se puede crear y controlar las condiciones ambientales indispensables durante el proceso de maduración.

Dichas condiciones ambientales se deben mantener combinadas específicamente según el tipo de queso y son de gran importancia en la velocidad de maduración, pérdidas de peso, formación de corteza y desarrollo de la flora bacteriana en la superficie de algunos tipos de queso.

Por lo tanto unas condiciones adecuadas de temperatura, humedad relativa y aireación en la cámara de maduración, junto con un manejo adecuado de los quesos durante el proceso de maduración, influirán sobre las características y calidad de queso que se esté elaborando.

### **2.4.1 Control de las condiciones ambientales dentro de la cámara de maduración**

Las consideraciones que se deben tener en cuenta para el control de las condiciones ambientales dentro de la cámara de maduración son las siguientes:

#### **2.4.1.1 Temperatura:**

- A mayor temperatura se acelera la maduración.
- A mayor temperatura existe mayor evaporación superficial en el queso: agua y sustancias solubles (lactosa, sales).
- A mayor temperatura se disminuye la humedad ambiental de la cámara.
- Las altas temperaturas pueden favorecer el crecimiento de microorganismos indeseables y provocar defectos en los quesos.
- Las temperaturas recomendadas están entre 10° - 12° C y 12° - 14° C.

#### **2.4.1.2 Humedad relativa:**

- A mayor humedad relativa se acelera la maduración.
- A menor humedad relativa existe una mayor evaporación superficial de la corteza, pudiendo provocar grietas en la superficie del queso.
- Las altas humedades favorecen el crecimiento de hongos.
- Los valores óptimos de Humedad relativa están entre 75% - 95%.

#### **2.4.1.3 Aireación:**

- A mayor aireación se acelera la maduración.
- A mayor aireación se da una mayor uniformidad de maduración entre los quesos de la cámara.

- A mayor velocidad del aire hay mayor pérdida de peso en los quesos (pérdidas de rendimiento).
- Se recomienda una velocidad de aire inferior a 1 m/s y un número de renovaciones de 40 - 69 por día.

#### **2.4.2 Manejo de los quesos dentro de la cámara de maduración**

La buena higiene en la cámara de maduración contribuye a facilitar el trabajo con los quesos y a evitar el crecimiento excesivo de mohos y levaduras que afectan la calidad del queso.

Durante el curso de la maduración se debe voltear los quesos periódicamente para que la pérdida de humedad sea uniforme en las dos caras del queso y se forme una buena corteza y para evitar que se deformen especialmente los quesos blandos.

Se deben efectuar lavados igualmente periódicos en salmuera o suero con cal, que después de colocarlos en agua por 15 - 30 minutos para suavizarlos, se cepillarán o rasparán para eliminar los hongos que puedan estar desarrollándose. Luego se secarán para proceder al parafinado.

Para evitar el desarrollo de mohos y levaduras en la superficie del queso se puede utilizar soluciones de sorbato o ácido sórbico.

Los tratamientos que se hace a los quesos varían con el tipo, por ejemplo los

quesos con corteza y maduración externa son tratados con fermento, suero o salmuera u otra sustancia nutritiva que al mismo tiempo aumente la humedad en la corteza, favoreciendo al crecimiento de una capa o colonia roja en la superficie que protege al queso de otros microorganismos perjudiciales.

Para los quesos con corteza pero sin maduración externa se debe utilizar revestimientos de parafina o adhesivo plástico para prevenir una excesiva pérdida de humedad y proteger la superficie de la infección y la suciedad.

En cambio para quesos sin corteza se deben envolver en películas sintéticas como film plástico o bolsas de plástico retráctil para evitar la formación de corteza por evaporación de agua e impedir la entrada de microorganismos. Esta envoltura debe ser al vacío o bien apretada para eliminar el oxígeno entre el plástico y el queso.

## **2.5 DEFECTOS Y ALTERACIONES DE LOS QUESOS MADUROS**

### **2.5.1 Defectos externos (Corteza)**

#### **2.5.1.1 Alteraciones del aspecto**

**1. Grietas o rajaduras.-** Pueden deberse al excesivo desuerado de la cuajada por acción lenta y acidez fuerte, o a una coagulación demasiado rápida, o a que la masa fue quemada por exceso de temperatura durante el calentamiento de los

granos de cuajada o a una maduración a temperatura elevada en un ambiente muy seco.

También pueden ser causadas por cambios bruscos de las condiciones de funcionamiento de la cámara de maduración, una velocidad del aire elevada o renovaciones de aire excesivas.

**2. Arrugas o pliegues.-** Son causadas por la fermentación pútrida debida a un exceso de suero retenido en el interior de la masa; por un abundante crecimiento de mohos; la elevada humedad en la cámara de maduración o cambios bruscos en las condiciones de funcionamiento de la misma.

**3. Deformaciones.-** El queso se deforma cuando la temperatura de maduración es elevada, el volteo de los quesos ha sido insuficiente o por cambios bruscos de condiciones de funcionamiento de la cámara.

**4. Putrefacción o reblandecimiento.-** Este defecto se produce por la excesiva acumulación de humedad durante la maduración del queso o por la inadecuada desinfección de la cámara y estanterías.

**5. Gangrena (*Oospora*, *Penicillium*).-** Se presenta por una incorrecta desinfección y limpieza; por volteos insuficientes de los quesos o por un deficiente cepillado de la corteza.

**6. Ácaros (Polilla del queso) y Moscas (larvas y gusanos).**- Aparecen en cámaras con instalaciones inadecuadas en donde la desinfección y limpieza son incorrectas y no se hacen controles diarios de los quesos en la cámara.

#### **2.5.1.2 Alteraciones del color**

**1. Manchas (Blancas, rojas, amarillas, azules, marrones, negras).**- Son causadas por la deficiente higiene de la cámara con desinfecciones y limpiezas incorrectas; también a que los materiales de las estanterías no son adecuados y a que los volteos de los quesos son insuficientes.

**2. Enmohecimiento: Pelo de gato (*Mucor*), Piel de sapo (*Geotrichum*), Manchas redondeadas (*Penicillium*).**- Se produce cuando la humedad de la cámara es elevada, hay una ventilación deficiente, la higiene es incorrecta o los volteos de los quesos son insuficientes.

#### **2.5.2 Defectos internos (Pasta)**

##### **2.5.2.1 Alteraciones del aspecto**

**1. Grietas o rajaduras y arrugas o pliegues.**- Son causadas por una maduración a temperatura elevada o en un ambiente muy seco, también por cambios bruscos en las condiciones de funcionamiento de la cámara o una maduración prolongada.

**2. Deformaciones.-** Son causadas por la manipulación inadecuada de los quesos, volteos insuficientes, o cambios bruscos en las condiciones de funcionamiento de la cámara.

**3. Podredumbre blanca (*B. putrificus*).**- Se produce cuando el lavado del grano ha sido exagerado, la humedad en el queso es excesiva o el pH es elevado durante la maduración. También debido a la elevada temperatura de maduración y a la ausencia de controles diarios.

**4. Podredumbre gris (*B. proteoliticum*).**- Es causada por la contaminación durante la elaboración del queso, la temperatura de maduración elevada o el pH del queso elevado durante la maduración.

#### **2.5.2.2 Alteraciones del Color**

**1. Coloración irregular.-** Este defecto puede deberse a la mala distribución de la sal; a una acidez real baja; a un corte desigual de la cuajada; a la concentración elevada de sal que seca la corteza; a la falta de concentración de agua disponible en el queso, a cambios bruscos en las condiciones de funcionamiento de la cámara, o a una maduración prolongada o acelerada.

**2. Manchas.-** Aparecen por la contaminación por hongos y bacterias; o cuando la sal ha sido mal distribuida; por la falta de higiene en la cámara o el uso de materiales y utensilios metálicos.

### **2.5.2.3 Alteraciones del cuerpo**

**1. Queso seco o duro.-** Puede deberse al excesivo calentamiento o demasiado cloruro de calcio o de sal, también debido a la poca humedad o bajo contenido de grasa en el queso. La temperatura de maduración elevada, la humedad baja en la cámara, una ventilación excesiva o renovaciones de aire abundantes también pueden causar este defecto.

**2. Queso húmedo o blando.-** Es causado por el exceso de humedad en el queso, una acidez elevada, la falta de sal o la temperatura de maduración baja, humedad elevada en la cámara, una ventilación escasa o renovaciones de aire insuficientes.

### **2.5.2.4 Alteraciones de la textura**

**1. Textura cerrada en quesos con ojos.-** Se presenta cuando la temperatura en la primera etapa de maduración es baja (no hay formación de ojos). También cuando la humedad de la cámara muy baja.

**2. Textura abierta en quesos sin ojos.-** Los ojos pueden deberse a la falta de acidez, al enfriamiento de la cuajada antes de ir al molde, a la falta de prensado; también por una temperatura elevada durante la maduración, una humedad ambiental muy elevada o cambios bruscos en las condiciones de funcionamiento de la cámara.

### **2.5.2.5 Alteraciones del olor**

**1. Ausencia de olor.-** Debido a una maduración acelerada de los quesos o una temperatura y humedad bajas.

**2. Olor fuerte.-** Producido por la temperatura y humedad elevadas o una maduración muy prolongada.

**3. Olores extraños.-** Aparecen en cámaras con instalaciones inadecuadas con limpieza y desinfección incorrectas, ventilación deficiente, renovaciones de aire escasas, o por abundante crecimiento de mohos.

### **2.5.2.6 Alteraciones del sabor**

**1. Sabor ácido.-** Se debe al exceso de humedad y acidez en el queso, a un exceso de fermentos, a una coagulación defectuosa, al corte desigual de la cuajada, a la temperatura de maduración muy alta o al escaso porcentaje de sal en el queso.

**2. Sabor amargo.-** Puede ser causado por la utilización de leche rancia, una excesiva cantidad de cloruro de calcio o de cuajo, excesiva acidez, mala calidad o insuficiente cantidad de sal, acción de microorganismos indeseables (*Streptococcus liquefaciens*, *Micrococcus casei amari*), o falta de higiene en el manejo de la leche y/o utensilios.

**3. Ausencia de sabor.-** Debido a un escaso tiempo de maduración o una insuficiente acidez durante la elaboración, también por la maduración acelerada de los quesos o temperatura y humedad bajas.

**4. Sabor fuerte.-** Causado por la temperatura y humedad elevadas o por una maduración muy prolongada.

**5. Sabores extraños.-** Aparecen en cámaras con instalaciones inadecuadas con limpieza y desinfección incorrectas, ventilación deficiente, renovaciones de aire escasas, o por abundante crecimiento de mohos.

**Capítulo III**  
**MATERIALES Y**  
**MÉTODOS**

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. MATERIALES Y EQUIPOS**

##### **3.1.1 Materia prima**

- Leche semidescremada.
- Leche descremada.

##### **3.1.2 Insumos**

- Fermento Láctico MOS 0,62 E
- Cuajo
- Cloruro de calcio
- Colorante vegetal amarillo de Anatto
- Sal en grano
- Sal refinada
- Parafina alimenticia roja

##### **3.1.3 Reactivos**

- Azul de metileno
- Hidróxido de sodio 0.1N
- Ácido sulfúrico de 1,812 g/cm<sup>3</sup> y de 1,53 g/cm<sup>3</sup>

- Alcohol amílico
- Fenoftaleína
- Alcohol al 75%
- Agua destilada

#### **3.1.4 Materiales de laboratorio**

- Termómetro
- Termolactodensímetro
- Vasos de precipitación
- Pipetas de 1, 10 y 11 ml
- Probeta
- Tubos de ensayo
- Butirómetros para queso
- Butirómetro para leche
- Gradillas
- Pinzas

#### **3.1.5 Equipos**

- Marmita de doble fondo
- Cámara de maduración (donación)
- Descremadora
- Balanza gramera

- Balanza infrarroja
- Centrífuga
- Baño maría.
- Penetrómetro.
- Potenciómetro

### **3.1.6 Materiales de proceso**

- Mesa de acero inoxidable
- Agitador
- Lira
- Lienzos

## 3.2 MÉTODOS

### 3.2.1 Localización del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de las Unidades Eduproductivas de Lácteos de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra. Los análisis físico-químicos y microbiológicos del queso Edam se realizaron en los laboratorios de la empresa FLORALP S.A.

#### Ubicación

<b>Provincia</b>	Imbabura.
<b>Cantón</b>	Ibarra.
<b>Parroquia</b>	El Sagrario.

#### Características climáticas

<b>Temperatura</b>	18.9° C
<b>Altitud</b>	2250 m.s.n.m.
<b>Humedad relativa</b>	73 %
<b>Pluviosidad</b>	51,1 m.m. año
<b>Latitud</b>	00° 20,5 ´ Norte
<b>Longitud</b>	78° 08´ Oeste

**Fuente:** Departamento de Meteorología de la Dirección de la Aviación Civil Aeropuerto Militar Atahualpa de la ciudad de Ibarra.

### 3.3 FACTORES EN ESTUDIO

#### 3.3.1 Factor A: Tipos de leches

**Niveles**      **A1:** Parcialmente descremada: 2.0% grasa  
**A2:** Descremada: 0.1%

#### 3.3.2 Factor B: Tiempos de maduración

**Niveles**      **B1:** 20 días  
**B2:** 30 días.  
**B3:** 40 días

#### 3.3.3 Tratamientos

**CUADRO 3. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>FACTOR A Tipos de Leche</b>	<b>FACTOR B Tiempos de Maduración</b>	<b>COMBINACIONES</b>
<b>T1</b>		B1	A1B1
<b>T2</b>	A1	B2	A1B2
<b>T3</b>		B3	A1B3
<b>T4</b>		B1	A2B1
<b>T5</b>	A2	B2	A2B2
<b>T6</b>		B3	A2B3

Se dispuso de dos testigos comerciales de queso tipo Edam para realizar comparaciones en la evaluación sensorial.

### **3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se aplicó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial A x B, donde el Factor A son los Tipos de Leche, con 2 niveles y el Factor B son los Tiempos de Maduración con 3 niveles, resultando 6 tratamientos los cuales se repitió 4 veces.

#### **3.4.1 Características del experimento**

Número de tratamientos:	Seis	(6)
Número de repeticiones:	Cuatro	(4)
Número de unidades experimentales:	Veinticuatro	(24)

#### **3.4.2 Unidad experimental**

Este experimento estuvo constituido por 24 unidades experimentales, cada unidad experimental tuvo un peso promedio de 500 gramos. La materia prima que se utilizó en esta investigación se adquirió en la granja Experimental “La Pradera” de la Universidad Técnica del Norte.

### 3.4.3 Análisis estadístico

**CUADRO 4. ESQUEMA DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
TOTAL	23
Tratamientos	5
Repeticiones	3
Factor A	1
Factor B	2
Interacción A x B	2
Error experimental	15

### 3.4.4 Análisis funcional

- Se realizó la prueba de Tukey al 5 % para los tratamientos.
- Se hizo la prueba de DMS para los factores.
- Para evaluar las características organolépticas se aplicó la prueba de Friedman.

### 3.5 VARIABLES EVALUADAS

Al finalizar el tiempo de maduración establecido para cada tratamiento se evaluó las siguientes variables en cada una de las unidades experimentales:

### **3.5.1 pH**

Permitió verificar la actividad de los microorganismos mediante la degradación de los componentes de la cuajada a compuestos neutros o alcalinos que elevan el pH.

En quesos de pasta firme se pueden obtener valores desde 5 a 5,6 dependiendo del tiempo de maduración.

Se empleó el método electrométrico, es decir utilizando un potenciómetro de electrodo de membrana cilíndrica previamente calibrado.

***Procedimiento:*** Se tomó la muestra, se introdujo el electrodo en el centro de la masa y se registró la lectura cuando los valores de la pantalla se estabilizaron.

### **3.5.2 Humedad**

El análisis de esta variable permitió estudiar la influencia del tiempo de maduración en la pérdida de humedad. Se utilizó una balanza infrarroja calibrada a 140° C.

***Procedimiento:*** Se pesó 10 g de la muestra previamente eliminada la corteza y fragmentada en trozos pequeños y se la colocó dispersa en el plato de aluminio de la balanza, se procedió a aplicar el calor de la lámpara infrarroja y se esperó hasta que el calor consumió la humedad del queso para registrar la lectura.

### 3.5.3 Grasa en extracto seco

Para determinar el contenido de grasa en el extracto seco de los quesos, fue necesario primeramente determinar el contenido de grasa en cada tratamiento.

**Procedimiento:** Se pesó 3 g de la muestra sin corteza y triturada y se la transfirió al butirómetro, se agregó ácido sulfúrico de densidad 1,53 g/cm<sup>3</sup> hasta cubrir la muestra y se sometió a baño maría a 65° C agitando frecuentemente para que la muestra se disuelva completamente.

Se añadió 1 ml de alcohol amílico, se completó con ácido sulfúrico hasta el ras de la escala del butirómetro, se tapó el butirómetro, se agitó la mezcla y se centrifugó a 1200 rpm en una centrífuga térmica a 65° C durante 5 minutos y se efectuó la lectura.

Una vez obtenidos los datos del contenido de grasa, se procedió al cálculo del contenido de grasa en extracto seco mediante la siguiente fórmula:

$$G' = \frac{G}{100 - H} \times 100$$

Donde:                    **G'** = Contenido graso en el extracto seco  
                              **G** = Contenido de grasa  
                              **H** = Cantidad de humedad en porcentaje de la masa

#### **3.5.4 Textura**

La medición de la textura permitió evaluar la dureza que el queso va adquiriendo conforme a la pérdida de humedad, según el transcurso del tiempo de maduración.

Para esto, se empleó el penetrómetro cuya escala de medición es de 0 – 30 kg (0 - 29 lb), con puntales de 2 a 8 y 11 mm.

**Procedimiento:** Primeramente se enceró el instrumento. Luego se presionó de una sola vez y progresivamente la punta del penetrómetro contra la muestra de queso hasta alcanzar la señal visible del puntal y se registró la lectura.

#### **3.5.5 Porcentaje de pérdida de peso**

Permitió determinar el porcentaje de pérdida de peso según el transcurso del tiempo de maduración.

**Procedimiento:** En una balanza gramera se pesó cada una de las unidades experimentales a la entrada y a la salida de la cámara de maduración y con los

datos registrados se procedió a calcular el porcentaje de pérdida de peso mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Pérdida} = \frac{\mathbf{P_i} - \mathbf{P_f}}{\mathbf{P_i}} \times 100 \%$$

Donde: **Pf** = Peso final a la salida de la cámara.

**Pi** = Peso inicial a la entrada a la cámara.

### 3.5.6 Análisis sensorial

Mediante este análisis se evaluó las características organolépticas de color, olor, sabor, consistencia y grados de aceptación de los quesos comparándolos con 2 testigos comerciales. El panel de degustación estuvo conformado por 9 catadores. Los resultados de este análisis se evaluaron estadísticamente según la ecuación matemática de Friedman:

$$\mathbf{X^2} = \frac{12}{\mathbf{b \cdot t(t+1)}} \sum \mathbf{R^2} - 3\mathbf{b(t+1)}$$

Donde: **X<sup>2</sup>** = Chi cuadrado                      **t** = Tratamientos

**R** = Rangos    **b** = Degustadores

### **3.5.7 Análisis microbiológico**

Este análisis se realizó con el objeto de verificar las condiciones sanitarias en las que se llevó a cabo la fase experimental de esta investigación.

Las pruebas se realizaron después del análisis sensorial determinado el mejor tratamiento. Los resultados se muestran en el anexo 7.

## **3.6 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO**

### **3.6.1 Transporte de la leche**

La materia prima se adquirió en la Granja la Pradera y luego fue trasladada en bidones de aluminio de 40 litros de capacidad a las Unidades Eduproductivas de Lácteos de la FICAYA.

### **3.6.2 Recepción**

Se realizaron las respectivas pruebas de recepción de la leche (organolépticas, físico químicas y bacteriológicas), para asegurar que la misma cumpla con los requisitos de higiene y calidad para la elaboración del queso.

#### **3.6.2.1 Análisis organoléptico**

**Color.-** La leche presentó un color blanco a amarillento.

**Olor.-** La leche tuvo un olor normal característico.

**Sabor.-** La leche tuvo un sabor característico ligeramente dulce.

### **3.6.2.2 Análisis físico - químico**

**a) Acidez.-** Se expresa como el contenido de ácido láctico. Fue un indicador de la frescura de la leche, ya que la acidificación aumenta según transcurre el tiempo de almacenamiento durante el cual se desarrollan los microorganismos que convierten la lactosa en ácido láctico.

**Procedimiento.-** Con la pipeta se vertió 9ml de leche en un vaso de precipitación, se añadió 5 gotas de fenolftaleína y luego se tituló gota a gota con la solución de hidróxido de sodio 0,1 N hasta que el color de la muestra cambió de color blanco a un rosado pálido permanente.

**Resultado.-** La acidez de la leche fue de 15, 30° Dornic.

**b) Densidad.-** Esta prueba fue útil para verificar los rangos normales de densidad según la norma INEN.

**Procedimiento.-** Se vertió la muestra de leche previamente homogeneizada por las

paredes de la probeta evitando la formación de espuma, se introdujo el termo lactodensímetro (calibrado a 20° C) en la probeta realizando un ligero movimiento de rotación, dejándolo flotar hasta que se estabilice y se efectuó la lectura.

**Resultado.-** El valor de la densidad fue de 1,029 g/cm<sup>3</sup>.

c) **Grasa.-** Esta prueba sirvió para obtener los datos que fueron utilizados posteriormente en la estandarización de la leche para la elaboración del queso.

**Procedimiento.-** Se vertió 10 ml de ácido sulfúrico de densidad de 1,812 g/cm<sup>3</sup> en el butirómetro Gerber, luego se agregó cuidadosamente por las paredes del butirómetro 11 ml de la leche previamente homogenizada, por último se añadió 1 ml de alcohol amílico, se tapó y se agitó la mezcla con el tapón hacia arriba, volteándolo alternativamente de arriba hacia abajo para mezclar bien el contenido. Luego se centrifugó por 5 minutos, se sumergió en baño maría a 65° C y se efectuó la lectura.

**Resultado.-** La lectura fue de 3,7% de grasa.

### **3.6.2.3 Análisis bacteriológico**

a) **Prueba de reductasa.-** Mide directamente la carga bacteriana en la leche, mediante el tiempo requerido, después del comienzo de la incubación, para que la mezcla de leche coloreada de azul se decolore hasta el blanco.

**Procedimiento.-** Se vertió 10 ml de leche en un tubo de ensayo con una pipeta previamente homogeneizada con la misma leche, luego se añadió cuidadosamente 1 ml azul de metileno, se tapó y se mezcló, luego se colocó en baño maría a 37° C para la incubación. Se tomó el tiempo hasta que la mezcla se decoloró completamente y se comparó con la siguiente tabla:

Más de 5 horas	Muy buena.
3 a 5 horas	Buena.
2 a 3 horas	Regular.
1 a 2 horas	Mala.
Menos de 1 hora	Pésima.

**Resultados.-** El tiempo que se tardó en decolorarse la leche fue de 5 horas.

**b) Prueba de antibióticos.-** Con esta prueba se determinó si la leche contenía antibióticos que pudieran inhibir el crecimiento de los microorganismos necesarios en la elaboración y maduración del queso.

**Procedimiento.-** Se incubó 100 ml de leche con fermento láctico, se midió la acidez tomando en cuenta el tiempo transcurrido.

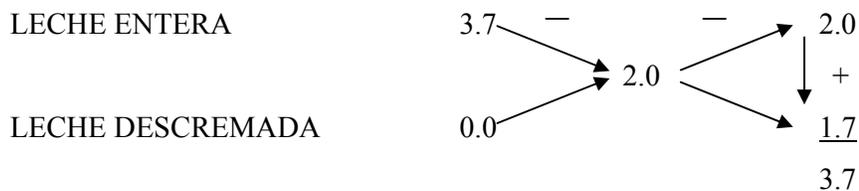
**Resultados.-** El resultado dio negativo a la presencia de antibióticos debido a la subida de la acidez en 3 horas a 52° Dornic.

### 3.6.3 Filtración

Se pasó la leche a través de un lienzo para retener las impurezas macroscópicas que pudieron contaminar la leche (insectos, pajas, tierra).

### 3.6.4 Estandarización

Haciendo uso del conocido método del Cuadrado de PEARSON, se procedió a calcular la estandarización de la grasa en la leche para conocer la proporción de leche entera y de leche descremada para obtener el porcentaje de grasa deseado que fue del 2%. Así, para efectuar el cálculo se colocan los elementos conocidos en la parte exterior de los ángulos de un cuadrado y al centro del mismo el elemento deseado. Para facilidad de cálculo, se multiplican los números por 10 y se restan en diagonal.



Esto quiere decir que para obtener una leche con 2% de grasa, se deben mezclar 20 litros de leche entera (con 3,7% de grasa) con 17 litros de leche descremada. Se realiza la suma de  $20 + 17$  tendremos 37 litros de mezcla. Si para obtener 37 litros de leche de mezcla se usan 20 litros de leche entera; para obtener 100, se usarán:

$$X = \frac{20 \times 100}{37}$$

X = 54,05 litros de leche entera.

Restando 100 - 54,05, la leche descremada necesaria será 45,95 litros.

Es decir, por cada 100 litros de leche de mezcla se emplearán:

54,05 litros de leche con 3,7% de grasa.

45,95 litros de leche descremada, dará:

100.00 litros de leche con 2 % de grasa.

### **3.6.5 Calentamiento 1**

Se calentó la leche previamente a 40° C para facilitar la operación del descremado.

### **3.6.6 Descremado y mezclado**

Realizado el cálculo del cuadrado de PEARSON y con la leche calentada, se procedió a descremar la leche, usando la descremadora CREAM de capacidad de 10 litros del laboratorio de Lácteos. Una vez obtenida la leche descremada, se mezcló con la leche entera. Para verificar la estandarización se realizaron nuevamente los análisis de densidad y grasa.

### **3.6.7 Adición de colorante**

Se añadió colorante vegetal (anatto) en la cantidad de 2.5 ml por cada 100 litros de leche para dar el color característico del queso maduro.

### **3.6.8 Pasteurización**

Se elevó la temperatura de la leche a 65° C lo más pronto posible mediante agitación constante, luego se cubrió la marmita con un plástico limpio y se mantuvo por 30 minutos.

### **3.6.9 Enfriamiento**

Se bajó la temperatura a 45° C y se añadió cloruro de calcio a razón de 20 g por cada 100 litros de leche.

### **3.6.10 Pre-maduración**

Se continuó enfriando la leche hasta llegar hasta los 30° C, temperatura óptima de crecimiento de los microorganismos característicos para este tipo de queso, los cuales son *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris* y *Streptococcus diacetylactis*. Se mantuvo por 1 hora.

### **3.6.11 Calentamiento 2**

Una vez transcurrida la hora de premaduración. Se elevó la temperatura a 36° C.

### **3.6.12 Coagulación**

Se añadió la pastilla de cuajo triturada, mezclada con sal refinada y disuelta en agua hervida y fría. Se agitó vigorosamente la leche por 3 minutos y se dejó reposar por 40 minutos cubierto con un plástico para conservar la temperatura de coagulación y para evitar contaminaciones.

### **3.6.13 Corte y reposo**

Una vez coagulada la leche, se realizó cortes longitudinales y transversales con una lira para facilitar la salida del suero y se dejó reposar por 5 minutos.

### **3.6.14 Batido de la cuajada**

Se batió la cuajada lentamente al principio y luego más intensamente para endurecer el grano y promover la salida del suero. Esta operación duró 30 minutos hasta obtener un grano de textura cauchosa y firme.

### **3.6.15 Reposo y desuerado**

Se dejó reposar por 5 minutos y se procedió a la extracción del suero.

### **3.6.16 Pre-prensado**

Se formó un colchón de cuajada en el centro y se procedió a pre-prensar manualmente por toda su superficie. Se cortó en bloques la cuajada para proceder al moldeo.

### **3.6.17 Moldeado y prensado**

Se colocó la cuajada en el centro de la tela, se tomó por los extremos y se procedió a prensar manualmente la cuajada mediante torsión, dándole la forma esférica deseada. Se dejaron los quesos colgados hasta el día siguiente para completar el prensado con su propio peso.

### **3.6.18 Salado**

Se saló los quesos en una salmuera estéril de 22° Baumé de concentración a 12° C por 6 horas.

### **3.6.19 Maduración**

Se introdujeron los quesos a la cámara de maduración a una temperatura de 12° a 14° C y una humedad relativa de 85%.

### **3.6.20 Lavado**

Se realizó lavados periódicos de los quesos en salmuera fría estéril para retirar los microorganismos que aparecen durante el proceso de maduración cepillándolos con un cepillo de nylon.

### **3.6.21 Parafinado**

Una vez transcurridos los 20 - 30 - 40 días de maduración respectivamente, se sumergió los quesos en la parafina roja alimenticia calentada a 70° C mediante fuego directo.

### **3.6.22 Almacenamiento**

Se guardó los quesos en refrigeración a 4° C según se cumplía su tiempo en la cámara, para detener el proceso de maduración.

**Capítulo IV**  
**RESULTADOS Y**  
**DISCUSIONES**

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos después del estudio de cada una de las variables propuestas, para determinar la influencia de los dos tipos de leche y los tres tiempos de maduración, en la elaboración y calidad del queso de pasta firme tipo Edam.

##### 4.1 EVALUACIÓN DE LA VARIABLE pH

En el siguiente cuadro se indican los valores de pH de cada uno de los tratamientos, con sus respectivas repeticiones:

**CUADRO 5. VALORES DE pH EN EL QUESO EDAM**

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	SUMATORIA	PROMEDIOS
<b>A1B1</b>	5,07	5,04	5,03	5,01	20,15	5,04
<b>A1B2</b>	5,24	5,27	5,29	5,19	20,99	5,25
<b>A1B3</b>	5,33	5,32	5,24	5,30	21,19	5,30
<b>A2B1</b>	5,56	5,51	5,45	5,54	22,06	5,52
<b>A2B2</b>	5,61	5,57	5,56	5,59	22,33	5,58
<b>A2B3</b>	5,64	5,65	5,64	5,62	22,55	5,64
<b>SUMATORIA</b>	32,45	32,36	32,21	32,2	129,27	5,39

**CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE pH**

F de V	Gl	SC	CM	fc	0.05	0.01
<b>Total</b>	<b>23</b>	1,09				
<b>Tratamientos</b>	<b>5</b>	1,07	0,21	208,54**	2,9	4,56
<b>Repeticiones</b>	<b>3</b>	0,01	0,0020	1,92 <sup>ns</sup>	3,29	5,42
<b>Factor A</b>	<b>1</b>	0,89	0,89	864,61**	4,54	8,68
<b>Factor B</b>	<b>2</b>	0,16	0,08	76,27**	3,68	6,36
<b>Inter. AxB</b>	<b>2</b>	0,03	0,01	12,77**	3,68	6,36
<b>Error Exp.</b>	<b>15</b>	0,02	0,00102			

CV = 0,59 %

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

ns. No significativo

En el análisis de la varianza se detectó que existen diferencias altamente significativas para tratamientos, factor A (tipos de leche), factor B (tiempo de maduración) y para la interacción A x B; es decir, que tanto los tratamientos como los factores en estudio son diferentes, por lo que se procedió a realizar las pruebas de significación correspondientes:

**CUADRO 7. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS**

NIVELES	DESCRIPCION	PROMEDIOS	RANGOS
<b>T1</b>	<b>A1B1</b>	5,04	a
<b>T2</b>	<b>A1B2</b>	5,25	a
<b>T3</b>	<b>A1B3</b>	5,30	b
<b>T4</b>	<b>A2B1</b>	5,52	c
<b>T5</b>	<b>A2B2</b>	5,58	c d
<b>T6</b>	<b>A2B3</b>	5,64	d

Al realizar la prueba de Tukey se encontró la presencia de 4 rangos: (a, b, c, d), lo que indica que los tratamientos actuaron de forma diferente con respecto al pH, observándose que el T1 correspondiente al queso elaborado con leche semidescremada y de 20 días de maduración obtuvo el pH más bajo, seguido del T2 que representa al queso elaborado con leche semidescremada y de 30 días de maduración.

**CUADRO 8. PRUEBA DE DMS PARA EL FACTOR A (TIPOS DE LECHES) DE LA VARIABLE pH**

<b>NIVELES</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>RANGO</b>
<b>A1</b>	5,19	a
<b>A2</b>	5,58	b

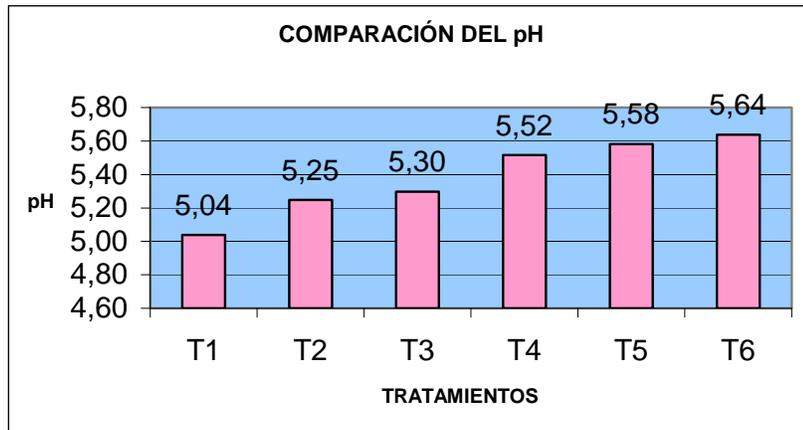
En la prueba de DMS para el factor A (tipos de leche), se detectó la presencia de 2 rangos (a, b) que determinan que el nivel A2 (leche descremada) tiene un comportamiento diferente para cada tratamiento respecto al pH.

**CUADRO 9. PRUEBA DE DMS PARA EL FACTOR B (TIEMPOS DE MADURACIÓN) DE LA VARIABLE pH**

<b>NIVELES</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>RANGO</b>
<b>B1</b>	5,28	a
<b>B2</b>	5,42	b
<b>B3</b>	5,47	b

Igualmente respecto al Factor B (tiempos de maduración), se encontró 2 rangos, teniendo en el primero el nivel B1 que corresponden a los 20 días, y en el segundo rango a los niveles B2 y B3 que representan a los 30 y 40 días respectivamente, observándose que B1 (20 días) obtuvo la media más baja.

**GRÁFICO 1. VARIACIÓN PROMEDIO DE pH**



En el gráfico se puede observar el incremento del valor del pH, conforme el transcurso del tiempo de maduración. Observándose que entre los tratamientos T3 y T6, que tienen igual tiempo de permanencia en la cámara pero elaborados con distintos tipos de leche, existe una amplia diferencia de sus valores de pH.

## 4.2 EVALUACIÓN DE LA VARIABLE HUMEDAD

El presente cuadro indica los valores del contenido de humedad, expresado en porcentaje de cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones:

**CUADRO 10. VALORES DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (%) EN EL QUESO EDAM**

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	SUMATORIA	PROMEDIOS
A1B1	45,20	45,16	44,57	47,73	182,66	45,67
A1B2	43,16	43,87	42,21	42,31	171,55	42,89
A1B3	42,06	41,65	40,16	39,44	163,31	40,83
A2B1	51,99	52,78	52,69	52,40	209,86	52,47
A2B2	48,95	47,45	49,62	50,56	196,58	49,15
A2B3	46,91	48,46	46,30	46,72	188,39	47,10
<b>SUMATORIA</b>	<b>278,27</b>	<b>279,37</b>	<b>275,55</b>	<b>279,16</b>	<b>1112,35</b>	<b>46,35</b>

**CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD**

F de V	Gl	SC	CM	fc	0.05	0.01
<b>Total</b>	<b>23</b>	375,40				
<b>Tratamientos</b>	<b>5</b>	354,88	70,98	56,10**	2,9	4,56
<b>Repeticiones</b>	<b>3</b>	1,54	0,51	0,41 <sup>ns</sup>	3,29	5,42
<b>Factor A</b>	<b>1</b>	249,03	249,03	196,84**	4,54	8,68
<b>Factor B</b>	<b>2</b>	105,46	52,73	41,68**	3,68	6,36
<b>Inter. AxB</b>	<b>2</b>	0,38	0,19	0,15*	3,68	6,36
<b>Error Exp.</b>	<b>15</b>	18,98	1,27			

CV = 2,43 %

En el análisis de la varianza se detectó que existen diferencias altamente significativas para tratamientos, factor A (tipos de leche) y para la interacción A x B; y diferencias significativas para el factor B (tiempo de maduración); es decir, que tanto los tratamientos como los factores en estudio son diferentes, por lo tanto se procedió a realizar las respectivas pruebas de significación.

**CUADRO 12. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS**

<b>NIVELES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>RANGOS</b>
<b>T4</b>	A2B1	52,47	a
<b>T5</b>	A2B2	49,15	b
<b>T6</b>	A2B3	47,10	bc
<b>T1</b>	A1B1	45,67	c
<b>T2</b>	A1B2	42,89	d
<b>T3</b>	A1B3	40,83	d

Con la prueba de Tukey se detectó 4 rangos: (a, b, c, d), significando que los tratamientos actuaron de forma diferente respecto a la variable humedad, encontrándose que el T4 correspondiente al queso elaborado con leche descremada y de 20 días de maduración tiene el rango más alto.

**CUADRO 13. PRUEBA DE DMS PARA EL FACTOR A (TIPOS DE LECHE) DE LA VARIABLE HUMEDAD**

<b>NIVELES</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>RANGO</b>
<b>A2</b>	49,49	a
<b>A1</b>	43,13	b

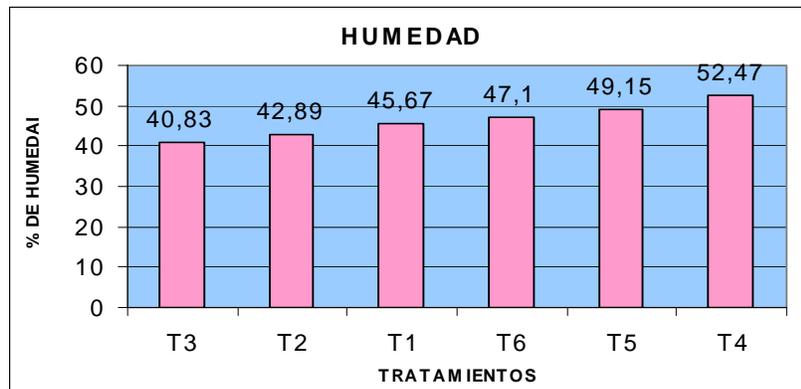
En la prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) se detectó la presencia de 2 rangos (a, b), que determina que el nivel A2 (leche descremada) tiene un comportamiento diferente para cada tratamiento respecto a la humedad.

**CUADRO 14. PRUEBA DE DMS PARA EL FACTOR B (TIEMPOS DE MADURACIÓN) DE LA VARIABLE HUMEDAD**

NIVELES	PROMEDIOS	RANGO
<b>B1</b>	49,07	a
<b>B2</b>	46,02	b
<b>B3</b>	43,96	b

Para el Factor B (tiempos de maduración), se encontró 2 rangos, teniendo en el primero el nivel B1 que corresponde a los 20 días, y en el segundo rango los niveles B2 y B3 que representan a los 30 y 40 días respectivamente, observándose que B1 tuvo el rango más alto por ser el menor tiempo de maduración.

**GRÁFICO 2. VARIACIÓN PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD**



En el gráfico se puede observar la disminución del porcentaje de humedad conforme el transcurso del tiempo de maduración. Se observa que el queso pierde su humedad uniformemente, recalando que entre los tratamientos T3 y T6 que tienen igual tiempo de maduración pero elaborados con tipos de leche distintas, sus humedades difieren significativamente.

### 4.3 EVALUACIÓN DE LA VARIABLE GRASA EN EL EXTRACTO SECO

En el siguiente cuadro se indica los valores del contenido de grasa en extracto seco, expresado en porcentaje de cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones, estos datos fueron obtenidos mediante la fórmula de grasa en extracto seco detallada en el capítulo 3.

**CUADRO 15. VALORES DEL CONTENIDO DE GRASA EN EXTRACTO SECO DEL QUESO EDAM**

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	SUMATORIA	PROMEDIOS
A1B1	39,23	38,29	41,49	42,09	161,10	40,28
A1B2	39,58	40,98	41,53	40,47	162,83	40,71
A1B3	43,15	42,84	41,78	42,11	169,88	42,47
A2B1	2,29	2,33	2,11	2,31	9,04	2,26
A2B2	2,15	1,90	1,98	2,43	8,46	2,12
A2B3	2,26	2,13	2,05	1,88	8,32	2,08
<b>SUMATORIA</b>	128,66	128,47	130,94	131,55	519,63	21,65

**CUADRO 16. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE GRASA EN EL EXTRACTO SECO**

F de V	Gl	SC	CM	fc	0.05	0.01
<b>Total</b>	<b>23</b>	9149,62				
<b>Tratamientos</b>	<b>5</b>	9136,34	1827,27	2273,63**	2,9	4,56
<b>Repeticiones</b>	<b>3</b>	1,23	0,41	0,41 <sup>ns</sup>	3,29	5,42
<b>Factor A</b>	<b>1</b>	9125,61	9125,61	11354,82**	4,54	8,68
<b>Factor B</b>	<b>2</b>	4,75	2,38	2,96 <sup>ns</sup>	3,68	6,36
<b>Inter. AxB</b>	<b>2</b>	5,97	2,99	3,72**	3,68	6,36
<b>Error Exp.</b>	<b>15</b>	12,06	0,80			

CV = 4,14 %

En el análisis de la varianza se detectó que existen diferencias altamente significativas para tratamientos, factor A (tipos de leche) y para la interacción A x B; es decir, que tanto los tratamientos como los factores en estudio son diferentes, por lo tanto se procedió a realizar las pruebas de significación correspondientes:

**CUADRO 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS**

<b>NIVELES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>RANGOS</b>
<b>T3</b>	<b>A1B3</b>	42,47	a
<b>T2</b>	<b>A1B2</b>	40,71	a b
<b>T1</b>	<b>A1B1</b>	40,28	c
<b>T4</b>	<b>A2B1</b>	2,26	d
<b>T5</b>	<b>A2B2</b>	2,11	d
<b>T6</b>	<b>A2B3</b>	2,08	d

Con la prueba de Tukey se detectó la presencia 4 rangos: (a, b, c y d), lo que indica que los tratamientos actuaron de forma diferente con respecto a la grasa en el extracto seco, observándose que el T3 correspondiente al queso elaborado con leche semidescremada y de 40 días de maduración obtuvo la media más alta, seguido del T2 que representa al queso elaborado con leche semidescremada y de 30 días de maduración.

**CUADRO 18. PRUEBA DE DMS PARA EL FACTOR A (TIPOS DE LECHE) DE LA VARIABLE GRASA EN EL EXTRACTO SECO**

<b>NIVELES</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>RANGO</b>
<b>A1</b>	41,15	a
<b>A2</b>	2,15	b

En la prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) se detectó la presencia de 2 rangos (a, b), que determina que el nivel A1 (leche semidescremada) tiene un comportamiento diferente para cada tratamiento, respecto a la grasa en el extracto seco.

**GRÁFICO 3. VARIACIÓN PROMEDIO DEL CONTENIDO DE GRASA EN EL EXTRACTO SECO**



En la gráfica se observa que existe muy poca variabilidad del porcentaje de grasa en extracto seco entre los tratamientos T1, T2 y T3, que son los quesos elaborados con leche semidescremada e igualmente sucede entre los tratamientos T4, T5 y T6 elaborados con leche descremada.

#### 4.4 EVALUACIÓN DE LA VARIABLE TEXTURA

En el siguiente cuadro se indica los valores de la textura de cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones:

**CUADRO 19. VALORES DE TEXTURA EN EL QUESO EDAM**

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	SUMATORIA	PROMEDIOS
A1B1	0,31	0,83	0,83	0,40	1,47	0,37
A1B2	0,53	0,57	0,56	0,65	2,31	0,58
A1B3	1,11	1,15	1,07	1,18	4,51	1,13
A2B1	3,50	3,50	3,57	3,67	14,24	3,6
A2B2	4,75	4,75	4,75	4,75	19,00	4,75
A2B3	4,75	4,75	4,75	4,75	19,00	4,75
<b>SUMATORIA</b>	14,95	15,10	15,08	15,40	60,53	2,52

**CUADRO 20. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE TEXTURA**

F de V	Gl	SC	CM	fc	0.05	0.01
<b>Total</b>	<b>23</b>	85,53				
<b>Tratamientos</b>	<b>5</b>	85,49	17,10	12382,66**	2,9	4,56
<b>Repeticiones</b>	<b>3</b>	0,02	0,0060	4,37 <sup>ns</sup>	3,29	5,42
<b>Factor A</b>	<b>1</b>	80,48	80,48	58286,13**	4,54	8,68
<b>Factor B</b>	<b>2</b>	4,04	2,02	1464,09**	3,68	6,36
<b>Inter. Ax B</b>	<b>2</b>	0,97	0,48	349,50**	3,68	6,36
<b>Error Exp.</b>	<b>15</b>	0,02	0,0013808			

CV = 1,47 %

En el análisis de la varianza se detectó que existen diferencias altamente significativas para tratamientos, factor A (tipos de leche), factor B (tiempo de maduración) y para la interacción A x B; es decir, que tanto los tratamientos como

los factores en estudio son diferentes, por lo que se realizó las pruebas de significación correspondientes.

**CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS**

<b>NIVELES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>RANGOS</b>
<b>T6</b>	<b>A2B3</b>	4,75	a
<b>T5</b>	<b>A2B2</b>	4,75	a
<b>T4</b>	<b>A2B1</b>	3,56	b
<b>T2</b>	<b>A1B2</b>	0,58	c
<b>T3</b>	<b>A1B3</b>	0,52	d
<b>T1</b>	<b>A1B1</b>	0,37	d

Con la prueba de Tukey se detectó 4 rangos: (a, b, c, d), significando que los tratamientos actuaron de forma diferente respecto a la variable textura, encontrándose que el T6 y el T5 correspondientes al queso elaborado con leche descremada y de 40 y 30 días de maduración respectivamente, tienen el rango más alto.

**CUADRO 22. PRUEBA DE DMS PARA EL FACTOR A (TIPOS DE LECHE) DE LA VARIABLE TEXTURA**

<b>NIVELES</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>RANGO</b>
<b>A2</b>	4,35	a
<b>A1</b>	0,49	b

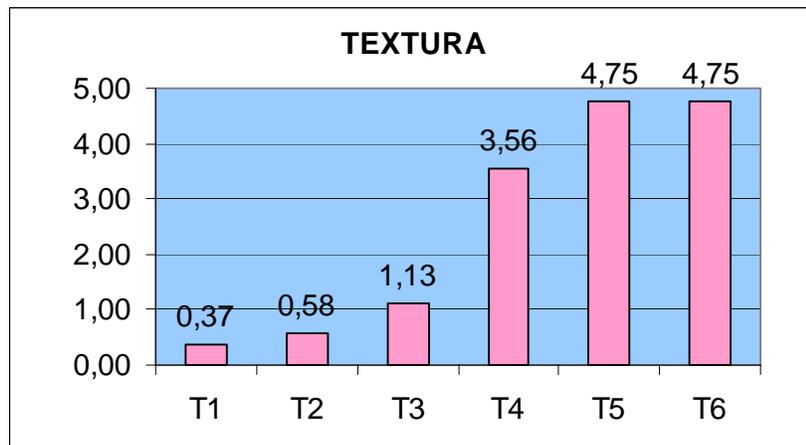
En la prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) se detectó la presencia de 2 rangos (a, b), que determina que el nivel A2 (leche descremada) tiene un comportamiento diferente para cada tratamiento, respecto a la textura.

**CUADRO 23. PRUEBA DE DMS PARA EL FACTOR B (TIEMPOS DE MADURACIÓN) DE LA VARIABLE TEXTURA**

NIVELES	PROMEDIOS	RANGO
<b>B2</b>	2,66	a
<b>B3</b>	2,64	a
<b>B1</b>	1,96	b

Igualmente respecto al Factor B (tiempos de maduración), se encontró 2 rangos, teniendo en el primero los niveles B2 y B3 que corresponden a 30 y 40 días respectivamente, y en el segundo rango el nivel B1 que representa a los 20 días.

**GRÁFICO 4. VARIACIÓN PROMEDIO DE LA TEXTURA**



En el gráfico se observa el incremento gradual de la textura conforme transcurre el tiempo de maduración, indicando que el valor de textura del T6 sobrepasó la escala de medición del penetrómetro, debido al mayor tiempo de maduración y a una excesiva deshidratación.

#### 4.5 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

Para este análisis se conformó un panel de degustación de 10 catadores, los cuales apreciaron las características de: color, sabor, aroma, consistencia y grados de aceptación del producto final, al término de cada tiempo de maduración (20, 30, 40 días) respectivamente.

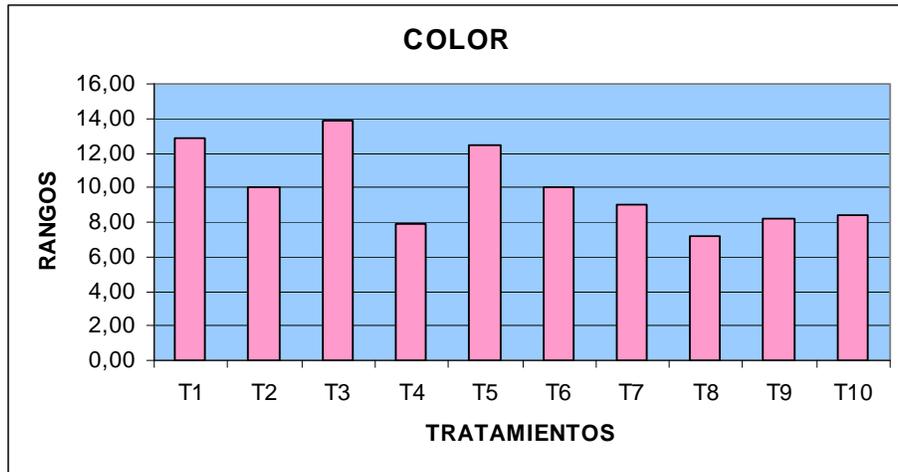
Esta evaluación se llevó a cabo a las once de la mañana, se utilizó una guía instructiva y una ficha (ANEXO 4 y 5) para la anotación de las calificaciones respectivas y posterior análisis estadístico mediante la Fórmula de Friedman.

**CUADRO 24. RANGOS DE PUNTAJE PARA EL COLOR**

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Sumatoria	Promedio
T1	4,50	9,50	8,00	7,00	3,50	9,00	8,00	5,50	8,00	8,00	71,00	12,91
T2	4,50	7,50	8,00	7,00	3,50	6,00	5,00	5,50	5,00	3,00	55,00	10,00
T3	6,50	9,50	8,00	7,00	10,00	9,00	5,00	5,50	8,00	8,00	76,50	13,91
T4	2,00	2,50	2,00	7,00	8,00	6,00	5,00	5,50	2,50	3,00	43,50	7,91
T5	2,00	7,50	4,00	10,00	8,00	6,00	9,50	5,50	8,00	8,00	68,50	12,45
T6	9,00	5,00	5,00	4,00	3,50	2,50	9,50	5,50	8,00	3,00	55,00	10,00
T7	2,00	5,00	2,00	2,00	8,00	9,00	5,00	5,50	8,00	3,00	49,50	9,00
T8	6,50	1,00	8,00	2,00	3,50	2,50	5,00	5,50	2,50	3,00	39,50	7,18
T9	9,00	2,50	8,00	2,00	3,50	2,50	1,50	5,50	2,50	8,00	45,00	8,18
T10	9,00	5,00	2,00	7,00	3,50	2,50	1,50	5,50	2,50	8,00	46,50	8,45
	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	550,00	100,00
<b><math>\chi^2 = 18,98 *</math></b>							<b>1 % = 21,7</b>			<b>5 % = 16,9</b>		

Al realizar el análisis de la prueba de Friedman para la característica de color, se encontró que existen diferencias significativas lo que simboliza que los tratamientos son diferentes.

**GRAFICO 5. COLOR**



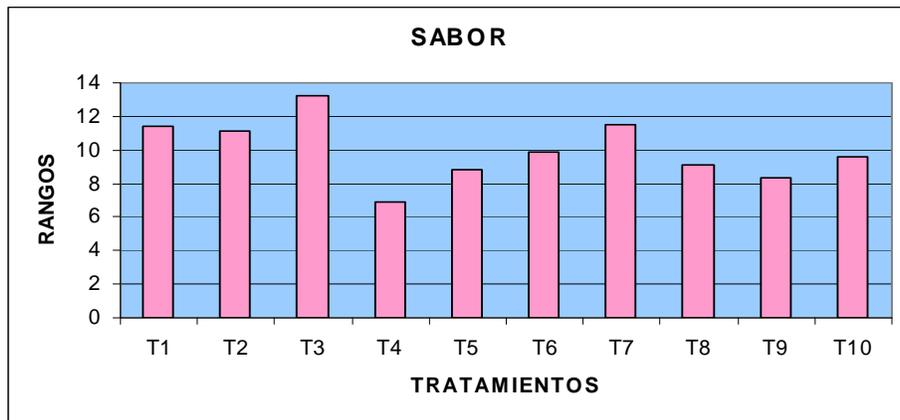
En la gráfica se observa la variabilidad que existe entre tratamientos, siendo el mejor el T3 que corresponde al queso de 40 días de maduración elaborado con leche semidescremada, seguido por el T1 que es el queso Edam elaborado también con leche semidescremada y de 20 días de maduración.

**CUADRO 25. RANGOS DE PUNTAJE PARA EL SABOR**

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Sumatoria	Promedio
<b>T1</b>	4,0	10,0	7,5	6,0	5,5	9,5	6,0	5,5	7,0	2,0	63,0	11,5
<b>T2</b>	4,0	7,5	9,5	9,0	5,5	7,0	4,0	5,5	7,0	2,0	61,0	11,1
<b>T3</b>	7,0	7,5	9,5	9,0	10,0	9,5	6,0	5,5	7,0	2,0	73,0	13,3
<b>T4</b>	1,5	3,0	3,0	6,0	1,5	4,0	6,0	5,5	2,5	5,0	38,0	6,9
<b>T5</b>	1,5	3,0	3,0	6,0	1,5	4,0	9,0	5,5	10,0	5,0	48,5	8,8
<b>T6</b>	4,0	7,5	3,0	3,0	5,5	1,5	9,0	5,5	7,0	8,5	54,5	9,9
<b>T7</b>	7,0	7,5	3,0	3,0	9,0	4,0	9,0	5,5	7,0	8,5	63,5	11,5
<b>T8</b>	7,0	5,0	6,0	1,0	5,5	7,0	2,0	5,5	2,5	8,5	50,0	9,1
<b>T9</b>	9,0	1,0	7,5	3,0	5,5	1,5	2,0	5,5	2,5	8,5	46,0	8,4
<b>T10</b>	10,0	3,0	3,0	9,0	5,5	7,0	2,0	5,5	2,5	5,0	52,5	9,5
	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	550,0	100,0
<b><math>\chi^2 = 13,09^{ns}</math></b>							<b>1 % = 21,7</b>		<b>5 % = 16,9</b>			

Al realizar el análisis de la prueba de Friedman de la característica de sabor se encontró que no existen diferencias significativas, lo que representa que los tratamientos son iguales.

**GRÁFICO 6. SABOR**



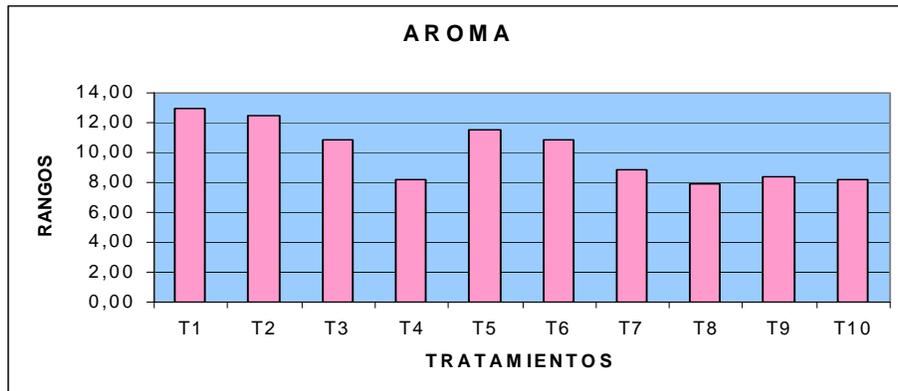
En la gráfica se observa que el T3 correspondiente al queso de 40 días de maduración elaborado con leche semidescremada obtuvo la calificación más alta, seguido del T1 y el T7 correspondientes del queso de 20 días de maduración elaborado con la leche semidescremada y al queso de 20 días de maduración elaborado con leche descremada, respectivamente.

**CUADRO 26. RANGOS DE PUNTAJE DEL AROMA**

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Sumatoria	Promedio
T1	6,50	9,00	6,50	4,50	3,00	9,00	10,00	5,50	8,50	8,50	71,00	12,91
T2	9,50	6,50	9,00	4,50	3,00	9,00	8,00	5,50	5,00	8,50	68,50	12,45
T3	6,50	4,50	9,00	8,00	3,00	9,00	1,50	5,50	8,50	4,00	59,50	10,82
T4	2,50	9,00	2,50	8,00	1,00	6,50	4,50	5,50	1,50	4,00	45,00	8,18
T5	2,50	9,00	2,50	10,00	7,00	6,50	8,00	5,50	8,50	4,00	63,50	11,55
T6	2,50	4,50	2,50	8,00	7,00	4,50	8,00	5,50	8,50	8,50	59,50	10,82
T7	2,50	6,50	2,50	4,50	7,00	2,00	4,50	5,50	5,00	8,50	48,50	8,82
T8	5,00	2,00	6,50	1,50	7,00	4,50	4,50	5,50	3,00	4,00	43,50	7,91
T9	9,50	2,00	5,00	1,50	7,00	2,00	4,50	5,50	5,00	4,00	46,00	8,36
T10	8,00	2,00	9,00	4,50	10,00	2,00	1,50	5,50	1,50	1,00	45,00	8,18
	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	550,00	100,00
<b><math>\chi^2 = 13,82^{ns}</math></b>							<b>1 % = 21,7</b>			<b>5 % = 16,9</b>		

Al realizar el análisis de la prueba de Friedman de la característica aroma, se encontró que no existen diferencias significativas entre tratamientos, lo que simboliza que los tratamientos son iguales.

**GRAFICO 7. AROMA**



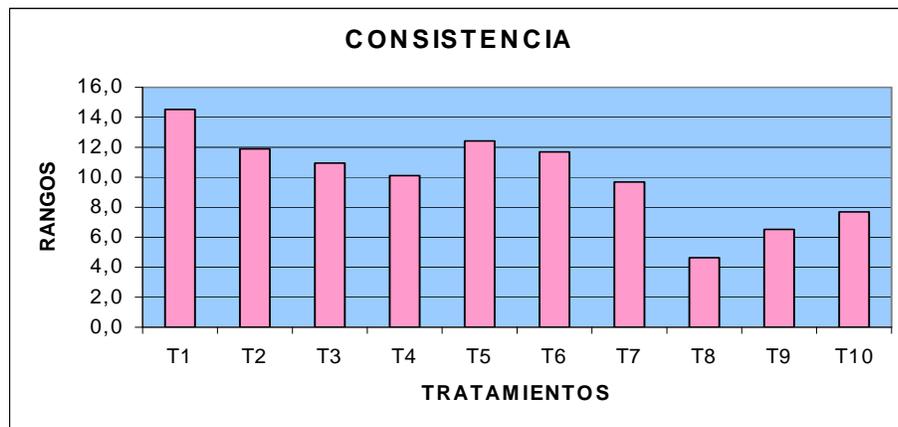
En la gráfica se observa que el T1 correspondiente al queso de 20 días de maduración elaborado con la leche semidescremada, obtuvo la calificación más alta, seguido del T2 correspondiente al queso de 30 días de maduración elaborado con la leche semidescremada.

**CUADRO 27. RANGOS DE PUNTAJE PARA LA CONSISTENCIA**

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Sumatoria	Promedio
T1	9,0	9,5	7,5	5,0	8,0	9,0	9,0	5,5	9,0	8,5	80,0	14,5
T2	5,5	6,5	7,5	5,0	8,0	9,0	4,0	5,5	6,0	8,5	65,5	11,9
T3	5,5	2,5	4,0	5,0	10,0	9,0	4,0	5,5	6,0	8,5	60,0	10,9
T4	5,5	6,5	7,5	5,0	4,0	6,5	4,0	5,5	2,5	8,5	55,5	10,1
T5	5,5	6,5	7,5	9,0	4,0	6,5	10,0	5,5	9,0	5,0	68,5	12,5
T6	2,5	9,5	7,5	9,0	4,0	4,5	7,5	5,5	9,0	5,0	64,0	11,6
T7	2,5	6,5	7,5	9,0	8,0	2,0	7,5	5,5	2,5	2,0	53,0	9,6
T8	1,0	2,5	1,0	1,5	1,0	4,5	4,0	5,5	2,5	2,0	25,5	4,6
T9	9,0	2,5	2,5	1,5	4,0	2,0	1,0	5,5	6,0	2,0	36,0	6,5
T10	9,0	2,5	2,5	5,0	4,0	2,0	4,0	5,5	2,5	5,0	42,0	7,6
	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	550,0	100,0
<b><math>\chi^2 = 29,46^{**}</math></b>							<b>1 % = 21,7</b>		<b>5 % = 16,9</b>			

Al realizar el análisis de la prueba de Friedman de la característica consistencia, se encontró que existen diferencias altamente significativas lo que representa que los tratamientos son diferentes.

**GRAFICO 8. CONSISTENCIA**



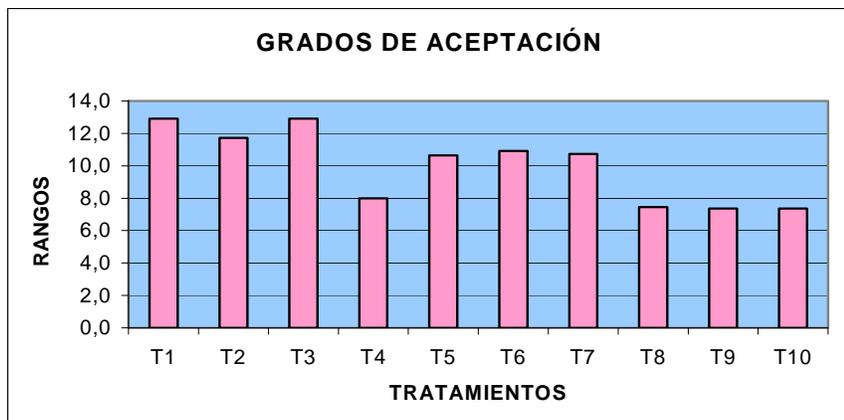
En la gráfica se observa la variabilidad que existe entre tratamientos siendo el mejor el T1, que corresponde al queso de 20 días de maduración elaborado con leche semidescremada, seguido por el testigo comercial.

**CUADRO 28. RANGOS DE PUNTAJE PARA LOS GRADOS DE ACEPTACIÓN**

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Sumatoria	Promedio
T1	6,5	9,5	9,0	5,0	8,0	9,0	7,5	5,5	9,0	2,0	71,0	12,9
T2	6,5	5,0	9,0	8,5	8,0	9,0	4,0	5,5	7,0	2,0	64,5	11,7
T3	9,0	7,5	9,0	8,5	10,0	9,0	5,0	5,5	5,5	2,0	71,0	12,9
T4	2,0	5,0	4,0	5,0	3,0	5,5	7,5	5,5	2,5	4,0	44,0	8,0
T5	2,0	5,0	4,0	8,5	3,0	5,5	10,0	5,5	9,0	6,0	58,5	10,6
T6	2,0	9,5	4,0	8,5	6,0	2,0	7,5	5,5	9,0	6,0	60,0	10,9
T7	4,5	7,5	4,0	5,0	8,0	5,5	7,5	5,5	5,5	6,0	59,0	10,7
T8	4,5	3,0	4,0	2,0	3,0	5,5	2,0	5,5	2,5	9,0	41,0	7,5
T9	9,0	1,5	4,0	2,0	3,0	2,0	2,0	5,5	2,5	9,0	40,5	7,4
T10	9,0	1,5	4,0	2,0	3,0	2,0	2,0	5,5	2,5	9,0	40,5	7,4
	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	550,0	100,0
<b><math>\chi^2 = 18,07 *</math></b>							<b>1 % = 21,7</b>		<b>5 % = 16,9</b>			

Al realizar el análisis de la prueba de Friedman de los grados de aceptación, se encontró que existen diferencias significativas lo que simboliza que los tratamientos son diferentes.

**GRAFICO 9. GRADOS DE ACEPTACIÓN**



En la gráfica se observa los grados de aceptación que existen entre tratamientos siendo los más aceptados el T1 y el T3, correspondiente a los quesos elaborados con leche semidescremada de 20 y 40 días de maduración respectivamente, seguido por el T2 correspondiente al queso de 30 días de maduración.

**Capítulo V**

**CONCLUSIONES Y**

**RECOMENDACIONES**

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- Se concluye que los factores A (tipos de leches) y B (tiempos de maduración) influyen significativamente en la elaboración y calidad del queso de pasta firme tipo "Edam".
- El tiempo óptimo de maduración del queso Edam, elaborado con leche semidescremada, es de 20 días a una temperatura de  $13^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$  y una humedad relativa del 85%, a este tiempo ya se alcanza el rango óptimo de humedad máxima del 46%, establecida por la Norma INEN 69 para el queso Edam.
- En cuanto a las pérdidas de peso en función de los tiempos de maduración se observa a los 20 días hay una pérdida del 11,31%, a los 30 días una pérdida del 16,82% y a los 40 días una pérdida del 20,07% en los tratamientos elaborados con leche semidescremada. Con los tratamientos elaborados con leche descremada se observa una pérdida del 22,04% a los 20 días, del 24,38% a los 30 días y del 29,77 a los 40 días; concluyéndose que el contenido de grasa de la leche influye también en la pérdida de peso del queso elaborado debido a la excesiva deshidratación.

- Se determinó que la grasa de leche para la elaboración del queso, no debe ser menor al 2% para que proporcione el aroma, sabor, rendimiento, consistencia y una mejor distribución de la caseína, ya que un producto final sin éstas características tiene muy poca aceptabilidad.
- El contenido de grasa de la leche también influye en las técnicas de elaboración, ya que en el caso del queso con leche descremada, se hizo dificultoso manejar la cuajada durante el prensado y moldeo por su textura excesivamente gomosa y dura.
- El contenido de grasa de la leche y el tiempo de maduración, influyen en la textura del queso, observándose en el queso elaborado con leche descremada que a partir de los 20 días su textura fue endureciéndose.
- El tiempo de maduración no influye en el porcentaje de grasa en el extracto seco, ya que no se observan diferencias significativas en los tratamientos.
- El queso Edam elaborado con leche descremada, no tuvo el mismo grado de aceptación organoléptica que el queso elaborado con leche semidescremada, debido a que sus características de color, sabor, aroma y consistencia no desarrollaron por la falta de contenido graso.

- Respecto a la característica organoléptica color, el tratamiento con mayor puntaje fue el T3, que corresponde al queso de 40 días de maduración elaborado con leche semidescremada, seguido por el T1 que es el queso Edam elaborado con leche semidescremada a los 20 días de maduración.
- En cuanto a la característica organoléptica de sabor, se observa que el T3 corresponde al queso de 40 días de maduración, elaborado con leche semidescremada, el cual obtuvo la calificación más alta. Seguido del T1 y T7, que corresponden al queso de 20 días de maduración elaborado con leche semidescremada y al queso de 20 días de maduración elaborado con leche descremada, respectivamente.
- Para la característica organoléptica de aroma se observa que el T1, correspondiente al queso de 20 días de maduración, elaborado con la leche semidescremada, fue el que obtuvo la calificación más alta. Seguido del T2 correspondiente al queso de 30 días de maduración, elaborado también con leche semidescremada.
- Referente a la característica organoléptica de consistencia, ha sido el T1 que corresponde al queso de 20 días de maduración, elaborado con leche semidescremada, seguido por el testigo comercial.

- En cuanto a los grados de aceptación del producto se observa que los mejores son el T1 y T3, correspondientes a los quesos elaborados con leche semidescremada de 20 y 40 días de maduración, respectivamente.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Por los resultados obtenidos en los análisis físico químico y organoléptico del queso Edam con leche descremada, se recomienda investigar sobre la sustitución de la grasa láctea por aceites vegetales que mejoren la calidad del queso y a la vez consigan bajar su valor calórico.
- Por el alto puntaje que obtuvieron las características de sabor para el queso Edam elaborado con leche descremada en sus primeros 20 días de maduración, se recomienda realizar más pruebas con unidades experimentales de mayor tamaño y peso, sometidos a menores tiempos de maduración.
- Por la dificultad que se presentó al momento de moldeo y prensado del queso Edam o Bola, para quesos de mayor tamaño al que se elaboró (500 g), se recomienda tomar precauciones con respecto al tipo de molde que facilite su manipulación.

- Para bajar la periodicidad de las operaciones de lavado o cepillado, tratando de eliminar el crecimiento fúngico que inevitablemente crece en el queso por las condiciones ambientales de la cámara de maduración, se recomienda usar un fungicida como el BELVOCID disuelto en agua, aplicándolo con un rociador al momento de meter los quesos a la cámara de maduración para de ésta manera evitar pérdidas de rendimiento (por el cepillado) y sobre todo evitar que la corteza del queso quede expuesta a diferentes factores contaminantes externos.

## RESUMEN

El queso aporta proteínas, vitaminas, minerales, grasas, grasas saturadas y colesterol a nuestra ingesta de alimentos.

Los quesos maduros, a diferencia de los frescos, son más concentrados en caseína, grasa, colesterol y sal, por lo que no son recomendables en la dieta de personas con arteriosclerosis, enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial y obesidad.

En esta investigación se evaluó la influencia del contenido de grasa de la leche y del tiempo de maduración en la calidad del queso Edam. Para lo cual se utilizó para la elaboración del queso, leche semidescremada con el 2% y leche descremada con el 0,1%, evaluándose sus características físico químicas y organolépticas a los 20, 30 y 40 días de maduración. Encontrándose que el efecto de estos dos factores es bastante significativo en el producto final. Además, luego del análisis organoléptico, y con base en los resultados obtenidos, se determinó que el tratamiento más aceptado fue el queso elaborado con leche semidescremada de 20 días de maduración y respecto al queso elaborado con leche descremada, éste tuvo baja aceptabilidad por no haber desarrollado las características organolépticas de un queso maduro y por tener una textura muy dura.

## SUMMARY

Cheese contains proteins, vitamins, minerals, fat, saturated fats and cholesterol to our food ingesta.

The matured cheeses, contrary to the fresh ones, are more concentrated in casein, fat, cholesterol and salt. It is not advisable to include cheese in the diet of patients with arteriosclerosis, cardiovascular diseases, hypertension and obesity.

This research evaluated the influence of the fat content of the milk and the time of ripening in the quality of the cheese Edam. In the preparation of this Edam cheese we used, semi-skim milk with 2% of fat and skim milk with 0,1%, being evaluated their chemical and organoleptic physical characteristics to the 20, 30 and 40 days of ripening. We found that the effect of these two factors is quite significant in quality of the end product. Also, after the organoleptic analysis, and based in the obtained results, it was determined that the most accepted treatment was the cheese elaborated with semi-skim milk of 20 days of ripening, and regarding the cheese elaborated with skim milk, this had low acceptability for not having developed the organoleptic characteristics of a ripened cheese and to have a very hard texture.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALFA LAVAL (1990). Manual de Industrias Lácteas. Ediciones AMV. Madrid-España.
2. ARES J. Defectos del Queso Madurado y Factores Tecnológicos Implicados. (2006). Centro de Investigación y Formación Agraria. IFAPA-Córdoba. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía. [Documento en línea] Disponible en:  
[http://www.gobiernodecanarias.org/agricultura/icca/jornadas/tercerajornadaquesos/ponencias/10\\_defectosdelqueso.pdf](http://www.gobiernodecanarias.org/agricultura/icca/jornadas/tercerajornadaquesos/ponencias/10_defectosdelqueso.pdf)
3. CADENA C., ARCINIEGA J. (2006) Determinación del Tiempo de Maduración del Queso Cheddar, con Adición de Orégano. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador.
4. CENTRO PARA LA POLÍTICA Y PROMOCIÓN DE LA NUTRICIÓN. (1995) Cómo Comprar Queso. Departamento De Agricultura De Estados Unidos (Usda); [Documento en línea]. Disponible en:  
<http://www.ams.usda.gov/spanish/cheesespan.htm>
5. CHAMORRO, LOSADA. (2003). El Análisis Sensorial de los Quesos. Ediciones Mundi-Prensa y A. Madrid Vicente. Madrid-España.

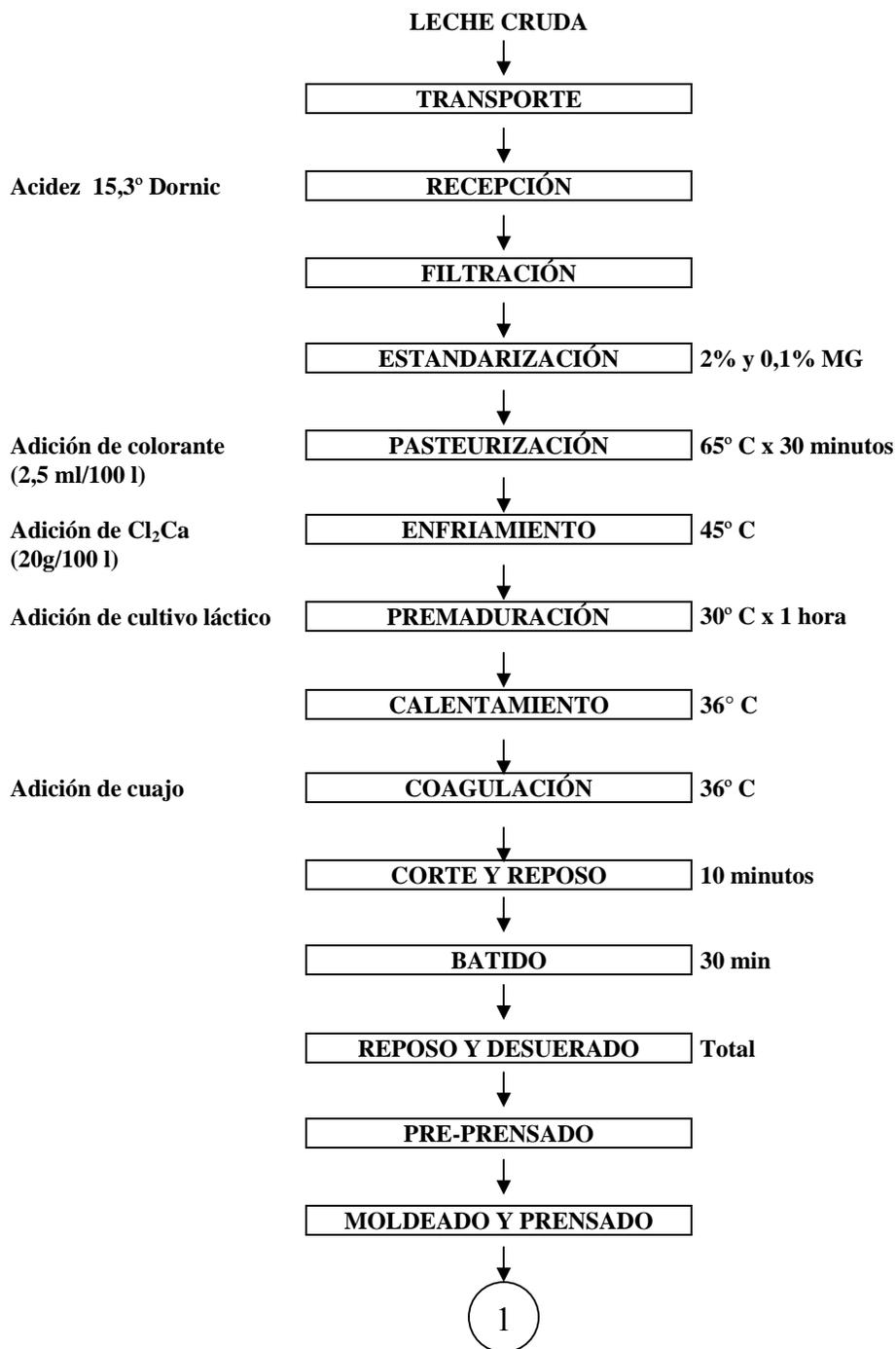
6. DELGADO C. Valor Nutritivo del Queso y su Interés para el Consumidor. (2004). [Documento en línea]. Disponible en:  
<http://www.tecnologiadelqueso.com/conocer/quesoynutricion.php>
7. DUBACH J. (1988). El ABC para la Quesería Rural del Ecuador. Convenio MAG-COTESU. 2da Edición. Quito 1988.
8. FAO. Manual de Elaboración de Quesos. (1986). Grupo Regional de Fomento y Capacitación Lechera para América Latina.
9. FUNDAMENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE QUESOS. (2004).  
Principios para la Elaboración de Quesos. [Documento en línea] Disponible en:  
<http://members.tripod.com/ve/tecnologia/queso2.htm>
10. GONZÁLES M. (2002) Tecnología para la Elaboración de Queso Amarillo, Cremas y Mantequilla. Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT). Autoridad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa (AMPYME). [Documento en línea] Disponible en:  
[http://www.senacyt.gob.pa/g\\_innovacion/facitec/docs/ft-12.pdf](http://www.senacyt.gob.pa/g_innovacion/facitec/docs/ft-12.pdf)
11. INEN. (1973) Quesos. Clasificación y Designaciones. Norma Técnica 62. Quito-Ecuador.

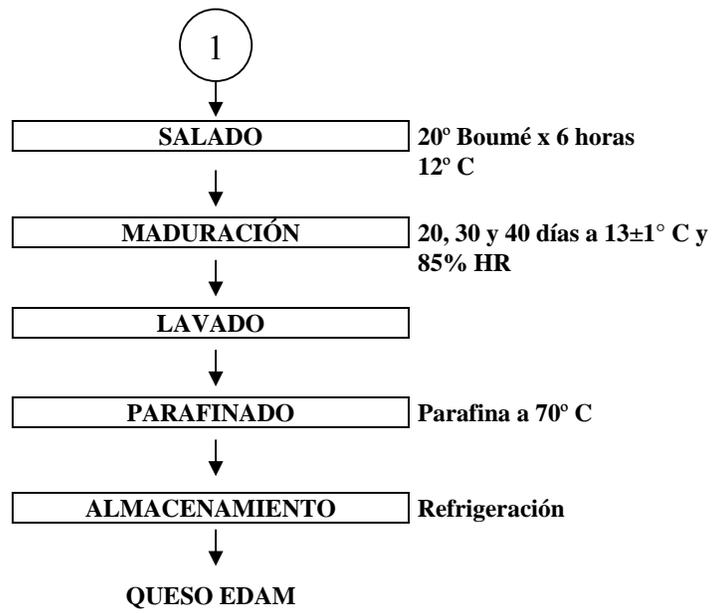
12. LASCANO S., MOLINA C. (2005) Evaluación de Tiempos de Maduración y Pesos Óptimos de Queso Semimaduro Tipo Holandés para Sandwich. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador.
  
13. MANUALES PARA EDUCACIÓN AGROPECUARIA. (1987) Elaboración de Productos Lácteos. Editorial Trillas. México.
  
14. NASANOVSKY M., GARIJO R., KIMMICH R. Lechería. (2006)  
[Documento en línea] Disponible en:  
<http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm>
  
15. NIELSEN, ILLINGWORTH. (1986). Guía Práctica para Técnicos en Quesería. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería de FAO para América Latina. Centro de Adiestramiento Lechero del Instituto Técnico Agropecuario de la Sierra “Luis A. Martínez”. Ambato-Ecuador.
  
16. PORTER J. W. G. (1991). Leche y Productos Lácteos. Editorial Acribia. Zaragoza-España.
  
17. REVILLA A. (1991) Tecnología de la Leche. Editorial Herrero Hermanos. México.

18. SÁNCHEZ C. Elaboración de Quesos: Fallas y Posibles Soluciones.  
[Documento en línea] Disponible en:  
<http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd52/quesos.htm>
19. TALLER DE CAPACITACIÓN PARA MICROEMPRESARIOS RURALES.  
(2001). Tecnologías Básicas de Aprovechamiento de la Leche en el Área Rural. Programa de Apoyo a la Microempresa Rural de América Latina y el Caribe. Proyecto FIDA-IICA [Documento en línea]. Disponible en:  
<http://www.promer.cl/getdoc.php?docid=150>
20. SÁNCHEZ J. Queso Madurado. (2003). [Documento en línea]. Infoalimentos.  
Disponible en:  
<http://www.alimentosnet.com.ar/trabajos/sanchezedwards/quesomaduradolacteas.doc>
21. VEISEEYRE, R. Lactología Técnica. (1988). Editorial Acribia. Zaragoza, España.

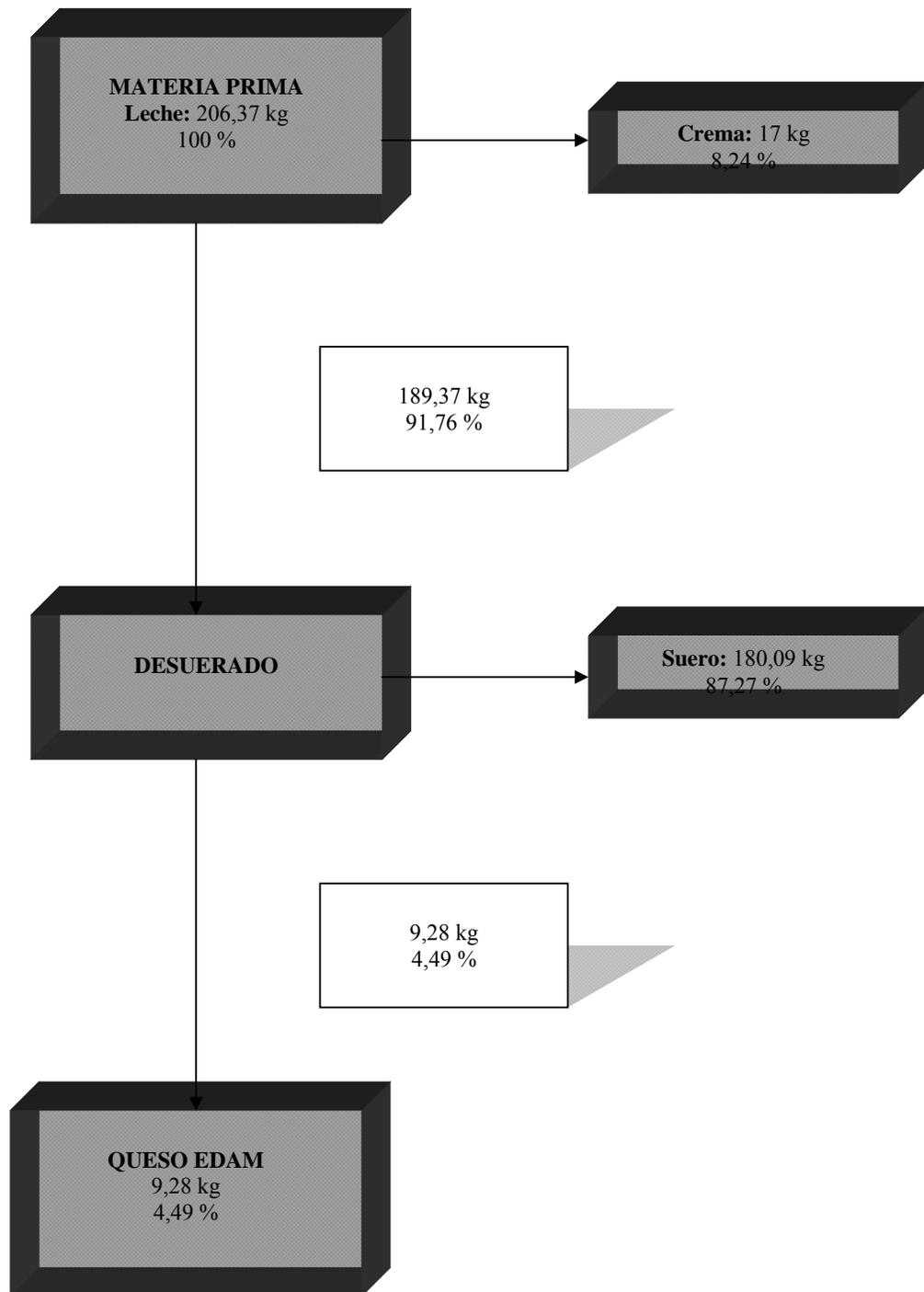
# **ANEXOS**

# ANEXO 1. FLUJOGRAMA DE PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO EDAM





## ANEXO 2. BALANCE DE MATERIALES





**ANEXO 4. GUÍA INSTRUCTIVA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL  
DEL QUESO EDAM ELABORADO CON LECHE  
SEMIDESCREMADA Y DESCREMADA**

**INSTRUCCIONES PARA EL CATADOR**

Para la evaluación y valoración técnica y correcta de este producto es importante considerar sus propiedades organolépticas y físicas afinando sus sentidos, para lo cual tómesese el tiempo necesario, analizando detenidamente las características que para su mejor desempeño se las detallamos a continuación:

**COLOR:** Debe ser amarillento, pálido, uniforme y agradable a la vista.

**Defectos:** Manchas verdes o grises.

**SABOR:** Debe ser agradable al paladar, ligeramente ácido y sin exceso de sal.

**Defectos:** Insípido, muy ácido, muy salado o con sabor rancio o mohosa.

**AROMA:** Debe ser característico al producto, en este caso al queso semi-maduro.

**Defectos:** Desagradable, rancio, mohoso.

**CONSISTENCIA:** Debe ser semi-duro, compacto y homogéneo.

**Defectos:** Muy duro, muy suave, desmenuzable o con numerosos agujeros.

**GRADO DE ACEPTACIÓN:** Evalúe la aceptación del producto en forma global, de acuerdo a la tabla de valoración.

## ANEXO 5. FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Marque con una X el valor de su preferencia de acuerdo a la escala numérica propuesta para la caracterización de cada muestra:

**FECHA:**

**N° DE CATADOR:**

Muestra: 1	(MUY AGRADABLE) ← NEUTRO → (MUY DESAGRADABLE)									
<b>Características</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Color										
Sabor										
Aroma										
Consistencia										
Grado d aceptación										

Muestra: 2	(MUY AGRADABLE) ← NEUTRO → (MUY DESAGRADABLE)									
<b>Características</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Color										
Sabor										
Aroma										
Consistencia										
Grado d aceptación										

Muestra: 3	(MUY AGRADABLE) ← NEUTRO → (MUY DESAGRADABLE)									
<b>Características</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Color										
Sabor										
Aroma										
Consistencia										
Grado d aceptación										

Muestra: 4	(MUY AGRADABLE) ← NEUTRO → (MUY DESAGRADABLE)									
<b>Características</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Color										
Sabor										
Aroma										
Consistencia										
Grado d aceptación										

Muestra: 5	(MUY AGRADABLE) ← NEUTRO → (MUY DESAGRADABLE)									
<b>Características</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Color										
Sabor										
Aroma										
Consistencia										
Grado d aceptación										

Muestra: 6	(MUY AGRADABLE) ← NEUTRO → (MUY DESAGRADABLE)									
<b>Características</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Color										
Sabor										
Aroma										
Consistencia										
Grado d aceptación										

Muestra: 7	(MUY AGRADABLE) ← NEUTRO → (MUY DESAGRADABLE)									
<b>Características</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Color										
Sabor										
Aroma										
Consistencia										
Grado d aceptación										

Muestra: 8	(MUY AGRADABLE) ← NEUTRO → (MUY DESAGRADABLE)									
<b>Características</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Color										
Sabor										
Aroma										
Consistencia										
Grado d aceptación										

Muestra: 9	(MUY AGRADABLE) ← NEUTRO → (MUY DESAGRADABLE)									
<b>Características</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Color										
Sabor										
Aroma										
Consistencia										
Grado d aceptación										

Muestra: 10	(MUY AGRADABLE) ← NEUTRO → (MUY DESAGRADABLE)									
<b>Características</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Color										
Sabor										
Aroma										
Consistencia										
Grado d aceptación										

**ANEXO 6. COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL QUESO EDAM CON LECHE DESCREMADA Y SEMIDESCREMADA**

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario USD</b>	<b>Costo total USD</b>
<b>Leche</b>	litros	200	0,30	60,00
<b>Cultivo Lácteo</b>	sobres	2	5,00	10,00
<b>Cuajo</b>	g	3	0,10	0,30
<b>Sal</b>	kg	1	0,60	0,60
<b>Cloruro de calcio</b>	g	35	0,005	0,18
<b>Parafina</b>	kg	1	10,00	10,00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
<b>Agua Energía eléctrica Combustible</b>				10,00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>91,08</b>

Luego de calcular los costos de producción se concluye que para obtener 25 quesos Edam de 500 gramos cada uno, se invierten 91,08 USD.

El costo por unidad es de: 3,64 USD.

**COSTOS DE MAQUINARIA**

<b>EQUIPOS</b>	<b>COSTO USD</b>
<b>Cámara de maduración</b>	<b>5.760,00</b>

## **ANEXO 7. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

**ANEXO 8. DATOS DE PLATAFORMA DE CALIDAD FÍSICO -  
QUÍMICA DE LA LECHE**

<b>CODIGO</b>	<b>TRATA.</b>	<b>Leche Litros</b>	<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Acidez °D</b>	<b>Reductasa (horas)</b>	<b>Prueba de alcohol</b>	<b>CMT</b>
T1	A1B1	33,3	1,0319	2,00	15,30	5,00	-	-
T2	A1B2	33,3	1,0319	2,00	15,30	5,00	-	-
T3	A1B3	33,3	1,0319	2,00	15,30	5,00	-	-
T4	A2B1	33,3	1,0337	0,1	15,00	5,00	-	-
T5	A2B2	33,3	1,0337	0,1	15,00	5,00	-	-
T6	A2B3	33,3	1,0337	0,1	15,00	5,00	-	-

**ANEXO 9. VARIACIÓN DEL pH DE LOS QUESOS**

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>pH INICIAL</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
T1	A1B1	4,90	5,07	5,04	5,03	5,01
T2	A1B2	4,89	5,24	5,27	5,29	5,19
T3	A1B3	4,95	5,33	5,32	5,24	5,30
T4	A2B1	5,39	5,56	5,51	5,45	5,54
T5	A2B2	5,50	5,61	5,57	5,56	5,59
T6	A2B3	5,45	5,64	5,65	5,64	5,62

**pH Inicial.-** Registrado al ingreso de los quesos a la cámara de maduración.

**ANEXO 10. VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS  
QUESOS**

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>HUMEDAD INICIAL</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
T1	A1B1	47,53	45,20	45,16	44,57	47,73
T2	A1B2	47,04	43,16	43,87	42,21	42,31
T3	A1B3	46,71	42,06	41,65	40,16	39,44
T4	A2B1	52,93	51,99	52,78	52,69	52,40
T5	A2B2	52,05	48,95	47,45	49,62	50,56
T6	A2B3	51,26	46,91	48,46	46,3	46,72

**Humedad Inicial.-** Registrada al ingreso de los quesos a la cámara de maduración.

**ANEXO 11. VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA DE LOS  
QUESOS**

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>GRASA INICIAL</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
T1	A1B1	20,0	21,5	21,0	23,0	22,0
T2	A1B2	20,0	22,5	23,0	24,0	23,5
T3	A1B3	20,5	25,0	25,0	25,0	25,5
T4	A2B1	1,0	1,1	1,1	1,0	1,1
T5	A2B2	1,0	1,1	1,0	1,0	1,2
T6	A2B3	1,1	1,2	1,1	1,1	1,0

**Grasa Inicial.-** Tomada al ingreso de los quesos a la cámara de maduración.

**ANEXO 12. VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA EN EXTRACTO  
SECO DE LOS QUESOS**

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>GRASA EN EXTRACTO SECO INICIAL</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
T1	A1B1	38,12	39,23	38,29	41,49	42,09
T2	A1B2	37,76	39,58	40,53	41,53	40,73
T3	A1B3	38,47	43,15	42,84	41,78	42,11
T4	A2B1	2,12	2,29	2,33	2,11	2,31
T5	A2B2	2,09	2,15	1,90	1,98	2,43
T6	A2B3	2,26	2,26	2,13	2,05	1,88

**Grasa en el extracto seco.-** Valores calculados a partir de los datos iniciales de grasa al ingreso a la cámara de maduración.

**ANEXO 13. VARIACIÓN DE LA TEXTURA DE LOS QUESOS**

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TEXTURA INICIAL</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
T1	A1B1	0,32	0,31	0,38	0,38	0,40
T2	A1B2	0,28	0,53	0,57	0,56	0,65
T3	A1B3	0,3	1,11	1,15	1,07	1,18
T4	A2B1	1,3	3,50	3,50	3,57	3,67
T5	A2B2	1,25	4,75	4,75	4,75	4,75
T6	A2B3	1,3	4,75	4,75	4,75	4,75

**Textura Inicial.-** Tomada al ingreso de los quesos a la cámara de maduración.

## ANEXO 14. CALIFICACIONES ORGANOLÉPTICAS DE LOS QUESOS

### a) CALIFICACIONES PARA EL COLOR

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Sumatoria	Promedio
T1	8	9	10	8	8	4	8	6	10	9	80	8
T2	6	7	10	7	7	5	6	4	10	8	70	7
T3	6	9	10	8	7	8	7	4	10	9	78	7,8
T4	1	3	1	8	8	6	5	3	10	4	49	4,9
T5	1	8	6	8	9	6	5	10	10	9	72	7,2
T6	7	6	8	6	4	4	6	9	10	10	70	7
T7	2	6	1	4	7	7	4	4	10	10	54	5,4
T8	5	2	10	3	4	4	6	3	10	4	51	5,1
T9	8	10	3	4	4	4	6	2	10	7	58	5,8
T10	8	5	10	7	4	3	6	1	3	10	57	5,7

### b) CALIFICACIONES PARA EL SABOR

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Sumatoria	Promedio
T1	5	9	7	2	6	4	8	8	9	7	65	6,5
T2	8	8	10	7	7	5	6	6	10	7	74	7,4
T3	8	8	9	8	8	10	7	8	10	8	84	8,4
T4	2	3	1	8	6	2	3	9	10	4	48	4,8
T5	2	6	1	8	8	1	3	9	10	10	58	5,8
T6	3	7	1	4	3	2	3	10	9	8	50	5,0
T7	5	7	1	3	6	4	4	9	10	7	56	5,6
T8	6	5	3	2	2	5	5	2	10	4	44	4
T9	9	2	5	3	3	2	6	2	10	4	46	4,6
T10	8	4	7	8	4	5	6	2	10	3	57	5,7

### c) CALIFICACIONES PARA EL AROMA

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Sumatoria	Promedio
T1	8	9	8	2	6	4	8	10	10	9	74	7,4
T2	9	8	10	7	6	5	7	7	10	7	76	7,6
T3	8	6	9	3	7	7	7	4	10	9	70	7
T4	2	3	1	6	8	3	5	6	10	4	48	4,8
T5	3	4	1	4	9	2	5	8	10	9	55	5,5
T6	3	5	2	7	5	4	6	8	10	10	60	6
T7	2	7	2	6	7	4	6	6	10	7	57	5,7
T8	6	3	7	3	5	3	6	6	10	5	54	5,4
T9	9	3	8	4	5	3	7	6	20	8	63	6,3
T10	8	3	10	5	7	2	6	4	10	2	57	5,7

**d) CALIFICACIONES PARA LA CONSISTENCIA**

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Sumatoria	Promedio
T1	9	10	9	7	5	5	7	7	10	10	79	7,9
T2	9	5	10	8	5	6	7	4	10	5	69	6,9
T3	9	6	8	8	6	8	8	4	10	5	72	7,2
T4	7	4	9	2	8	4	5	3	10	3	55	5,5
T5	7	6	9	8	8	4	5	9	10	9	75	7,5
T6	5	9	9	8	4	4	6	6	10	10	71	7,1
T7	5	6	9	8	6	2	5	6	10	3	60	6,0
T8	4	3	1	4	3	4	5	3	10	4	41	4,1
T9	9	3	1	3	2	2	5	2	10	5	42	4,2
T10	9	4	1	6	4	1	5	3	10	2	45	4,5

**e) CALIFICACIONES PARA LOS GRADOS DE ACEPTACIÓN**

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Sumatoria	Promedio
T1	8	10	9	5	6	5	7	8	10	10	79	7,9
T2	8	7	10	8	7	6	7	4	10	8	79	7,9
T3	9	8	9	4	7	10	7	5	10	6	79	7,9
T4	4	5	1	7	6	2	3	7	10	3	79	7,9
T5	3	6	1	9	8	1	3	9	10	10	79	7,9
T6	4	8	1	7	3	2	3	8	10	10	79	7,9
T7	5	7	1	6	6	4	4	7	10	6	79	7,9
T8	5	4	1	3	2	4	5	2	10	3	79	7,9
T9	10	2	3	4	3	2	5	1	10	3	79	7,9
T10	9	3	1	6	4	1	5	1	10	3	79	7,9