

## **I. INTRODUCCIÓN**

Los usos más importantes para la leche cruda que Ecuador produce son el consumo humano directo y la alimentación de terneros en las fincas. Otros usos destacados son el procesamiento artesanal de los quesos y mantequilla y la industrialización para elaborar leche pasteurizada y los derivados lácteos.

El consumo per capita de leche líquida en el Ecuador se estima de 82 litros anuales ó 0.22 litros diarios. Por otra parte, se calcula que el consumo per capita de derivados lácteos en el Ecuador alcanza los 55 litros anuales de leche distribuidos entre quesos frescos (29 litros), quesos maduros (7 litros), yogur (10 litros) y leche en polvo (9 litros), por tanto se puede indicar que el mercado ecuatoriano se fundamenta en productos lácteos frescos.

Generalmente en las pequeñas empresas rurales de nuestra provincia, las condiciones de ordeño, transporte y conservación de la leche no se encuentran dentro de los parámetros adecuados, esto es causado por varios factores, entre los mas significativos podemos citar la falta de capacitación, no cuentan con los recursos técnicos apropiados, o simplemente existe un marcado descuido en el tratamiento adecuado de la leche. Las causas antes citadas han llevado a las pequeñas y medianas queseras rurales a trabajar con materias primas (leche) de mala calidad acompañado esto de la ausencia de buenas prácticas de manufactura que se deberían aplicar al momento del trabajo.

La leche y los productos lácteos debidos a su composición química y a su elevada actividad de agua, es un magnífico sustrato para el crecimiento de una gran diversidad de microorganismos.

Como resultado de esto es que se elaboran productos de baja y hasta de pésima calidad, lo cual se ve reflejada por la poca vida útil y la consiguiente devolución y/o reclamo por parte de los clientes. Además esto ha generado un estancamiento en la economía ya que no pueden competir ni siquiera con los mercados locales lo que genera decepciones y pérdidas a los pequeños empresarios.

Estos inconvenientes son causados principalmente por la contaminación de microorganismos perjudiciales que se multiplican de manera acelerada tanto en la materia prima como en el producto terminado por la falta de controles y aplicación de medidas que tiendan a paliar estos efectos

Con el avance de la tecnología en el área alimentaria se ha favorecido a la utilización de productos que ayuden a disminuir en cierta medida estos graves problemas, es así que, con la utilización de aditivos (nitratos) se pretende determinar los efectos que generen los mismos, para apuntar a mejoras de la calidad de los alimentos, beneficiando directamente a los consumidores; y por otra parte se logre establecer centros de procesamiento de lácteos modelos capaces de impartir los resultados a nivel rural y ser competitivos en los mercados locales y nacionales.

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

- Utilizar nitratos (Antibut) para eliminar bacterias del grupo Coli aerogenes en la elaboración de queso Andino
- Evaluar las características microbiológicas del queso Andino con la aplicación de Antibut en los siguientes niveles 25, 50, 75, 100 % del valor referencial que es de 20 g en 100 litros de leche.
- Analizar la rentabilidad con la utilización del Antibut en el queso Andino considerando el beneficio - costo de la producción

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. EL QUESO**

#### **1. Definición**

González, M. (2002), señala que el queso es el producto obtenido por coagulación de la leche pasteurizada, integral o parcialmente descremada, constituido esencialmente por caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado, que retiene un porcentaje de la materia de grasa, según el caso, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales.

En <http://www.consumaseguridad.com> (2003), se reporta que el queso es el producto maduro obtenido por separación del suero después de la coagulación de la leche natural, nata, suero de mantequilla o la mezcla de éstas. Su valor nutritivo depende de la elaboración, de la materia prima y del proceso de maduración.

Sánchez, J. (2005), indica que el queso es un alimento básico que se consume desde tiempos remotos y cuyo nacimiento fue, sin duda, fruto de la casualidad. En un principio el queso se hacía dejando cuajar la leche, batiéndola luego con unas ramas, prensando la mezcla con unas piedras, Posteriormente esta masa se dejaba secar al sol y por último se espolvoreaba con sal. A lo largo de los siglos, las técnicas artesanas fueron produciendo una gran diversidad de quesos. La intervención de la iglesia fue fundamental para el perfeccionamiento de los métodos, a través de las órdenes monásticas, que a su vez contribuyeron a la difusión de las técnicas.

#### **2. Importancia**

Revilla, A. (1996), señala que el queso es una de las formas más antiguas de conservar los principales elementos nutritivos de la leche. La elaboración de la mayoría de los quesos involucra la coagulación que se lleva a cabo por medio de enzimas de origen animal microbiano y de ácidos orgánicos, como los ácidos

acético, cítrico y láctico. Después de la coagulación sigue el corte de la cuajada, la agitación, calentamiento, desuere, salado, moldeado, prensado, envasado y almacenamiento.

El queso es la modalidad más antigua de transformación industrial de la leche, proporciona proteínas ricas en aminoácidos esenciales no sintetizables por el organismo (González, M., 2002).

<http://www.sica.gov.ec>. (2005), afirma que la producción de queso es la forma más primitiva de conservación de un alimento perecedero tan utilizado como es la leche. Hasta hace 40 años era común la operación de queserías caseras en inmensas haciendas ganaderas de propiedad de un reducido número de familias. Posteriormente, factores como la reforma agraria y la parcelación de tierras convirtieron las grandes haciendas en productores de leche cruda y queso fresco. Sin embargo, el desarrollo más notable del sector de los quesos se evidencia a raíz de las políticas agropecuarias que establecieron el control del precio de la leche en 1.980. Esta situación desmotivó la producción de leche fresca pasteurizada (y por ende la de leche cruda), al tiempo que impulsó el crecimiento de las empresas artesanales y sobre todo industriales del queso.

### **3. Ventajas y beneficios**

Rodríguez, A. y Sermeño, A. (2005), señalan que la elaboración de queso presenta las siguientes ventajas y beneficios:

Ventajas:

- Incrementa el Valor Agregado a la producción de leche.
- La transformación de la leche en queso la convierte en producto menos perecedero.
- Disponibilidad de un alimento de alto valor nutritivo.
- Contribuye a la diversificación de la industria láctea.

Entre los beneficios se anotan:

- Económicos: Aumento del ingreso económico del productor al transformar la leche en queso.
- Sociales: Generación de empleo en el área rural; creación de microempresas; disponibilidad de derivados lácteos de buena calidad para las comunidades rurales; y, formación de mano de obra calificada.
- Ambientales: Al eliminar la materia orgánica del suero por medio de la obtención del requesón y al darle uso al suero crudo para alimentar cerdos y aves se evita que el suero se convierta en producto contaminante al ambiente.

#### **4. Clasificación y criterios de clasificación**

González, M. (2002), a los quesos los clasifica en base a los siguientes criterios:

- De acuerdo al contenido de humedad: se clasifican en quesos duros, semiduros y blandos.
- De acuerdo al método de coagulación de la caseína: se clasifican en quesos al cuajo (enzimáticos), queso de coagulación láctica (ácido láctico), queso de coagulación de ambos métodos.
- De acuerdo al microorganismo utilizado en la maduración y la textura del queso: se clasifican en quesos de ojos redondeados, granulares y quesos de textura cerrada.

Por su parte, en <http://www.sica.gov.ec>. (2005), se indica que se puede clasificar el queso según diversos parámetros que son los siguientes:

Según el método de elaboración del queso:

- Quesos frescos
- Quesos curados o madurados

- Quesos de pasta blanda: su pasta es flexible y untable
- Quesos con corteza enmohecida: Su superficie está recubierta por mohos blancos. Ejemplos: brie, camembert.
- Quesos con corteza lavada: Su corteza se limpia varias veces durante su proceso de curación con un paño humedecido en salmuera. Su pasta es cremosa y su olor y color intensos. Su corteza es fina y de color naranja. Ejemplos: chaumes, munster.
- Quesos de pasta veteadada: Durante su maduración, crecen en su interior mohos azules que forman vetas o cavernas de este color. Ejemplo: roquefort.
- Quesos de pasta prensada: Son los que después del proceso de cuajado sufren un prensado de pérdida del suero, por lo que su pasta es semidura o dura.
- Quesos de pasta prensada no cocida: En este grupo se encuentran la mayoría de los quesos españoles, representados perfectamente por el manchego.
- Quesos de pasta prensada cocida: La cuajada sufre un calentamiento a 45 - 50 °C. Su pasta queda muy consistente y con ojos regulares en su interior, según el tipo de queso. Ejemplos: emmenthal y gruyère.
- Quesos fundidos o de segunda mano: Obtenidos por la reelaboración de productos primarios. Son una mezcla de varios quesos o incluso de uno solo. En ocasiones se añade leche en polvo, suero, nata o mantequilla, agua y siempre con sales fundentes. El empaste, sometido a un recalentamiento a 120 - 130 °C, y a agitación, da una emulsión estable y homogénea. Dentro de este grupo, podemos encontrar: quesos fundidos en porciones y quesos fundidos para untar, que en la actualidad se presentan con distintos ingredientes como especias, nueces, salmón, jamón, etc.

Según el proceso de curación y prensado:

- Quesos frescos: No sufren proceso de curación alguno. Generalmente no tienen corteza y apenas se prensan. Poseen un aroma característico y se alteran con facilidad por lo que es necesario mantenerlos en refrigeración y consumirlos en pocos días.
- Quesos blandos: Estos quesos sufren un proceso de maduración que puede ir

desde varias semanas a meses. La mayoría tienen una corteza de cierta consistencia y algunos quesos pertenecientes a este grupo como el camembert no se prensan. Otros quesos pertenecientes a este grupo, además del camembert, son el brie, el emmenthal, etc.

- Quesos semiduros: Este grupo abarca quesos de muy diversos tipos como son los de pasta azul (cabrales, roquefort, danablu), los de pasta amarilla y cremosa cuya corteza tiene cierta consistencia.
- Quesos duros: Estos quesos son sometidos a largos períodos de maduración, a veces superiores a un año, y sufren un proceso de prensado intenso.

Según la leche utilizada para su elaboración:

- De leche de vaca
- De leche de oveja
- De leche de cabra

Según el método de coagulación o tipo de cuajo empleado:

- Cuajo tradicional
- Cuajo vegetal (no es el más común, pero precisamente el empleo de este tipo de cuajo es la característica distintiva de algunos quesos como el que se elabora en Murcia a partir de un cuajo obtenido gracias a las flores de la alcachofa o el que se elabora en Cáceres gracias a las flores del cardo)
- Cuajo microbiano o con mezclas de los distintos tipos

Según el contenido de humedad:

- Frescos los quesos con un contenido en humedad del 60 - 80 %.
- Si el contenido en humedad es del 55 - 57%, hablamos de un queso blando.
- Cuando el queso posee un contenido en humedad del 42 - 55 % se trata de un queso semiduro.
- Finalmente, si el contenido en humedad se reduce a un 20 - 40 % estamos hablando de un queso duro.

Según el contenido graso:

- Un queso extragrasso contiene más del 60% de lípidos.
- Un queso graso tiene un contenido graso del 45-60%.
- Si el porcentaje de grasa oscila entre el 25 y 45% es un queso semigraso.
- Cuando el contenido es del 10-25 % de grasa, podemos hablar de un queso semidesnatado.
- Para que un queso sea considerado desnatado, su porcentaje graso debe ser inferior al 10%.

Según la textura:

- Quesos con ojos redondeados (emmenthal, gruyère, gouda.)
- Quesos con textura granular (manchego, tilsit.)
- Quesos con textura cerrada (parmesano, cheddar)

Según el tipo de microorganismo que crece en la masa o en la corteza:

- Quesos veteados de pasta azul. En ellos crece el *Penicillium* en toda la masa. Ejemplos de este tipo de quesos son: roquefort, cabrales, etc.
- Quesos de moho. Los más representativos de este grupo son el camembert y el brie, ambos de origen francés.
- Quesos de corteza enmohecida, como el Saint Pauline.
- Quesos madurados por adición de cultivos lácticos. La mayoría de los quesos pertenecen a este grupo. Durante el proceso de elaboración se añade el cultivo láctico a la leche antes de que se produzca la coagulación de ésta.

Según el país de origen:

Actualmente, los quesos que han tenido una mayor aceptación por los consumidores y que tienen una amplia salida en el mercado (como el edam, el gouda o el camembert) son fabricados en todo el mundo, pero casi todos los quesos tienen un país de origen determinado como por ejemplo:

- Quesos franceses: roquefort, camembert, brie.
- Quesos suizos: emmenthal, gruyere.
- Quesos Holandés: edam y gouda.
- Quesos Alemanes: munster, limburguer.
- Quesos daneses: danablu, elbo.
- Quesos italianos: mozzarella (una particularidad de este queso es que el auténtico está elaborado con leche de búfala), parmigiano, gorgonzola.
- Quesos ingleses: cheddar, derby (llamado de este modo en honor a la primera fábrica quesera de la que se tienen datos, creada en la localidad inglesa de Derby en el año 1870).
- Quesos estadounidenses: monterrey, american cheese (semejante al cheddar inglés).
- Quesos españoles: tetilla, san Simón, Arzúa -Ulloa, Cabrales, quesucos de Liébana, mahón.

## **5. Variedades de quesos en el Ecuador**

En la página <http://www.sica.gov.ec>. (2005), se reporta que en el Ecuador, actualmente existen una gran variedad de quesos y que para su clasificación se los ha agrupado bajo los siguientes criterios:

Según el contenido de agua del queso:

- Quesos frescos o sin madurar
- Quesos blandos o tiernos
- Quesos semi – curados o semi – maduros
- Quesos curados o maduros

Según la textura del queso:

- Quesos compactos
- Quesos con ojos redondeados y granulares
- Quesos con ojos de formas irregulares

Según el contenido de grasas:

- Quesos grasos
- Quesos semigrasos
- Quesos secos

## **6. Procesos en la transformación de la leche en queso**

González, M. (2002), manifiesta que la transformación de la leche en queso consta de fundamentalmente de dos procesos: la obtención de la cuajada y su maduración. Estos procesos a su vez se pueden dividir en tres fases esenciales:

- La formación del gel de caseína. Es el cuajado o coagulación de la leche;
- La deshidratación parcial de este gel por sinéresis, es decir, por contracción de las micelas que la forman. Es el desuerado de la cuajada;
- La maduración enzimática del gel deshidratado. Es el afinado o maduración de la cuajada, del que es responsable, la proliferación de determinados microorganismos.

## **7. Valor nutritivo**

La composición química del queso se reporta en los cuadros 1 y 2, donde se observa que el contenido de proteína fluctúa entre 18 a 21 %, el contenido de humedad de 50 a 52 %.

### **Cuadro 1. VALOR NUTRITIVO DEL QUESO ANDINO**

Nutriente	Contenido (%)
Proteína	18.0
Grasa	25.0
Carbohidratos	1.8
Agua	52.0
Sal	2.0

FUENTE: Dubach, J. (1988)

**Cuadro 2. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL QUESO**

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

FUENTE: FAO (2000)

Según el INEN (1996), el queso fresco de acuerdo a su clasificación, analizado según las normas técnicas correspondientes, deberá cumplir con los requisitos establecidos en el cuadro 3.

Revilla, A. (1996), reporta que el queso tipo Andino presenta un contenido de 50% de agua, 24% de grasa y 21% de proteína.

Pérez, A. (2001), al evaluar el queso Andino elaborado con leche de diferentes razas bovinos (Jersey, Brown swiss y Holstein frisian), encontró que el contenido de proteína varió entre 18.0 y 21.2 %, los sólidos totales de 50.0 a 61.0 %, el contenido graso fluctuó de 22.0 a 28.1 % y el contenido de cenizas de 4.3 a 4.5%, existiendo diferencias altamente significativas por efecto del tipo de leche utilizada

**Cuadro 3. REQUISITOS DEL QUESO FRESCO**

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

FUENTE: Norma INEN 1528 (1996)

en función de la raza de procedencia, cuyas respuestas se reportan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 4. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL QUESO TIPO ANDINO OBTENIDO A PARTIR DE LECHE PROCEDENTE DE VACAS DE TRES RAZAS DIFERENTES**

Parámetros	RAZAS			Sig.
	Holstein	Brown Swiss	Jersey	
Proteína, %	18.0c	19.7 b	21.2 a	**
Sólidos Totales, %	50.0 c	57.0 b	61.0 a	**
Grasa, %	22.0 b	23.6 b	28.1 a	**
Cenizas, %	4.30 a	4.70 a	4.50 a	ns

\*\* : Existen diferencias altamente significativas

FUENTE: Pérez, A. (2001)

## 8. Requisitos microbiológicos del queso

El INEN (1996) indica que el queso ensayado de acuerdo con las normas ecuatorianas deberá cumplir con los siguientes requisitos de microbiológicos:

**Cuadro 5. REQUISITO MICROBIOLÓGICO DEL QUESO**

Requisitos	clase	n	c	M	M	Método de ensayo
<i>E coli</i>	3	5	2	100/g	500/g	INEN 1529
<i>S aureus</i>	3	5	2	100/g	1000/g	INEN 1529
Salmonella	3	5	0	0	0	INEN 1529

n = Número de muestras que deben analizarse

c = Número de muestras que se permite que tengan un recuento mayor que m pero no mayor que M.

m = Recuento máximo recomendado

M = Recuento máximo permitido.

FUENTE: INEN Norma 1528 (1996).

El Ministerio de Salud del Perú (1998), en la Norma NTP 202.087 establece requisitos microbiológicos para el queso fresco para los siguientes microorganismos: coliformes de  $10^2$  a  $10^3$  NMP/g; *Escherichia coli*, de 10 hasta  $10^2$  NMP/ g; ausencia de *Salmonella* spp. en 25 g

**Cuadro 6. NIVELES DE TOLERANCIA DE MICROORGANISMOS DEL QUESO**

Microorganismos	Criterio de Aceptación	Categoría ICMSF	Métodos de Ensayo
Coliformes/g (30°C)	m=100 M=1000	5	FIL 73A: 1985
Coliformes/g (45°C)	m=50 M=500	5	APHA 1992
Estafilococos/g	m= 10 M=100	8	FIL 145: 1990
Hongos y Levaduras/g	m=500 M=5000	2	FIL 94B: 1990
<i>Salmonella sp</i> /25g	m=0	10	FIL 93A: 1985

m = Recuento máximo recomendado

M = Recuento máximo permitido.

FUENTE: Mercosur (2000)

Madrid, A. (1999), señala que en las normas españolas, la tolerancia de microorganismos indicadores se indican en el siguiente cuadro.

**Cuadro 7. NIVELES DE MICROORGANISMOS TOLERABLES DEL QUESO**

Bacteria	n	c	m	M
Entero bacterias totales/g	5	2	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
<i>E coli</i> / g	5	2	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$
<i>Staphylococcus aureus</i> /g	5	1	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$
Salmonella o shigella/25g	5	0	0	0

n = Número de muestras que deben analizarse

c = Número de muestras que se permite que tengan un recuento mayor que m pero no mayor que M.

m = Recuento máximo recomendado

M = Recuento máximo permitido.

FUENTE: Madrid, A. (1999)

## 9. Proceso de elaboración del queso

### a. Preparación de la leche

De acuerdo a González, M. (2002), la leche se somete a diferentes tratamientos para obtener un producto homogéneo y con parámetros óptimos para la obtención del queso que se fabricará, entre estos tenemos:

- Filtrado
- Clarificación
- Desnatado o añadido de nata (obtener contenido graso óptimo)
- Homogenización de los glóbulos grasos en el seno de la leche.
- Pasteurización a 72°C/15 segundos en HTST o en cuba a 63°C/30 minutos.

En <http://www.sica.gov.ec>. (2005), se señala que la leche debe tener un contenido microbiano bajo al llegar a la quesería. Debe controlarse también la presencia de antibióticos que inhiben el crecimiento del cultivo bacteriano que se utiliza en la fermentación del queso y que impedirían la coagulación. La leche debería transportarse en cisternas isotermas a una temperatura de entre (4-6 °C.) Si no es así, se enfriará inmediatamente al llegar a la fábrica hasta que alcance una temperatura de (3- 4 °C). A continuación la leche se higieniza por centrifugación (para eliminar las impurezas sólidas), se normaliza el contenido en grasa y se pasteuriza a (70-80 °C) durante 15 segundos. Este último paso (la pasteurización) no tiene lugar en la elaboración de quesos artesanos, que se elaboran con leche cruda.

Sánchez, J. (2005), indica que la leche para la elaboración del queso artesanal no siempre es sometida a tratamiento térmico alguno, lo cual puede ser causa de intoxicaciones alimentarias, el queso fabricado industrialmente siempre parte de una leche pasteurizada, de modo que se quede garantizada la calidad microbiológica.

#### **b. Adición de fermentos lácteos**

Según Madrid, A. (1999), los fermentos lácticos desarrollan aromas o sustancias precursoras de aromas que en realidad son capaces de desdoblar las proteínas en péptidos y aminoácidos o bien otras enzimas que descomponen grasas. En quesería se prefiere emplear un inóculo que no pase a los 60-65°D a otro que alcance 100°D. Los fermentos están aún en su fase de multiplicación máxima y no paralizado en parte por el exceso de acidez.

González, M. (2002), indica que la función principal de las bacterias lácticas (fermentos) es la producción de ácido láctico a partir de la lactosa. El ácido láctico promueve la formación y desuerado de la cuajada, evita que crezcan en ésta microorganismos patógenos debido a que disminuye el pH a 5,0-5,2 y le confiere sabor ácido. Además, las bacterias dan lugar a sustancias responsables del aroma y contribuyen a la maduración mediante la proteólisis (ruptura de proteínas) y la lipólisis (ruptura de las grasas). Con el empleo del fermento se logra:

- Proporción de ácido requerido
- No debe ocasionar sabores desagradables
- Condiciones de sabores buscado

Por su parte Sánchez, J. (2005), señala que los fermentos lácteos se añaden para producir una ligera acidificación de la leche. Estos fermentos son bacterias que además contribuirán al aroma que se desarrollará en la fase de maduración del queso. En quesos artesanales es poco frecuente añadirlos, ya que conservan la flora microbiana de la leche, que no se ha sometido a tratamiento térmico alguno. Para realizar este proceso se echa la leche en la cuba de cuajar con el reactivo (denominado "starter" - cultivo de microorganismos) durante 20 minutos a 25°C, aproximadamente. Esta operación es la maduración de la leche.

En cambio, en <http://www.sica.gov.ec>. (2005), se reporta que este cultivo iniciador o "starter" está compuesto por bacterias lácticas de los géneros *Leuconostoc*, *Streptococcus* y *Lactobacillus* (aunque no se emplean conjuntamente estos tres géneros de bacterias). Su misión es:

- Transformar la lactosa en ácido láctico.
- Potenciar la acción del cuajo.
- Favorecer el desuerado.
- Disminuir el pH hasta 5 - 5.2, inhibiendo de este modo el crecimiento bacteriano.
- Liberar las sustancias que confieren a cada queso su aroma y sabor típicos.

### c. Cuajado o coagulación de la leche

González, M. (2002), manifiesta que el cuajado o coagulación de la leche, consiste en una serie de modificaciones fisicoquímicas de la caseína (proteína de la leche), que conducen a la formación de un coágulo. Tiene lugar debido a la acción conjunta de la acidificación por las bacterias lácticas (coagulación láctica) y de la actividad del cuajo (coagulación enzimática).

- La coagulación láctica o ácida es realizada por las bacterias lácticas presentes en la leche cruda o procedente del fermento, que transforman la lactosa en ácido láctico haciendo descender el pH de la leche, lo que produce la alteración de la caseína hasta la formación de un coágulo.
- La coagulación enzimática se produce cuando se añade cuajo a la leche. Durante siglos se ha utilizado en quesería cuajo animal, es decir, el enzima renina extraída del cuarto estómago de los rumiantes lactantes. Las dificultades de aprovisionamiento a nivel mundial de cuajo, junto con el aumento de precio de las preparaciones comerciales del enzima, han favorecido el desarrollo de otros enzimas coagulantes, tanto de origen animal (pepsinas bovinas y porcinas), como de origen microbiano (proteasas fúngicas, etc.) o vegetal (flores de *Cynara cardunculus*, etc.) El cuajo es una enzima proteolítico que actúa desestabilizando a la caseína, lo que da lugar a la formación de un “gel” o coágulo que engloba al suero y los glóbulos grasos en su interior. Igualmente, su actividad proteolítica conduce a la formación de compuestos que serán utilizados por las bacterias del fermento para su multiplicación.

Señalando además, que la adición del cuajo a la leche es un punto de considerable importancia en la fabricación de queso. En los quesos frescos, de coagulación fundamentalmente láctica, se utilizan pequeñas cantidades de cuajo y se opera a temperaturas bajas (15-20°C) para evitar la actividad óptima de la enzima. En este caso, el cuajo se emplea más bien para facilitar el desuerado, que por su acción coagulante o por su capacidad proteolítica a lo largo de la maduración. La leche deberá contener los fermentos lácticos necesarios para

asegurar la acidificación. En los quesos de coagulación fundamentalmente enzimática (p.ej., Gruyère) se añaden cantidades de cuajo muy superiores y se coagula a temperatura más elevada (30-35°C) para acelerar la formación de la cuajada. En estos quesos, los fermentos no deben desarrollarse de inmediato a fin de que no se acidifique la leche sensiblemente durante la coagulación y durante las operaciones del desuerado. Finalmente, en los quesos de coagulación mixta (p. ej., Camembert) se emplea una cantidad de cuajo considerable a una temperatura que permita el desarrollo óptimo de los fermentos lácticos (28-32°C) y que al mismo tiempo garantice al cuajo unas condiciones de acción bastante favorables. La firmeza del cuajo y la textura de la cuajada formada dependerán, fundamentalmente, de la cantidad de cuajo utilizado, de la temperatura (velocidad de coagulación máxima a 40-42°C) y de la acidez de la leche.

<http://www.sica.gov.ec> (2005), indica que esta es una de las etapas claves del proceso y la base de la conversión de la leche en queso. Esta transformación se produce por la coagulación de la caseína, que engloba parte de la grasa y otros de los componentes de la leche. Se puede distinguir dos tipos de coagulación: la ácida (que se emplea preferentemente para la elaboración de requesón) y la enzimática (que es la que nos interesa, ya que es la que se emplea para elaborar queso). La coagulación enzimática se produce cuando le añadimos a la leche un cuajo comercial compuesto por un 18 - 20 % de cloruro sódico, benzoato sódico y enzimas como la renina y la pepsina. La valoración comercial del cuajo se basa en su poder o fuerza coagulante, que depende del contenido enzimático y se denomina título (el título es la cantidad de leche que coagula un volumen de cuajo determinado a 35°C en 40 minutos). Se suelen utilizar 20 o 30 mililitros de cuajo por cada 100 litros de leche. La leche puede tardar en cuajar de 45 minutos a tres horas. Como resultado de la coagulación enzimática de la leche, se forma una masa que retiene gran cantidad de agua entre sus poros.

Por su parte Sánchez, J. (2005), reporta que la coagulación de la leche se realiza con el cuajo, líquido procedente del 4º estómago de rumiantes lactantes, o bien con cuajo sustitutivo, de origen vegetal, como el jugo de las hojas de la higuera, el galio o algunos tipos de cardos. Cuando la coagulación se realiza a 25°C o menos, se produce una coagulación débil cuyo resultado es una cuajada de

aspecto irregular, propio para la fabricación de quesos de pasta blanda. Por el contrario si la coagulación se realiza a 33°C o más, la cuajada es más compacta, formada por pequeños fragmentos del tamaño de un grano de arroz, y útil para la producción de quesos de pasta dura. Cuanto más consistente sea el queso, más temperatura habrá alcanzado durante la coagulación y de menor tamaño será el granulo. Cuando la cuajada ha adquirido la consistencia debida, se procede a la división en pequeños trozos, que una vez escurrido el suero, constituyen la pasta del queso.

#### **d. Ruptura de la cuajada y desuerado**

Según Veisseyre, R. (1988), en el momento del corte de la cuajada debe tener una firmeza suficiente y resistencia al corte. Las cuajadas muy blandas se desmenuzan durante el trabajo formándose el polvo de la cuajada, que hace disminuir el rendimiento. Dado esto es importante determinar si la cuajada esta lista para ser cortado y esto se puede realizar mediante la prueba de la palma de la mano, que consiste en tocar ligeramente, la superficie de la cuajada con la palma de la mano. Sino quedan residuos en la mano quiere decir que ya esta lista para el corte. El método más corriente empleado consiste en introducir en el coágulo la mano, una varilla o un vástago del termómetro, para provocar la ruptura. Un corte limpio y un suero color verdoso indican que ha llegado al momento del corte. Si este no es limpio sino irregular y si el suero es de color blanquecino, el coágulo es demasiado blando, la superficie del corte indica la calidad de la cuajada. En la práctica se realiza la prueba del corte. Con una varilla o espátula pudiendo observar la consistencia del cuajo la cual presentaba la consistencia de un flan, también fue está un índice que la cuajada estaba lista el hecho de que se separa de los paredes de la cuba quesera en este punto se realizó el corte.

González, M. (2002), el desuerado consiste en la separación del suero que impregna el coágulo, obteniéndose entonces la parte sólida que constituye la cuajada. Para permitir la salida del suero retenido en el coágulo es preciso recurrir a acciones de tipo mecánico, como son el cortado y el removido, cuya acción se complementa mediante el calentamiento y la acidificación.

- El cortado radica en la división del coágulo en porciones con objeto de aumentar la superficie de desuerado y, por tanto, de favorecer la evacuación del suero. Según el tipo de queso, el cortado es más o menos intenso, desde un simple cortado en los quesos de pasta blanda a un corte en pequeños cubos en los de pasta más dura. Por tanto, existe para cada tipo de queso una dimensión óptima del grano. El cortado de la cuajada se efectúa utilizando unos instrumentos denominados liras, de las que existen distintos modelos manuales y mecánicos. Estas últimas se integran a las cubas de la elaboración del queso cuando son de volumen considerable; debe realizarse lentamente con el fin de no deshacer del coágulo, pues de lo contrario se formarían granos irregulares que desuerarían con dificultad.
- El removido tiene por objeto acelerar el desuerado e impedir la adherencia de los granos, así como posibilitar un calentamiento uniforme. Se efectúa con ayuda de agitadores, que al igual que las liras, pueden ser manuales o mecánicos.
- La elevación de la temperatura (calentamiento), permite disminuir el grado de hidratación de los granos de la cuajada favoreciendo su contracción. La subida de la temperatura ha de ser lenta y progresiva, ya que si se produce de forma brusca se observa la formación de la superficie de los granos de una costra impermeable que detiene el desuerado. Las temperaturas de calentamiento bajas conducirán a cuajadas con mayor contenido de humedad y, por tanto, con más lactosa, que será utilizada por las bacterias lácticas para producir ácido en las primeras fases del período de maduración. Las temperaturas altas de cocción conducen a una cuajada seca y dura, adecuada para una maduración lenta y prolongada. Así, por ejemplo, en quesos de tipo Gruyère la cuajada se somete a temperaturas de 52-55°C.

Sánchez, J. (2005), indica que el desuerado se realiza con instrumentos específicos de corte, como la lira. La ruptura favorece la liberación del suero retenido entre la masa coagulada. El suero es una fase acuosa que contiene básicamente sales solubles, lactosa y una fracción de las proteínas de la leche. Se mantiene el corte hasta alcanzar el tamaño de grano adecuado. En algunos

quesos la fabricación no incluye la rotura de la cuajada, son llamados quesos de desuerado espontáneo, ya que el suero va perdiéndose lentamente por gravedad. Opcionalmente se puede calentar y remover la cuajada ya rota en granos, para favorecer un desuerado más intenso. En algunas elaboraciones se lava la cuajada, disminuyendo el contenido en lactosa, y por tanto la posterior acidez del queso.

En el mismo sentido, en <http://www.sica.gov.ec> (2005), se indica que el desuerado se consigue mediante acciones químicas y mecánicas. La expulsión del suero se encuentra influenciada por:

- El corte y la agitación de la cuajada, que se realiza habitualmente con una lira compuesta de una serie de alambres dispuestos en un bastidor. La lira, después de múltiples pasadas por la cuajada, divide ésta en partículas muy pequeñas. Los granos de cuajada se agitan continua y lentamente, favoreciendo la pérdida de agua.
- El descenso del pH de la cuajada.
- Por el tratamiento térmico, que acelera el desuerado. Se realiza calentando la cuba exteriormente gracias a un recubrimiento o "camisa" por donde circula vapor o agua caliente.

Existen dos tipos de tratamientos térmicos:

- a. Tratamiento suave: se utilizan temperaturas de 20 a 30 °C. Se pierde poco suero, obteniéndose quesos con alto contenido en agua.
- b. Tratamiento alto: se utilizan temperaturas de 40 a 50 °C. La cuajada pierde mucha agua, dando lugar a quesos duros.

#### **e. Moldeado y prensado**

Según Saiven, N. (1997), el prensado tiene por finalidad endurecer la masa de la cuajada y eliminar el suero sobrante. La cuajada se prensa por la presión que ejerce sobre la masa (autoprensado) y por la aplicación de una fuerza externa. El

autoprensado es un proceso de larga duración 13-24 horas, durante el cual el queso adquiere firmeza y disminuye el volumen. Se da por terminado cuando cesa la expulsión del suero y el queso adquiere su dureza y formas típicas, es por eso que en la práctica se deja el queso en planchas de madera. La temperatura durante el prensado y sobre todo durante el autoprensado debe ser aquella que mejor controle el grado de desuerado, deseado. La mayoría de los quesos semiblandos y duros deben tener un pH de 5.3-5.9 al final del prensado, este parámetro es importante para el desarrollo microbiano y la maduración del queso. González, M. (2002), señala que el moldeado, es la colocación de la cuajada en moldes, cuya forma y tamaño varían con cada tipo de queso, mientras que el prensado, se efectúa en prensas de queserías, con las que se ejerce sobre la cuajada determinada presión que puede aumentar progresivamente durante el curso de la operación. Las condiciones del prensado son distintas para cada tipo de queso, variando la presión a aplicar, el desarrollo y duración de la operación. Así, por ejemplo, en los quesos más intensamente desuerados (Gruyere) las presiones utilizadas alcanzan progresivamente 16 a 18 Kg por Kg de queso, con una duración de 24 horas como mínimo, mientras que en quesos menos desuerados, se aplican presiones inferiores durante una pocas horas.

<http://www.sica.gov.ec> (2005), manifiesta que en esta etapa se completa el desuerado y se le da al queso su forma definitiva, introduciéndolo en un molde que puede ser de madera, plástico, metal, etc. y que puede tener perforaciones para dejar escapar el suero. Dependiendo del tipo de queso que se pretenda obtener, el prensado será más o menos intenso. En algunos casos, como puede ser el del queso camembert no se aplica ningún tipo de presión, dejando que el peso del propio queso en el molde actúe como prensa. Las prensas se componen de unas palancas con las que se ejerce una determinada presión sobre la masa o cuajada.

Sánchez, J. (2005), señala que en el moldeado se introduce la cuajada en un molde para dar forma al queso y favorecer la salida del suero que aún contiene. Los moldes llevan dibujos característicos que, en ocasiones, son elementos distintivos de un tipo de queso. En tanto que el prensado es opcional y permite terminar el desuerado y conformar definitivamente las piezas. Influye sobre el aspecto final al

corte que presente el queso. Los quesos que la sufren se denominan de pasta prensada y los que no, son los denominados de pasta blanda. Por el método más tradicional se coloca la pasta en lienzos cuadrados, cuyas puntas se atan fuertemente, con lo que se consigue la expulsión del suero aún contenido en ella. Para la fabricación de quesos de pasta dura se procede a un prensado más intenso, mediante prensas especiales que eliminan la totalidad del suero.

#### **f. Salado**

González, M. (2002), indica que el salado es una operación que se efectúa en todos los quesos con el fin de regular el desarrollo microbiano, tanto suprimiendo bacterias indeseables como controlando el crecimiento de los agentes de la maduración. El salado contribuye también a la pérdida de suero que continúa tras el desuerado y mejora el sabor del queso. Puede realizarse en seco o por inmersión en un baño de salmuera. En el primer caso, lo más frecuente es extender sal sobre la superficie del queso, o bien puede incorporarse directamente a la cuajada mezclándola con ésta. El salado en salmuera es empleado en la fabricación de numerosos quesos. Los quesos se mantienen sumergidos en un baño de salmuera durante un período variable (de seis a sesenta y dos horas en algunos tipos).

<http://www.sica.gov.ec> (2005), reporta que para este proceso se suele utilizar sal fina, pura, seca y bien molida. Esta sal puede ser extendida por la superficie o también puede ser directamente incorporada a la masa. Otra forma de salar el queso es con un baño de salmuera, que se encuentra a una temperatura de (10-13 °C), y en cual permanecen entre 6 y 12 horas los quesos blandos y de 24 a 72 los quesos duros. Este sistema es cada vez más utilizado porque necesita menos mano de obra y porque con él todos los quesos adquieren, aproximadamente, el mismo contenido en sal. Los principales objetivos de esta etapa son los siguientes:

- Impedir la proliferación de microorganismos patógenos, lo que contribuye a una mejor conservación del queso.
- Completar el desuerado de la cuajada.

- Controlar o dirigir los microorganismos del cultivo iniciador.
- Mejorar el aroma y el sabor del queso.

Sánchez, J. (2005), señala que la salazón tiene por objeto mejorar el sabor y asegurar la conservación de los quesos; además completa la salida del suero. Todos los quesos, salvo raras excepciones se someten a este tratamiento. El salado cumple varias funciones, además de proporcionar ese sabor, como son evitar el excesivo desarrollo de la flora microbiana o contaminaciones de otros microorganismos externos y acelera la formación de la corteza. La concentración exagerada de sal provoca una acción deshidratante excesiva en la superficie del queso formándose una corteza muy gruesa y dura que dificultará su absorción de sal.

Según Madrid, A. (1999), la concentración normal de sal en la salmuera es alrededor de 20% (25 kg sal de 900 lt de H<sub>2</sub>O), salinidad equivale a 19°Brix y una densidad de 1.150.

#### **g. Maduración, cambios químicos que intervienen**

González, M. (2002), manifiesta que la maduración es la última fase de la fabricación del queso. La cuajada, antes de iniciarse la maduración, presenta una capacidad, volumen y forma ya determinadas. Suele ser ácida en razón de la presencia de ácido láctico. En el caso de los quesos frescos la fabricación se interrumpe en esta fase. Los demás tipos de queso sufren una maduración más o menos pronunciada, que es un fenómeno complejo y más conocido. El período de maduración puede comprender desde una o dos semanas hasta más de un año. Los quesos blandos, con un alto contenido en agua, sufren períodos cortos de maduración. La maduración comprende una serie de cambios de las propiedades físicas y químicas adquiriendo el queso su aspecto, textura y consistencia, así como su aroma y sabor característicos. Los cambios químicos responsables de la maduración son:

- Fermentación o glucólisis: la fermentación de la lactosa a ácido láctico, pequeñas cantidades de ácido acético y propiónico, CO<sub>2</sub> y diacetilo. Es

realizada fundamentalmente por las bacterias lácticas. Comienza durante la coagulación y el desuerado y se prolonga hasta la desaparición casi completa de la lactosa. El ácido láctico procedente de la degradación de la lactosa no se acumula en la cuajada sino que sufre distintas transformaciones de naturaleza diversa. En quesos blandos madurados por mohos, es metabolizados por éstos. En queso tipo Gruyère se transforma en propiónico, acético y CO<sub>2</sub>.

- Proteolisis: es uno de los procesos más importantes de la maduración que no sólo interviene en el sabor, sino también en el aspecto y la textura. Como resultado de la proteolisis se acumulan una gran variedad de productos en el queso durante la maduración. Por otra parte, este proceso no es siempre uniforme en toda la masa del queso, pudiendo ser más intenso en la superficie que en el interior (por ejemplo, en quesos blandos madurados superficialmente).
- Lipólisis: o hidrólisis de las grasas afecta a una pequeña proporción de éstas. Sin embargo, los ácidos grasos liberados y sus productos de transformación, aunque aparecen en pequeñas cantidades, influyen decididamente en el aroma y sabor del queso.

<http://www.sica.gov.ec> (2005), reporta que la maduración es el período en el que la cuajada sufre determinadas transformaciones para dar el queso tal y como lo conocemos. Puede durar unos días o varios meses, según el tipo de queso. Durante esta fase el queso es almacenado en cámaras donde se controla la temperatura (12°C), la humedad (70-90%) y la aireación. Los quesos azules requieren una humedad de casi el 100% debido a que en su proceso de maduración participan determinados mohos. Los principales objetivos de la maduración o madurado son:

- Desarrollar el sabor y el aroma.
- Modificar el aspecto.
- Alcanzar la consistencia deseada.

Al terminar el proceso de maduración se observa:

- La existencia de una corteza más o menos sólida.
- La formación de una pasta homogénea y elástica.
- La presencia de ojos, fisuras, etc. en la pasta.

## **B. DEFECTOS DE LOS QUESOS**

### **1. Alteraciones frecuentes**

En la página <http://www.sica.gov.ec>. (2005), se indica que las principales alteraciones que se registran en los quesos son:

- Enmohecimiento superficial: El crecimiento de mohos produce manchas de tono azulado, pardo o negras, tanto en la corteza como en la superficie del corte.
- Reblandecimiento y deformación: Debido al almacenamiento a temperatura excesiva, los microorganismos que viven en el queso actúan sobre su masa, produciendo una disminución de su consistencia.
- Aberturas del queso: Producidas por la acidez excesiva del queso durante el cuajado.
- Hinchazón: Se forman cavernas en el interior del queso por acción de determinados microorganismos apareciendo abultado su aspecto exterior.
- Fluidez excesiva de las pastas blandas: Cuando no se desuera suficientemente la cuajada, se permite el posterior desarrollo de las bacterias que licuan la masa.

Concluyendo que los consumidores no podemos evitar las alteraciones producidas por un defecto de fabricación, ni las producidas en el punto de venta,

pero sí las que se puedan producir en nuestro hogar, teniendo en cuenta la importancia de un adecuado almacenaje y temperatura, frenando así el crecimiento de los organismos causantes, manteniendo la calidad del producto.

## **2. Hinchazón del queso**

Según Madrid, A. (1999), este es uno de los mayores problemas de la industria del queso, y ocasiona grandes pérdidas. Ocurre con frecuencia y el quesero necesita estar atento y debe saber que existen dos tipos de hinchazón: Precoz y Tardía. Conociendo las características de ambas se pueden diferenciarlas y usar algunos recursos prácticos para evitarlos.

### **a. Hinchazón precoz**

Es casi siempre un problema de mala higiene en la fabricación. El queso siempre se hincha entre la prensa y la salida de la salmuera. Si se golpea el queso, este produce un sonido hueco, si se corta, presenta una gran cantidad de ojos pequeños, la masa queda esponjosa. El sabor es anormal. Si la hinchazón es muy fuerte salen hasta burbujas en la superficie del queso. Como se trata de un problema relacionado con la higiene de la fábrica el quesero casi siempre es responsabilizado por el defecto. Causada por bacterias del grupo coliforme (E. Coli), provenientes de la leche cruda y son destruidos por la pasteurización. Por tanto si existen en una fábrica es porque la leche no fue pasteurizada correctamente o fue recontaminada luego de la pasteurización (Madrid A., 1999).

### **b. Hinchazón tardía**

Las principales causas por la que se produce la hinchazón tardía, se debe a la contaminación del ensilaje, del polvo y del estiércol del corral, donde se contamina la leche durante el ordeño con gérmenes del grupo Clostridium. Estos no son destruidos por la pasteurización. Esto quiere decir que puede estar presente en la leche de cualquier fábrica. Aunque esta sea limpia y use correctamente la pasteurización. Es un problema de difícil solución, la gran mayoría de las veces el defecto solo aparece luego de una o dos semanas de

maduración. El queso se hincha, queda levantado. Cuando es cortado se observan ojos grandes e irregulares o también rajaduras en la masa. El olor es anormal y el sabor queda entre picante o medio dulce, si es que no sé mal logra (Madrid A., 1999).

## **C. ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO**

### **1. Generalidades**

La apreciación de los alimentos se produce fundamentalmente a través de la percepción sensorial y en las modernas tecnologías, a pesar de disponer de procedimientos de analítica instrumental, cada vez son los científicos más conscientes de la necesidad de potenciar los métodos analíticos basados en dicha apreciación sensorial, que en definitiva son los más adecuados para la valoración final de la calidad de los alimentos; ya que el análisis de los componentes químicos y de las propiedades físicas de un alimento aporta información sobre la naturaleza del estímulo que percibe el consumidor, pero no sobre la sensación que éste experimenta al ingerirlo (Coste E., 2005).

Señala además, que catar (evaluar, analizar) un queso, consiste en examinarlo mediante nuestros sentidos con el objeto de captar y valorar los caracteres que se perciben a través de ellos. Como estos caracteres desempeñan un papel determinante en la decisión de compra del producto por el consumidor, el análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los quesos.

El queso, como cualquier alimento, además de cumplir parámetros físico-químicos y microbiológicos, debe de saber bien, es decir, debe de superar el examen sensorial, ya que el fin de los alimentos, es, además de nutrir al hombre sin dañar su salud, que resulte agradable al paladar. Para saber de una forma más o menos objetiva si un queso sabe bien, se suelen utilizar métodos perfectamente protocolizados de cata. En el caso del queso, no hay un manual altamente especializado, pero la utilización de las internacionales normas UNE, pueden servir perfectamente para llevar a cabo una cata. En las catas, se resaltan las

características del sabor, de los aromas, de la textura, del color, de la vista. Igualmente, la cata la suelen realizar un grupo de catadores entrenados y que de forma más o menos unánime y uniforme detectan estas características anteriormente descritas. Las catas tienen por objeto, el valorar qué quesos tienen menos defectos y en cuales se presencian notas sobresalientes. Como norma general, lo más fácil es catar quesos del mismo tipo con el fin de descubrir cual es el más acertado (<http://www.quesos.com>, 2005).

## **2. Aplicaciones**

De acuerdo a Coste, E. (2005), la evaluación de la calidad sensorial de los alimentos cada día cobra más importancia en la industria alimentaria, dado las exigencias del mercado competitivo actual y su repercusión en el desarrollo de cualquier empresa, por lo que los análisis sensoriales se utilizan para:

- Control de calidad de materias primas
- Control de calidad de productos finales
- Desarrollo y lanzamiento de nuevos productos
- Comunicación a los consumidores de las características de un producto
- Pruebas de mercado para nuevos productos
- Preferencias del consumidor
- Investigación de factores que influyen en el olor y el aroma de alimentos
- Investigación de aromas, etc.

<http://www.chemedia.com> (2005), manifiesta que las propiedades organolépticas de los alimentos, materias primas alimentarias, cosméticos, especialidades de uso oral, y otros, tienen un efecto determinante sobre su consumo y éxito comercial. De aquí la necesidad de estudiar, definir y evaluarlas correctamente.

## **3. Atributos a evaluar en el queso**

Coste, E. (2005), establece que para la evaluación sensorial de productos lácteos, que cada atributo se deberá evaluar separadamente y que la evaluación sensorial de los quesos deberá realizarse en relación con los siguientes atributos:

- Apariencia Exterior
- Apariencia Interior
- Consistencia/textura
- Flavor (olor y gusto)

Las palabras empleadas para describir los olores, el gusto, el color, la textura, etc., implican apreciaciones de valor cualitativo y cuantitativo. Hay que resaltar que la respuesta organoléptica es debida a combinaciones de sensaciones químicas percibidas; por ejemplo, en el gusto por los receptores situados en la lengua y el paladar, de moléculas esencialmente no volátiles y en el olor sensaciones obtenidas por interacción con los receptores olfativos, extendidos en los pasajes nasales y es debido básicamente a las sustancias volátiles (<http://www.chemedia.com>, 2005).

#### **a. Apariencia externa**

Coste, E. (2005), indica que la evaluación de la apariencia externa del queso, consiste en el examen visual de la muestra de queso, en los que se consideran los atributos de: Forma; tamaño y peso; y corteza

- En cuanto a la forma, dada la gran variedad de quesos existente, es posible encontrar las formas más diversas, las básicas son las geométricas, especialmente cilindro o paralelepípedo, pero también hay esféricas, piramidales o troncocónicas. En ocasiones tienen formas que recuerdan a otros objetos o productos, pueden tener los bordes o aristas rectas o redondeadas, y las caras superior e inferior planas o abombadas (cóncavas, convexas); de igual modo las caras laterales pueden ser rectas o curvas (cóncavas o convexas). Siempre se debe presentar una forma regular del queso.
- El tamaño y peso de los quesos también es muy variable, las piezas más pequeñas suelen ser las propias de los quesos de cabra franceses y las pastas blandas, mientras que los mayores son siempre de la familia de las pastas prensadas y cocidas.

- La corteza, puede no existir en los quesos frescos, es fina en las pastas blandas y gruesa o muy gruesa en las prensadas y cocidas. Puede ser lisa o estriada y presentarse al natural, con hongos, con especias, ahumada, parafinada, teñida, encerada, cubierta de cenizas, etc.

## **b. Apariencia interna**

Coste, E. (2005), indica que la valoración de la apariencia interna consiste en el examen visual de la masa o pasta del queso. Los atributos que se evalúan son:

- Color: tono/matiz
- Intensidad
- Uniformidad
- Brillo/mate
- Aureola o cerco
- Ojos
- Rugosidad
- Humedad y/o grasa.

El color de los quesos está influido por el tipo de leche empleado, por la técnica de elaboración o familia a la que pertenece y por el tiempo de maduración. El agente colorante en la leche responsable del color de los quesos es el caroteno, un pigmento amarillo con ligeros tintes naranjas, que se encuentra contenido en la grasa de la leche. Como dicha grasa pasa en su mayor parte al queso, se produce una concentración de este color después de la coagulación. En la medida que un queso permanece más tiempo en la cámara de maduración va perdiendo humedad y por consiguiente va aumentando la intensidad del color y disminuyendo el brillo del queso. Los quesos semiduros o duros suelen tener una coloración más intensa debajo de la corteza que es lo que se denomina aureola o cerco.

Señala además, que la pasta de un queso elaborado con leche pasteurizada al que no se le han adicionado microorganismos para la producción de ojos, debe

ser cerrada, puede haber algunos orificios pequeños de contorno irregular que serían de origen mecánico, obtenidos como consecuencia del trabajo con la cuajada y el prensado, a diferencia de los ojos que son de contorno uniforme y producidos por microorganismos. La pasta de los quesos más madurados puede tener una apariencia levemente rugosa (escamosa).

<http://www.chemedia.com>, (2005), reporta que de las propiedades organolépticas a evaluarse, es la que más fácilmente puede ser estandarizada. Existen escalas de colores bien definidas que permiten comparar el color de soluciones líquidas y sólidos, y espectrofotómetros especializados en la determinación del color. No obstante se debe describir el color de los productos ya que hay matizaciones que sólo el ojo humano es capaz de hacer. Tanto en líquidos como en sólidos pueden presentarse interferencias en la percepción del color: transparencia, opalescencia en líquidos, tamaño de partícula, brillo, opacidad en sólidos.

### **c. Consistencia/Textura**

La textura de los sólidos esta influida por el tamaño de partícula, la higroscopicidad del producto, el molturado, la plasticidad, etc. En los líquidos su "aparencia" varía fundamentalmente en función de sus propiedades reológicas y de su homogeneidad (<http://www.chemedia.com>, 2005).

Coste, E. (2005), sostiene que la textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. También se puede definir a la textura como el conjunto de propiedades mecánicas, geométricas y de superficie de un producto perceptibles por los mecano-receptores, los receptores táctiles y en ciertos casos los visuales y los auditivos.

La evaluación de la textura es realizada usando pequeñas piezas de queso obtenidas por corte o de una muestra del centro del queso, doblando, presionando y frotando la muestra entre los dedos índice y pulgar como también por masticación, en los que se consideran los siguientes atributos:

- Mecánicos: dureza, elasticidad, adherencia, cohesividad.
- Geométricos: granulosidad.
- De superficie: humedad, solubilidad en boca, cremosidad.

Al evaluar la dureza de un alimento, o sea, la fuerza requerida para deformarlo estamos evaluando si es blando, firme o duro y en los quesos lo que se mide es la firmeza. La elasticidad es la rapidez de recuperación de la forma luego de una deformación, la adherencia es el trabajo necesario que hay que realizar con la lengua para despegar el queso del paladar y dientes y la cohesividad mide el grado de deformación de un alimento antes de romperse, un alimento puede romperse sin ser deformado o luego de una cierta deformación, si se rompe sin ser deformado decimos que es frágil, friable (desmenuzable fácilmente) y la friabilidad (la capacidad de producir trozos más pequeños desde el principio de la masticación) es un atributo que se mide en los quesos, en todo esto tiene mucho que ver la evolución de la humedad del queso, en la mayoría a medida que aumenta la maduración van perdiendo humedad y por lo tanto van aumentando su dureza, se tornan menos elásticos y más friables. Cuando se mastica el queso se pueden apreciar las características geométricas, es decir, el tamaño y forma de las partículas que lo forman, y podemos medir la granulosidad del mismo determinando si es liso, arenoso o granuloso, se busca que el queso tenga una estructura lisa pero en los más curados puede presentarse una estructura arenosa o granulosa al masticarlos. También en boca se mide la solubilidad y cremosidad, la solubilidad suele ser mayor en los quesos jóvenes ya que son más húmedos, y los más maduros tienden a absorber más saliva que los primeros. La cremosidad es una sensación semilíquida que varía con la crema o sustancia grasa del queso y cuanto más grasa y humedad tienen más cremosos suelen resultar.

#### **d. Olor y aroma**

En <http://www.chemedia.com>, (2005), se señala que la percepción del olor de los productos esta situada en las fosas nasales. Se emplean varias técnicas para evaluar olores. Además de las técnicas instrumentales que emplean cromatografos de gases y detectores de masas, las técnicas manuales implican el

conocimiento de como los receptores perciben los olores. El olor es función de la interacción con los receptores olfativos y esta puede variar en intensidad (concentración), temperatura (más volátiles) y tiempo de exposición y en algunos casos la presencia de aditivos que aumentan la sensibilidad de los receptores. El panelista de un ensayo de determinación de olor, puede provocar el flujo de aire a través de su nariz de forma ascendente o descendente, es decir, no sólo olemos aspirando sino también a través de la cavidad bucal se pueden percibir los olores ya sea de volátiles o de microgotas transportadas hasta los receptores del olfato,

Coste, E. (2005), indica que es importante remarcar las diferencias entre los parámetros de olor y aroma ya que aunque ambas sensaciones se perciben por el órgano olfativo, el aroma se percibe por vía retronasal (vía indirecta) durante la degustación. Para evaluar el olor se debe acercar la muestra de queso a la nariz con el fin de poder percibir a través de la vía nasal directa los olores que caracterizan al queso, intentando reconocer los olores dominantes. Para completar y mejorar la percepción se aconseja romper en dos la muestra por el centro, cerca de la nariz y aspirar inmediatamente la fuerza del estímulo percibido (intensidad del olor). La evaluación del aroma se realiza tras masticar el queso para propiciar que estos se liberen, tomen la vía retro-nasal y se perciban en el bulbo olfativo. El olor y el aroma de los quesos tienen dos orígenes principales: la materia prima y el afinado. El olor láctico es dominante o casi exclusivo en los quesos jóvenes (frescos), mientras que en los más madurados aparecen otras familias de olores, como consecuencia de una serie de mecanismos, en su mayoría enzimáticos, que transforman los diferentes componentes de la cuajada (proteínas y lípidos, principalmente) formando numerosos componentes aromáticos, cuya proporción y naturaleza dependen de la tecnología de elaboración del queso. La intensidad del olor puede ser baja, media o elevada.

Realmente, expresar estas sensaciones con palabras resulta muy complejo; por ello Berodier y cols. citados por Coste, E. (2005), han realizado un trabajo muy útil para la evaluación olfato-gustativa de quesos de pasta dura o semidura. Han definido 8 familias de términos para describir los olores y aromas. Estas familias son los olores:

- Lácticos (leche fresca, acidificada, corteza de queso)
- Vegetales (hierba, verdura cocida, ajo, cebolla, madera)
- Florales (miel, rosa)
- Afrutados (avellana, nuez, cítricos, plátano, piña, manzana, aceites)
- Torrefactos (bizcocho, vainilla, caramelo, tostado)
- Animales (vaca, establo, cuajo, estiércol)
- Especias (pimienta, menta, clavo de olor)
- Otros (propiónico, rancio, jabón, ensilado)

### **e. Sabor y gusto**

Coste, E. (2005), indica que para evaluar el sabor las piezas de queso deben ser masticadas y salivadas. El sabor es la sensación percibida por el órgano del gusto (lengua) cuando se lo estimula con ciertas sustancias solubles. Entonces, las sensaciones gustativas nos permiten captar la cantidad de sal, dulzor, acidez y amargor del queso. De los cuatro sabores básicos (dulce, salado, ácido y amargo) los más frecuentes en un queso son el ácido y el salado. En los quesos más madurados el sabor es más equilibrado y se hace más intensa la sensación de sal, como consecuencia del agua evaporada en el proceso de maduración.

<http://www.chemedia.com> (2005), indica que la percepción del gusto se efectúa en las papilas gustativas situadas en la lengua y en el paladar. Las sustancias no tienen en general un sabor único: lo que se percibe suele ser una sensación compleja originada por uno o más de los gustos básicos: ácido, salado, dulce y amargo. Los productos que presentan gustos ácidos, salados y dulces permiten establecer reglas asociadas a las funciones químicas o a la estructura química del producto.

- Los gustos salinos: Proviene en general de sales inorgánicas; los gustos dulces pueden predecirse a partir de la estructura química; los gustos ácidos están definidos por funciones carboxílicas en productos orgánicos y en el gusto característico de los ácidos inorgánicos.

- El gusto amargo: No obedece a parámetros ni reglas y en general suelen presentarse gustos amargos en estructuras químicas muy dispares. Sin embargo, en aminoácidos y péptidos de bajo peso molecular existen reglas bastante bien documentadas para predecir el gusto. Como curiosidad señalaremos que el gusto amargo en bajas concentraciones sirve para resaltar o mejorar el sabor de los alimentos y en ciertos casos como medida de la calidad. Para la determinación estándar de gustos amargos se emplean usualmente cafeína y quinina.
- El gusto dulce: Existe históricamente la idea de que el sabor dulce esta asociado a los grupos hidroxilo (-OH) debido a que su presencia es característica en los azúcares. Sin embargo, los compuestos polihidroxilo varían grandemente en capacidad edulcorante, y muchos aminoácidos, algunas sales metálicas, y otros compuestos no relacionados, como el cloroformo ( $\text{CHCl}_3$ ) y la sacarina, son también dulces. Para la determinación estándar de gusto dulce se emplea usualmente glucosa.
- El gusto ácido: Contrariamente a la creencia popular, la acidez de una solución no parece ser determinante de la sensación ácida; más bien, otras características moleculares poco comprendidas, parecen tener una importancia primaria (por ej., peso, tamaño, y polaridad). No se dispone de datos suficientes para determinar si los hidrogeniones ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ), los aniones inorgánicos u orgánicos, o las moléculas no disociadas tienen mucha influencia en la respuesta ácida.
- Astringencia: Se le describe como una sensación seca asociada al sabor percibido, en la cavidad bucal (no en la lengua) que produce un fuerte encogimiento de los tejidos y es de ordinario debida a la asociación de taninos o polifenoles con proteínas o mucopolisácaridos de la saliva para formar precipitados o agregados fuertemente hidrófilos. Es frecuente para muchos individuos confundir o asociar la sensación astringente con el gusto amargo ya que numerosos polifenoles o taninos presentan ambas sensaciones. Algunos ejemplos de astringencia controlada presente en alimentos son el vino tinto y el té. En el caso del vino se suele reducir la presencia de taninos y polifenoles

mediante la adición de proteínas de sangre (Hemoglobina), hidrolizados de colágeno o gelatina. En vegetales o frutos vegetales como el plátano o los nísperos, cuando la maduración es insuficiente aumenta la astringencia confiriendo al producto sabores no deseables.

- El gusto picante: La sensación característica quemante, cortante, aguijoneante que se conoce colectivamente como picante es difícil de separar de las producidas por los efectos de irritación química general y por los efectos lacrimógenos, que de ordinario se consideran sensaciones independientes del sabor. Existen sustancias picantes estrictamente orales (no contienen volátiles) como la pimienta negra y el jengibre, y otras como la mostaza, los rábanos, las cebollas, el ajo o especies aromáticas como el clavo que producen picor y aromas característicos.

#### **f. Impresión global**

Coste, E. (2005), indica que al final de la cata, el catador tiene a veces la necesidad de dar una impresión general del producto catado, es decir, de sintetizar las sensaciones para poder así memorizar mejor el producto. Muchas veces la impresión global se califica con la ayuda de una escala de tres puntos: buena, media o mala. Otras veces se hace uso de los llamados “descriptores de estado” que resumen varias propiedades valoradas con antelación.

### **D. MICROBIOLOGÍA DE LA LECHE Y DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS**

La higiene de los alimentos comprende el conjunto de condiciones y medidas necesarias para garantizar la seguridad y salubridad de los productos alimentarios, incluida la manipulación por el consumidor desde el momento en que adquiere el alimento en un punto de venta hasta que lo prepara y consume. La seguridad alimentaria, por su parte, se logra mediante el adecuado control de la calidad de la materia prima durante su procesamiento hasta obtener un producto manufacturado óptimo, pero también es crucial lograr condiciones adecuadas de almacenamiento, transporte y manipulación del producto final en los mercados donde se comercializa. Los alimentos comercializados en cualquier

establecimiento autorizado deben cumplir todas las normas higiénicas y sanitarias y estar controlados por las autoridades competentes (CESU, 2001).

Las intoxicaciones alimentarias, también denominadas toxiinfecciones alimentarias, son enfermedades transmitidas por los alimentos y causadas ya sea por microorganismos patógenos o por las toxinas que estos producen (Eley, A. 1994).

El Instituto Panamericano de Protección de Alimentos y Zoonosis (INPPAZ, 2002), informó que en el Perú entre los años 1993 y 2001 se registraron 12 brotes de enfermedades producidas por el consumo de productos lácteos, los cuales comprendieron 11,5% del total de casos de enfermedades transmitidas por alimentos en esos años. Estos brotes afectaron a 1278 personas (de ellas, 24 fallecieron). Entre sus agentes causales se encontraban *Salmonella* spp. (30,2%), *S. typhi* (9,5%), *Staphylococcus aureus* (1,6%), *Shigella* spp. (1,6%), *Shigella sonnei* (1,6%) y otras enterobacterias (1,6%). En general, 58,7% de los brotes fueron causados por bacterias

### **1. Microorganismos presentes en los productos lácteos**

Los alimentos pueden contaminarse con diferentes tipos de agentes que pueden alterar o no sus características y en dependencia del agente contaminante se distinguen la contaminación física, la química y la biológica. Esta última es la más estudiada, ya que los microorganismos causan la mayoría de las intoxicaciones alimentarias (Eley, A., 1994).

Por otra parte, la leche constituye un excelente sustrato para la proliferación de microorganismos debido a su alto contenido de nutrientes. Por ello, es de importancia fundamental determinar la calidad higiénica y sanitaria de la leche y sus derivados, entre ellos el queso por ser uno de los de mayor consumo popular (Euthier S., et al., 1998).

Los quesos hechos con leche sin pasteurizar parecen estar asociados con brotes de intoxicaciones alimentarias con mayor frecuencia que los fabricados a partir de

leche pasteurizada, aunque estos también pueden ocasionar toxiinfecciones por una inadecuada pasteurización de la leche o porque el queso hecho de leche pasteurizada se contamina posteriormente con microorganismos patógenos (Zhao Y. 2001).

<http://www.salud.sport.es> (2005), indica que los grupos microbianos más importantes en lactología pueden dividirse, desde un punto de vista funcional, en:

- Bacterias lácticas.
- Bacterias esporuladas.
- Bacterias psicocrotrofas,
- bacterias de origen fecal y
- microorganismos patógenos.

#### **a. Bacterias lácticas**

<http://www.salud.sport.es> (2005), reporta que la importancia de las bacterias lácticas ha de contemplarse desde dos puntos de vista totalmente opuestos, ya que pueden comportarse como microorganismos alterantes o beneficiosos. La acción negativa se debe a que metabolizan la lactosa, produciendo ácido láctico que al acumularse en la leche la altera. Normalmente la leche cruda es el producto más afectado. En la leche cruda es necesario, pues, detener la multiplicación de las bacterias lácticas, lo que se consigue eficazmente mediante la refrigeración, ya que son bacterias mesófilas o termófilas y dejan de multiplicarse activamente por debajo de los 8-10°C. Los efectos beneficiosos de las bacterias lácticas radican principalmente en tres acciones:

- Atacan la lactosa produciendo ácido láctico
- Participan en las degradaciones proteicas que acontecen durante los procesos madurativos
- Compuestos que dan sabor y olor.

De acuerdo a <http://www.doschivos.com> (2005), son un grupo de bacterias de

diferentes géneros, ampliamente distribuidas en la naturaleza. Se encuentran en el suelo y en cualquier lugar donde existan altas concentraciones de carbohidratos, proteínas desdobladas, vitaminas y poco oxígeno. Son Gram positivas y su forma puede ser bacilar, cocoide u ovoide. Algunas tienen forma bifida (*Bifidobacterium*). Soportan pH 4 en leche. Son anaeróbicas facultativas, mesófilas y termófilas y de crecimiento exigente. Pueden ser homofermentativas (más del 90% de su metabolismo resulta en ácido láctico) o heterofermentativas (producen además del ácido láctico, otros ácidos y gases). Los principales géneros de bacterias ácido lácticas son: *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Vagococcus*, *Aerococcus*, *Tetragonococcus*, *Alloiococcus* y *Bifidobacterium*. Su estudio en el ámbito tecnológico es importante por lo siguiente:

- Son formadoras de textura y ayudan al establecimiento de las condiciones para la elaboración de ciertos productos lácteos. Por efecto de la acidez producida por la fermentación de la lactosa, la leche puede llegar a coagular gracias a la coalescencia de las caseínas al alcanzarse el pH iso-eléctrico, lo cual es deseable en la elaboración de yogurt y quesos. En la elaboración de crema y mantequilla una ligera acidificación permite acelerar el proceso y aumentar el rendimiento. Algunas especies producen polisacáridos (gomas, mucina), que aumentan la viscosidad de la leche cambiando su textura (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Leuconostoc cremoris*).
- Aportan sabor y aroma, ya que como parte de su metabolismo fermentativo se da la producción de acetaldehído, diacetilo, acetoina, acetona, lactonas, ácidos volátiles, alcohol y gas. El diacetilo es el principal responsable del aroma de la mantequilla. La acetoina lo es en el yogurt, mientras que el ácido láctico aporta sabor a diversos productos fermentados. Además la producción de enzimas que intervienen en el afinado de los quesos por degradación de las proteínas y las grasas afectan notablemente las características organolépticas de los mismos.
- Ejercen efecto biopreservador manifestado en la prolongación de la vida útil de los productos elaborados con sus cultivos. Este efecto se lleva a cabo por

varios mecanismos: a) ciertas especies producen bacteriocinas (*Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Enterococcus*) las cuales son proteínas que se comportan como antibióticos y que inhiben el crecimiento de bacterias relacionadas con estas; b) con la producción de ácido y descenso del pH se logra la inhibición de otras especies bacterianas y la conservación de los alimentos; c) el efecto biopreservador también se cumple gracias a la competencia por nutrientes que se da entre las diversas especies bacterianas.

- Aportan beneficios para la salud de los consumidores, el cual se ha descrito como efecto probiótico. Este puede manifestarse de manera específica en la prevención y reducción de los síntomas en los cuadros diarreicos. Además se le han atribuido a las BAL, efecto preventivo de tumores, anticolesterolémico y modulador del sistema inmunológico.

## **b. Bacterias esporuladas**

<http://www.salud.sport.es> (2005), señala que entre la microbiota de la leche pueden existir formas esporuladas, principalmente del género *Bacillus* y *Clostridium*. Las esporas son destruidas sometiendo la leche a un tratamiento térmico superior a los 100°C. En relación con los quesos duros y semiduros, las esporas que adquieren mayor importancia son las de ciertas especies del género *Clostridium*. La pasteurización de la leche no destruye las formas esporuladas, por lo que, si están presentes en ella, van a pasar al queso. En ciertas condiciones pueden germinar y multiplicarse generando gas como uno de los productos de su metabolismo. Este gas produce un hinchamiento que es perjudicial para el queso. Este efecto es particularmente importante en quesos duros y semiduros.

En <http://www.doschivos.com> (2005), se indica que los *Bacillus* son bacterias aeróbicas con actividad enzimática variada producen acidificación, coagulación y proteólisis. Los *Clostridium* son anaerobios estrictos, producen gas. Algunos producen toxinas patógenas (*Clostridium botulinum*). Ambos géneros son de poca importancia en leche cruda, su crecimiento es inhibido por las bacterias lácticas. Cobran importancia en productos lácteos como en leches pasteurizadas, quesos fundidos, leches concentradas, quesos de pasta cocida. Resisten la

pasteurización por su capacidad de producir esporas, solo se destruyen a temperaturas por encima de 100 °C.

### **c. Bacterias psicrotrofas**

<http://www.salud.sport.es> (2005), indica que las bacterias psicrotrofas han adquirido una gran importancia. Los actuales métodos de recogida de la leche en las granjas en tanques refrigerantes (<5°C), su transporte a las centrales lecheras en cisternas isoterma, y su mantenimiento en las centrales, bajo refrigeración también durante horas, ha hecho posible aumentar la vida útil de la leche cruda en unos días antes del tratamiento térmico. No obstante, la aplicación de frío ha acarreado otros tipos de problemas graves derivados de la oportunidad que se les presenta a las bacterias psicrotrofas para multiplicarse, pudiendo alcanzar unos niveles tales que llegan a producir, por ellas mismas y, sobre todo por sus enzimas extracelulares, efectos no deseables.

<http://www.doschivos.com> (2005), señala que más del 50% de la flora Gram negativa de la leche cruda esta representada por el género *Pseudomona*. Estos juegan un papel importante en la conservación de productos lácteos, ya que además de ser psicrófilas, varias especies tienen un gran poder proteolítico y lipolítico. Además algunas de estas enzimas resisten temperaturas por encima de los 80 °C, por lo cual pueden causar alteraciones aún en productos elaborados con leches pasteurizadas,

### **d. Bacterias de origen fecal**

La presencia de *E. coli* es un indicador de contaminación fecal directa o indirecta y refleja falta de higiene durante la elaboración o manipulación del producto. La presencia de coliformes fecales y *E. coli* es un importante indicador de contaminación fecal que advierte de la posible presencia de otros patógenos (De Oliver C, et al., 2003).

En <http://www.salud.sport.es> (2005), se reporta que la presencia de tasas elevadas de bacterias fecales en la leche cruda constituye un índice de obtención

y manipulación de la leche en condiciones higiénicas deficientes. Los efectos que producen son:

- Alteran la leche acidificándola.
- Dan a la leche mal aspecto y sabor.
- La leche se convierte en vehículo de especies patógenas como *Enterobacteriaceae* y salmonella.

Por su parte <http://www.doschivos.com> (2005), indica que los miembros de la familia *Enterobacteriaceae* son huéspedes normales del intestino de los mamíferos, por lo tanto su presencia en el agua y la leche se relaciona con contaminación de origen fecal. Las enterobacterias son menos abundantes en la leche que otras bacterias Gram negativas, de las enterobacterias las más comunes encontradas en los productos lácteos son las del grupo Coliformes (*Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Citrobacter*) y las más comunes de la leche cruda son: *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Salmonella*, *Shigella*, *Proteus*, *Serratia*. Los últimos dos géneros se consiguen poco frecuentes, son microorganismos inoos pero por su poder proteolítico pueden provocar alteraciones en la leche.

## **E. CLASIFICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS**

### **1. Enterobacteriaceae**

Alais, C. (1998), manifiesta que de la familia de las enterobacterias, la mayor parte son huéspedes normales del intestino de los mamíferos; su presencia en el agua o en la leche puede atribuirse a una contaminación fecal. Muchas de estas especies tienen una fase de vida libre en el suelo y en las aguas. Las enterobacterias suelen ser menos abundantes en la leche que otras bacterias Gram negativas, pero es de gran importancia desde el punto de vista higiénico ya que son responsables de graves enfermedades infecciosas, que pueden adquirir carácter epidémico, en caso de los productos lácteos la salmonella son las más temibles, desde el punto de vista tecnológico la propiedad dominante de las enterobacterias es la fermentación de los azúcares con formación de gas (gas

carbónico e hidrógeno) y ácidos. Algunas especies producen sustancias viscosas o de sabor desagradable. Pueden desarrollarse a muy diferentes temperaturas de entre 10 a 40 °C como el caso de *Escherichia coli* pueden desarrollarse hasta una temperatura de 44 °C y son resistentes a los antibióticos que se encuentra ocasionalmente en la leche. El recuento de estas bacterias es uno de los medios más significativos para la apreciación de la calidad higiénica y la eficiencia del saneamiento a que se la somete. Para este fin se utilizan medios de cultivo que se han hecho selectivo por adición de sustancias que inhiben el crecimiento de otras especies.

#### **a. *Escherichia coli***

La *E coli* es un anaerobio facultativo, uno de los habitantes mas comunes del tracto intestinal y sigue siendo un importante herramienta para las investigaciones biológicas básicas. Su presencia en agua y alimentos es importante como indicador de contaminación fecal. Normalmente a esta bacteria no se considera como un patógena, pero, sin embargo, frecuentemente son causantes infecciones del tracto urinario y algunas cepas producen entero toxinas causantes de diarreas (Tortora J., 1993)

La bacteria *Escherichia coli* es la única bacteria productor de indol, produce mucho gas y ácidos orgánicos (láctico, acético, succínico, etc.). Sin embargo, es menos acidificante que las bacterias lácticas, que lo inhiben cuando el pH desciende debajo 5,0-5,2 (Alais C., 1998).

Este agente patógeno, llamado *E. coli*, produce toxinas conocidas como verotoxinas. La transmisión al ser humano se verifica sobre todo a través del consumo de alimentos contaminados, tales como la leche cruda. Están implicados también el yogur y el queso. Pueden provocar infecciones la contaminación fecal del agua y otros alimentos, así como la contaminación cruzada durante la preparación de los alimentos y los contactos interpersonales. Representa una de las principales causas de la diarrea sanguinolenta y no sanguinolenta y a menudo provoca complicaciones, como por ejemplo el síndrome urémico hemolítico, y otras afecciones (FAO, 2000).

Larrañaga, I. (1999), afirma que la *Escherichia coli* es un bacilo corto, Gram negativo, no esporógeno, anaerobio facultativo, catalasa positivo, oxidasa negativo, fermentador y genéticamente muy relacionado con el género shigella aunque el sustrato de fermentación y su actividad bioquímica lo diferencian. La *Escherichia coli* es un mesófilo típico cuya temperatura óptima es de 37 C con rango que van desde 7 hasta los 50 C. El pH casi neutro es el mejor para su crecimiento, aunque puede crecer a un pH inferior a 4 siempre cuando el resto de las condiciones sean óptimas. Su actividad mínima de crecimiento es de 0,95, presenta antígeno somático O, flagelar H y capsular K que se usan para clasificar en grupos y variedades.

## **b. Salmonella**

Casi todos los miembros de este género son patógenos potenciales. Son habitantes comunes del tracto intestinal de muchos animales, especialmente aves de corral y ganado vacuno y bajo condiciones sanitarias inadecuadas pueden contaminar los alimentos (Tortora J., 1993)

La FAO (2000) afirma que este microorganismo se ha aislado a partir de bovinos, aves, ovinos, cerdos Para combatir la infección por *S. typhimurium* en los animales se utiliza de manera extensiva la terapia antimicrobiana, si bien la aparición de una cepa resistente a los antibióticos utilizados corrientemente ha hecho que la infección por esta bacteria sea difícil de controlar. La vía principal por la cual los seres humanos adquieren la infección es el consumo de una amplia gama de alimentos de origen animal contaminados.

Larrañaga, I. (1999), manifiesta que la salmonella son bacilos Gram negativos, anaerobios facultativos con flagelos peritricos, quinoorganotrofos, oxidasa negativos y catalasa positivos, con un metabolismo oxidativa fermentativo. Son productores de ácido y frecuentemente de gas durante la fermentación de D-glucosa. Por lo general son móviles, aunque existen mutantes inmóviles. Se multiplican bien en los medios habituales. Entre los 18 y 24 horas las colonias alcanzan de 2 - 3 mm de diámetro. La temperatura óptima de crecimiento de la salmonella oscila entre 35 – 47 °C. Las principales características bioquímicas:

Fermentan la glucosa produciendo de gas, producen  $\text{CH}_2$  y descarboxilasa (lisina) positiva. Como la mayoría de los Gram negativos son sensibles al calor, se destruyen fácilmente con la técnica de pasteurización a 72 °C durante 15 segundos.

## 2. Micrococcaceae

A esta familia pertenecen los estafilococos y micrococos, son cocos Gram positivos, no esporulados, inmóviles, anaerobios facultativos, catalasa positiva, oxidasa negativa, con capacidad de fermentar la glucosa. Las especies capaces de producir entero toxinas se considera patógena responsables de las toxiinfecciones alimentarias puesto que la responsable del cuadro patológico es la toxina ingerida y no el germen como es el caso de los *Staphylococcus aureus* (Larrañaga I., 1999)

Tortora, J. (1993), manifiesta que los staphylococos producen muchas toxinas que contribuyen a su patogenicidad al aumentar su capacidad de invadir y dañar tejidos. Su morfología esférica. Combinada con la resistencia de la pared celular, les permite sobrevivir y crecer bajo elevadas presiones osmóticas, por lo que se encuentra en fosas nasales y sobre la piel. Y sobre los alimentos de elevado presión osmótica y de poca humedad.

Son anaerobios facultativos, que provocan una fermentación acidificante de la glucosa con un descenso del pH (hacia 4,3 y 4,5), producen acetoina (Alais C., 1998)

Larrañaga, I. (1999), afirma que estas bacterias producen numerosas enzimas: proteasas, lipasas, coagulasas, termonucleasa etc. Es un mesófilo típico con una temperatura de desarrollo entre 7 y 48 °C, la óptima oscila entre 35 y 40 °C esta dotado de una termo resistencia notable. Su pH óptimo se encuentra entre 6 y 7, con valores extremos de 4 y 10, la producción de toxinas se produce, con escasa cantidad por debajo de 6 y por encima de 8 es muy tolerante a una actividad de agua reducida y crece en valores de 0,83, resiste a altas concentraciones de sal hasta un 20%. Su habita principal es la piel, en las fosas nasales, se encuentra

en un 20 a 50% en sujetos sanos, ocasionalmente se puede aislar de las heces. También se puede aislar del medio: aire, ropa, superficies, agua dulce, superficies de plantas, etc. Las enterotoxinas de esta especie es una de las causas fundamentales de toxiinfección alimentaría ocupando el segundo lugar en importancia tras la salmonelosis. Los productos industrializados el alimento mas usualmente implicado son los derivados lácteos, como es caso de los quesos frescos son las más habituales dentro del primer grupo.

## **F. FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS**

<http://www.doschivos.com> (2005), señala que una vez que los microorganismos han alcanzado la leche comienza un periodo de adaptación de estos al medio circundante, la duración de este periodo así como la capacidad para multiplicarse esta condicionada al efecto de varios factores intrínsecos, extrínsecos e implícitos.

### **1. Factores Intrínsecos**

Los factores intrínsecos son aquellos que tienen que ver con el alimento en si, su composición y características. Dentro de este grupo esta el pH, actividad de agua, potencial de oxido reducción, cantidad de nutrientes y sistemas antimicrobianos (<http://www.doschivos.com>, 2005).

#### **a. pH**

La gran mayoría de bacterias y hongos crecen a pH cercano a la neutralidad (cuadro 8). El pH de la leche normal es de 6.5 a 6.7, ligeramente ácido, esto favorece el crecimiento de una flora microbiana diversa. Sin embargo son las bacterias y de ellas el grupo de las ácido lácticas las que se ven favorecidas para crecer el la leche a pH normal (<http://www.doschivos.com>, 2005).

#### **b. Actividad del agua ( $a_w$ ):**

Como actividad de agua se conoce la cantidad de agua libre disponible para el -

**Cuadro 8. RANGOS DE pH PARA EL CRECIMIENTO DE LOS MICROORGANISMOS**

Grupo	Rango	Optimo
Bacterias	4,5 - 9	6,5 - 7,5
Levaduras	2 – 11	4 – 6
Mohos	2 - 9	-

FUENTE: <http://www.doschivos.com> (2005)

crecimiento microbiano y para los procesos químicos y enzimáticos. En los alimentos no toda el agua se encuentra en estado libre, una parte está ligada a las proteínas o formando parte de otros compuestos. El 87.5% de la leche esta constituido por agua, una parte esta ligada a las caseínas y una mayor se encuentra en estado libre. La actividad de  $a_w$  de la leche esta estimada en 0,99, la del agua pura es 1,00. Los microorganismos como los seres vivos necesitan presencia de agua para la mayoría de los procesos metabólicos (cuadro 9). Sin embargo debido a la excesiva humedad de la leche algunos mohos y levaduras se les dificulta la multiplicación de allí que sean considerados de mayor importancia en productos lácteos deshidratados que en leche fluida (<http://www.doschivos.com>, 2005).

**Cuadro 9. ACTIVIDAD DE AGUA ( $a_w$ ) A LA CUAL CRECEN ALGUNOS MICROORGANISMOS**

Grupos	$a_w$
Bacterias G –	0,97
Bacterias G +	0,90
Levaduras	0,88
Hongos filamentosos	0,80
Bacterias halófilas	0,75
Hongos xerófilos	0,61

FUENTE: <http://www.doschivos.com> (2005)

### c. Potencial de Óxido-Reducción (Redox, Eh)

<http://www.doschivos.com> (2005), reporta que el potencial redox de los alimentos

esta determinado por la presencia de elementos reductores (que ganan oxígeno o pierden electrones) y oxidante (que pierden oxígeno o ganan electrones). El Eh puede tener valores positivos, cuando la sustancia o el alimento se comporta como oxidante o negativos cuando se comporta como reductor. El oxígeno disuelto en la leche contribuye a que la misma posea un Eh de +250 a +350 mv (milivoltios). Los microorganismos al multiplicarse, debido a que en su metabolismo liberan electrones y consumen oxígeno, hace que el Eh disminuya. En medios no “bufferados” una pequeña parte de microorganismos puede causar cambios en el potencial, en cambio en alimentos amortiguados una población mayor ( $10^8$  /g) apenas modificará el Eh. Según las necesidades de oxígeno los microorganismos se clasifican en:

- Aerobios Estrictos: los que necesitan oxígeno para desarrollarse, no se multiplican en ambientes anaeróbicos. Ejemplos: *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, mohos.
- Anaerobios Facultativos: Son microorganismos que pueden crecer en presencia o ausencia de oxígeno. Ejemplo: Enterobacterias, *Staphylococcus*.
- Anaerobios Estrictos: microorganismos que solo crecen en ausencia de oxígeno. Ejemplos: *Clostridium*, *Propionibacterium*
- Microaerofilos: aquellos que para crecer necesitan solo una pequeña fracción de oxígeno en la atmósfera. Ejemplos: *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*

Por lo general en ciertos alimentos el desarrollo inicial de los microorganismos es aeróbico y posteriormente al reducirse el Eh comienza el desarrollo de los anaeróbicos. En la leche las bacterias ácido lácticas se consiguen en abundancia y por ser varias de ellas anaerobias facultativas.

## **2. Factores Extrínsecos**

Los factores extrínsecos son los que tienen que ver con el ambiente donde se

almacenan los alimentos. Entre ellos están la temperatura, la humedad relativa y los gases atmosféricos.

### **a. Temperatura**

En <http://www.doschivos.com> (2005), se indica que no todos los microorganismos crecen a la misma temperatura. Según la temperatura óptima de crecimiento se pueden distinguir tres grupos: los mesófilos, los psicrófilos y los termófilos.

- Al grupo de las bacterias Mesófilas pertenece la mayoría de la flora que se encuentra con mayor frecuencia en la leche, principalmente las bacterias lácticas.
- Bacterias Psicrófilas son las que crecen a temperaturas de refrigeración. Son bacterias psicrófilas los miembros del género *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus*.
- Bacterias Termófilas son aquellas que crecen bien a temperaturas entre 45 a 55 °C, en este grupo están el *Lactobacillus bulgaricus*, *L. fermenti*, *L. Lactis*, *L. helveticus*, *L. acidophilus*, *Streptococcus termophilus*.

Los microorganismos psicrotrofos y los termotrofos, son microorganismos mesófilos pero que igualmente pueden crecer a temperaturas bajas o altas, respectivamente. La temperatura a la cual se encuentra la leche después del ordeño favorece la rápida multiplicación microbiana.

La mayor proporción de la flora bacteriana presente, son microorganismos mesófilos, es por ello que la inmediata refrigeración a temperaturas de 4 a 5 °C se hace fundamental para asegurar la calidad de la leche. Pero su almacenamiento no debe ser prolongado (máximo 24 horas) ya que se favorecería el aumento en número de la flora psicrotrofa (cuadro 10).

**Cuadro 10. RANGOS DE TEMPERATURA (°C) PARA EL CRECIMIENTO DE LOS MICROORGANISMOS**

GRUPOS	Temperatura		
	Mínima	Optima	Máxima
Termófilos	40-45	55-75	60-90
Termotrofos	15-20	30-40	45-50
Mesófilos	5-15	30-40	40-47
Psicrófilos	-5 - +5	12-15	15-20
Psicrotrofos	-5 - +5	25-30	30-35

FUENTE: <http://www.doschivos.com> (2005)

### **b. Humedad relativa**

La humedad de la atmósfera influye en la humedad de las capas superficiales de los alimentos en almacenamiento. En leche fluida no juega un papel importante, contrario al que puede jugar en quesos en almacenamiento o en cavas de maduración (<http://www.doschivos.com>, 2005).

### **c. Gases Atmosféricos**

Los gases atmosféricos no influyen marcadamente en la calidad microbiológica de la leche cruda, salvo que la misma sea sometida a procesos de agitación fuerte donde el oxígeno del aire pueda ser incorporado al alimento y favorecer el crecimiento microbiano aeróbico. Este factor debe ser considerado en el almacenamiento de los derivados lácteos los cuales pueden verse alterados por una alta presión de oxígeno en la atmósfera (<http://www.doschivos.com>, 2005).

## **3. Factores implícitos**

Dentro de los factores implícitos tenemos los relacionados directamente con las especies microbianas, su metabolismo y las relaciones que establecen. No todas las bacterias tienen la capacidad de crecer en la leche, aún cuando encuentren condiciones óptimas. Esto es debido al estado como se encuentran los diferentes componentes. Por ejemplo, no todas las especies tienen la capacidad de

metabolizar la lactosa, si no que necesitan que esta este hidrolizada para poder utilizar la glucosa o galactosa. De manera aquellas que estén capacitadas para producir las enzimas necesarias se verán más favorecidas en crecer. Así en la leche y productos lácteos se pueden observar varios ejemplos de relaciones simbióticas, siendo la más destacada la que se da entre el *Streptococcus thermophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus*, durante la elaboración del yogurt (<http://www.doschivos.com>, 2005).

## **G. UTILIZACIÓN DE NITRATOS EN LA ELABORACIÓN DE QUESOS**

Según Madrid, A (1999), cuando las condiciones de recogida, transporte y conservación de la leche no son muy estrictas se encuentran presentes en la misma una serie de bacterias ácido- butíricas y Coli aerogenes capaces de sobrevivir a la pasteurización y que después provocarán graves problemas en la fabricación y maduración de los quesos. Las bacterias ácido – butíricas forman esporas que sobreviven a la pasteurización, desarrollándose después, durante la maduración de los quesos, dando lugar a la formación de gas y sabores desagradables. En los quesos donde predominan las bacterias lácticas no suele ocurrir esto, pero hay variedades poco ácidas (Edám, gouda, Svecia) donde si se puede presentar este problema. Para evitar estos inconvenientes se ha recurrido históricamente a la adición de nitratos sódico o potásico ( $\text{NO}_3\text{Na}$  y  $\text{NO}_3\text{K}$ ) a la leche, en cantidades de 20 gramos por cada 100 litros. Los nitratos tienen la capacidad de inhibir el desarrollo de las bacterias ácido butíricas y coli aerogenes, mientras que no afectan a las lácticas, siempre que no se sobrepasen las dosis requeridas. Si la cantidad de nitratos que se añade a la leche es excesiva se pueden presentar los siguientes problemas:

- Inhibición de fermentos lácticos, con lo que detendremos la pre maduración de la leche.
- Detención del proceso de maduración del queso por el poder inhibidor de una fuerte dosis sobre todo tipo de microorganismos
- Sabores extraños y desagradables en los quesos terminados.

Cuando los nitratos se utilizan en dosis correctas se complementan con la sal

añadida al queso y juntos controlan el desarrollo de las bacterias ácido – butíricas y aerogenes, sin afectar a las lácticas.

### 1. Antibut

Según CHR Hansen (2000), el empleo de Antibut evita con seguridad la hinchazón del queso, siempre que se siga el modo de empleo, tanto cuando se trata de la hinchazón causada por las bacterias butíricas tan peligrosas que frecuentemente se presentan en gran número en la leche. Sobre todo si el ganado ha sido alimentado con forraje ensilado, como la causada por bacterias ácido propiónicas o las del grupo Coli aerogenes. Puede ser empleado en cualquier época del año y para todo tipo de queso, no trastorna la maduración del queso, no causa defectos en el sabor ni la consistencia del queso, no es preservativo ni fungicida; y se conserva bien sin alteración por largo tiempo.

### 2. Antibut tipo “D”

CHR Hansen (2000), indica que el Antibut tipo “D”, es utilizado para quesos tipo postre, quesos de bola, y otros tipos de quesos semiduros y quesos frescos. Es recomendado aumentar la cantidad de fermento láctico cuando se emplea el producto, la cantidad de fermento láctico debe ser aumentada en un 25 a 50%. Cuando se emplea Antibut tipo D no es necesaria usar sal nitro, aunque se recomienda se añada hasta 20 gramos de sal nitro por cada 100 litros de leche a cuajar cuando se aplique la cantidad mínima de Antibut.

Las especificaciones del producto son las siguientes:

Apariencia:	Polvo blanco granulado
Densidad de volumen:	12.77 lb/ galón
Dosificación:	15 a 20 gramos por cada 100 litros
Especificaciones:	mezcla de:
	Bromato de Potasio: 35.00%
	Fosfato de calcio, hidrato: 5.00%
	Nitrato de Potasio: 60.00%

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

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

La presente investigación se realizó en la Quesera “El Cebadeñito”, ubicada en la Parroquia Cebadas, perteneciente al cantón Guamote, provincia de Chimborazo, que se encuentra a 3200 metros de altitud sobre el nivel del mar, la temperatura media anual alcanza los 14 °C, con máximos y mínimos promedios de 20 grados en marzo y 9 grados centígrados en agosto, respectivamente.

El trabajo experimental tuvo una duración de 120 días (4 meses) distribuidos en la elaboración de Queso Andino con la utilización de Antibus, realización de los exámenes bromatológicos, microbiológicos y organolépticos, así como la evaluación de la vida de anaquel.

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

Las unidades experimentales estuvieron conformadas por los quesos tipo Andino, obtenidos con la aplicación de diferentes niveles de Antibus (25, 50, 75 y 100% del valor referencial de 20 g/100 lt de leche), para lo cual se empleó un total de 170 litros de leche, que se dividieron en 20 unidades experimentales, correspondiendo cada unidad experimental un queso de un kg de peso, obtenido con 8.5 litros de leche. Por efectos de producción y evaluación, se realizó una repetición por cada tratamiento por semana.

Para las pruebas bromatológicas, microbiológicas y organolépticas, se utilizaron muestras de 100 g de cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos experimentales

#### **C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

Los materiales, equipos e instalaciones que se emplearon en el presente estudio, fueron los siguientes:

## **1. En el control de calidad de la leche**

- Peachimetro digital
- Acidómetro
- Termómetro
- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Pipetas de 1ml y 10 ml
- Termolactodensímetro
- Pistola de alcohol
- Bureta
- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Fenoltaleína
- Azul de Metileno

## **2. En la elaboración del queso**

Equipos:

- Olla doble fondo
- Mesa de moldeo
- Prensa

Materiales:

- Bidón de 40 litros de acero inoxidable
- Moldes de acero inoxidable
- Baldes
- Tina para salmuera
- Fundas de empaque
- Frigorífico
- Malla 7 x 15
- Tacos de madera
- Fuente de calor
- Cilindro de gas
- Balanza digital

- Jabones, detergentes y desinfectantes
- Libreta de apuntes

Aditivos:

- Cloruro de Calcio en escamas
- Fermento láctico
- Nitratos (Antibut)
- Cuajo sintético
- Sal yodada

### **3. En la determinación bromatológica**

#### **a. Determinación de la humedad total**

Instrumental:

- Balón de destilación
- Refrigerante simple
- Pinzas y soporte universal
- Reverbero eléctrico

Reactivo:

- Tolueno

#### **b. Determinación de proteína**

Instrumental:

- Aparato de Kjeldahl para digestión y destilación
- Balón Kjeldahl de 500 ml
- Matracas Erlenmeyer de 250 ml
- Bureta de 50 ml
- Balanza analítica, sensible a 0.01 mg

Reactivos:

- Ácido sulfúrico concentrado

- Solución concentrada de hidróxido de sodio
- Sulfato de potasio o de sodio
- Solución de ácido bórico al 2.5 %
- Solución de ácido clorhídrico al 0.1 N estandarizado
- Sulfato de cobre
- Solución indicadora

### **c. Determinación del extracto etéreo**

Instrumental:

- Butirómetro para queso o crema
- Centrífuga

Reactivos:

- Éter dietílico
- Alcohol isoamílico
- Agua destilada

### **4. Para el análisis microbiológico**

- Agar Baird Parker
- Disco reactivo de Nucleasa termoestable Petrifilm
- Peptona
- Sal taponada
- Tapón de Butterfield
- Agua de peptona al 0.1%
- Caldo Letheen

### **5. Instalaciones**

Las instalaciones utilizadas de la Planta de Lácteos El Cebadeñito, fueron:

- Área de recepción
- Área de proceso

- Cuarto de maduración
- Frigorífico

#### D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó la utilización de diferentes niveles de nitratos (Antibut, 25, 50, 75 y 100 % en base a al valor referencial de 20 g/100 lt de leche) en la elaboración de queso Andino, frente a un tratamiento control (0 % de nitratos), por lo que se contó con un total de cinco tratamientos experimentales y cada uno con cuatro repeticiones, la descripción de los tratamientos se resumen en el siguiente cuadro:

**Cuadro 11. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES**

Tratamientos	Niveles de Antibut (%)	g en 100 lt de leche	g en 8.5 lt leche
T0	0	0	0,00
T1	25	5	0,43
T2	50	10	0,85
T3	75	15	1,28
T4	100	20	1,70

Las Unidades experimentales para su evaluación estadística se distribuyeron bajo un diseño completo al azar, que se ajustaron al siguiente modelo matemático:

$$X_{ijk} = \mu + T_i + E_{ijk}$$

Donde:

$X_{ijk}$  = Valor del parámetro en determinación

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto de los niveles de los nitratos (Antibut)

$E_{ijk}$  = Efecto del error experimental

El esquema del experimento empleado fue el siguiente:

**Cuadro 12. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO**

Niveles de Nitratos (Antibut)	Código	Repet.	TUE*	Nº quesos/tratami.
0 %	T0	4	1	4
25 %	T1	4	1	4
50 %	T2	4	1	4
75 %	T3	4	1	4
100 %	T4	4	1	4
TOTAL QUESOS EVALUADOS				20

TUE\*: Tamaño Unidad Experimental, 1 queso Andino obtenido de 8.5 lt de leche

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

### **1. Variables bromatológicas**

- Contenido de Humedad, %
- Contenido de materia seca, %
- Contenido de Proteína, %
- Contenido de Grasa, %
- Contenido de Cenizas, %

### **2. Variables organolépticas**

- Apariencia, 2 puntos
- Textura, 4 puntos
- Sabor, 6 puntos
- Aroma, 4 puntos
- Color, 4 puntos
- Total, 20 puntos

### **3. Variables microbiológicas**

- *Staphylococcus sp*, UFC/g
- *Escherichia coli*, UFC/g
- Salmonella, UFC/g

#### 4. Valoración de la vida de anaquel

En la evaluación de la vida de anaquel, se consideraron las características organolépticas y microbiológicas presentadas por los quesos a los 15 días posteriores en almacenamiento en refrigeración.

#### 5. Análisis económico

- Costos de producción y Beneficio / Costo.

#### F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN

Los resultados experimentales obtenidos fueron sometidos a Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA) y separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey al nivel de significancia de  $P < 0.05$ , en las variables nutritivas y microbiológicas; y, la prueba de Rating test para las variables no paramétricas.

Los esquemas del análisis de varianza, empleados fueron los siguientes:

**Cuadro 13. ESQUEMA DEL ADEVA PARA LAS VARIABLES NUTRITIVAS Y MICROBIOLÓGICAS**

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	19
Tratamientos (Nivel de Antibut)	4
Error	15

**Cuadro 14. ESQUEMA DEL ADEVA PARA LAS VARIABLES ORGANOLÉPTICAS**

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques (no ajustados)	4
Tratamientos (ajustados)	4
Error intrabloques	6
Total	14

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

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

En la leche receptada se procedió a realizar el respectivo análisis de control de calidad, tanto para los parámetros físicos, químicos, así como los microbiológicos antes de ingresar a los tanques de almacenamiento ubicados en el Área de Recepción de la Planta de Lácteos. De acuerdo a los resultados obtenidos se estimó que los parámetros de calidad de la leche fue la siguiente:

**Cuadro 15. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA LECHE RECIBIDA EN LA PLANTA DE LÁCTEOS “CEBADEÑITO”**

Análisis	Leche de Haciendas
% de grasa	3.4
Densidad (15°C)	32.2
Acidez °D	15
Prueba de Alcohol 82%	Negativo
Reductasa	> a 5 horas

Fuente: Registros de la Planta de Lácteos “El Cebadeñito” (2005).

### 2. Elaboración del queso

En la elaboración del queso Andino, se utilizó las formulaciones que se reportan en el siguiente cuadro y para su elaboración se siguió el esquema que se reporta en el gráfico 1, proceso el cual se detalla a continuación:

Una vez aprobada la calidad de la materia prima en la recepción, la leche se sometió a un filtrado, para eliminar posibles contaminantes (basuras, pelos, etc.); a continuación se pasteurizó la leche en la tina de pasteurización, donde se elevó la temperatura a 75°C por 15 segundos de retención, luego de lo cual se dejó enfriar a 40°C y agregar el cloruro de calcio en es camas, en una cantidad de 20 g/100 litros de leche, el fermento láctico de repique en una cantidad del 1lt/100 lt de leche, el Antibut, en los niveles de: 25, 50, 75 y 100%, de una relación referencial de 20 g/100 lt de leche, a una temperatura de 34 °C, y se realizó una

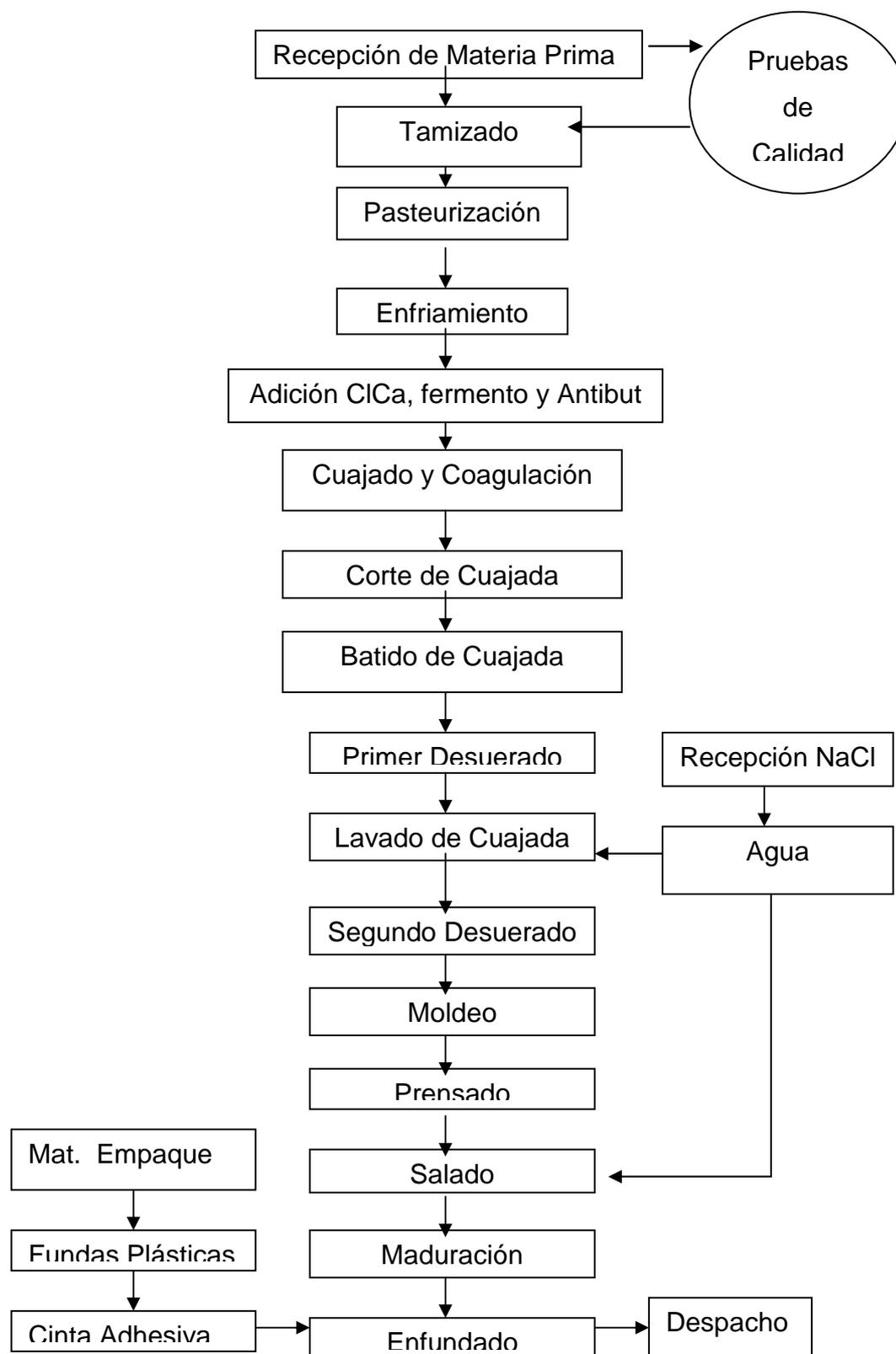


Gráfico 1 Esquema de elaboración del queso Andino

**Cuadro 16. FORMULACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO ANDINO CON DIFERENTES NIVELES DE ANTIBUT (PARA UN kg DE QUESO)**

Materia prima	Unidad	Refer.*	Niveles de Antibut				
			0%	25%	50%	75%	100%
Leche Pasteurizada	lt	100	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
Cloruro de calcio en escamas	g	20	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
Fermento láctico de repique	ml	1000	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
Cuajo sintético	ml	10	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Nitratos (Antibut)	g	20	0,00	0,43	0,85	1,28	1,70
Sal	kg	1,25	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11

Refer.\*: Referencia de utilización en 100 lt de leche

homogenización por 5 minutos, luego se dejó madurar por el lapso de 30 minutos, transcurrido este tiempo se agregó el cuajo sintético a una temperatura de 35°C en dosis de 1ml por cada 10 litros de leche, seguidamente se dejó en reposo la leche por un lapso de 30 minutos para que se produzca la coagulación.

Posterior a esto, se procedió a cortar y batir la cuajada por en un lapso de 15 a 20 minutos, hasta que el grano de la cuajada esté del tamaño de una haba; a ésta solución se la dejó reposar por 5 minutos y luego procedió a sacar el 35% de suero y adicionar el 30% de agua caliente que estuvo a la temperatura de coagulación correspondiente; luego batimos por un lapso de 10 minutos (lavado de la cuajada) y posteriormente colocamos la cuajada en moldes plásticos para el respectivo desuerado. Una vez llenos los moldes se realizaron un volteo inmediato de los mismos, para asegurar un mejor desuerado, se procedió a realizar un segundo volteo luego de 30 minutos aproximadamente. Luego colocamos los quesos en paños para seguidamente trasladarlos a la prensa, en donde permanecieron por un lapso de 60 minutos y luego fuera de ella por 12 horas. El salado de los quesos se efectuó con la utilización de salmuera a una concentración de 22°Bé y por un tiempo aproximado de 12 horas.

El manejo de maduración de los quesos se efectuó durante un 15 días, el mismo que consistió en una limpieza diaria de la superficie del queso, utilizando un paño

humedecido con agua sal; esta práctica permitió eliminar los residuos de suero que contenían los quesos; aspecto en el cual se sabe que juega mucha importancia la sal. La temperatura de la cámara de maduración varió entre 10 y 15°C y con una humedad relativa del 75 al 80%. Para lograr la humedad deseada, se mantuvo húmedo el piso.

### 3. Valoración nutritiva

Para la determinación del contenido de humedad, materia seca, proteína, grasa y cenizas, de los quesos obtenidos, se tomaron muestras de 100 g de las diferentes unidades experimentales, las mismas que fueron enviadas al Laboratorio de Nutrición y Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH; y en base a los resultados reportados realizar el correspondiente análisis estadístico e interpretar sus resultados.

### 4. Valoración microbiológica

Para la valoración de la calidad microbiológica de UFC/g (unidades formadoras de colonias por gramo), de igual manera se tomaron muestras de 100 g, del queso elaborado y se enviaron al Laboratorio de Microbiología de los alimentos y Técnicas industriales, de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, para establecer la presencia o no de *Staphylococcus sp*, *Escherichia coli* y *Salmonella*, y en base a sus resultados se pudo determinar el efecto del Antibut, así como la calidad higiénica de queso, para establecer si es apto o no para su consumo, en base a los siguientes de requisitos (cuadro 17):

**Cuadro 17. NIVEL DE TOLERANCIA DE MICROORGANISMOS DEL QUESO**

Requisitos	Unidad	Máximo
Escherichia coli	UFC/ g	100
Staphylococcus aureus	UFC/ g	100
Mohos y levaduras	UFC/ g	50 000
Salmonella	UFC/ 25 g	0

Fuente: INEN Norma 1528 (1996).

## 5. Análisis organolépticos

Para la obtención de los resultados organolépticos, se coordinó con el director de tesis, para seleccionar el panel de catadores que calificó el queso bajo los siguientes parámetros (cuadros 18 y 19):

**Cuadro 18. PRINCIPIOS DE VALORACIÓN DEL EXAMEN ORGANOLÉPTICO**

Carácter	Puntaje máximo
Apariencia	2 puntos
Textura	4 puntos
Sabor	6 puntos
Aroma	4 puntos
Color	4 puntos
Total	20 puntos

Fuente: Witting E. (1981).

**Cuadro 19. ESCALA DE VALORACIÓN DE CALIDAD DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

Descripción de calidad	Puntaje sobre:				
	100,00	2,00	4,00	6,00	20,00
Excelente	95,00	1,90	3,80	5,70	19,00
Muy bueno	90,00	1,80	3,60	5,40	18,00
Bueno	85,00	1,70	3,40	5,10	17,00
Regular	80,00	1,60	3,20	4,80	16,00
Límite no comestible	75,00	1,50	3,00	4,50	15,00

FUENTE: Witting, E. (1981)

El panel calificador debió cumplir con ciertas normas como: que exista estricta individualidad entre panelistas para que no haya influencia entre los mismos; disponer a la mano de agua o té, para equiparar los sentidos y no haber ingerido bebidas alcohólicas. En la evaluación de las características organolépticas se siguió el siguiente procedimiento:

A cada degustador durante la sesión de catación, se le presentó las muestras del queso de los diferentes tratamientos previo un sorteo al azar y se procedió a la evaluación sensorial, para lo cual se entregó a cada juez la encuesta correspondiente (Anexo 1), en la que se pide valorar las muestras en una escala numérica, de acuerdo a la escala predefinida. Este proceso se repitió en cada sesión, con todos los resultados obtenidos se procedió a la tabulación y a su evaluación estadística.

## **6. Vida de anaquel**

Para la evaluación de la vida de anaquel del queso Andino, se tomó como referencia la valoración inicial de las características microbiológicas y organolépticas del queso al final del período de maduración (15 días) y la evaluación del queso después de los 15 días posteriores de almacenamiento en refrigeración (30 días), y compararlos con los requisitos exigidos en la Norma INEN así como con los parámetros de calidad de Witting, E. (1981).

## **7. Programa sanitario**

Previa el procesamiento del queso Andino se realizó una limpieza profunda de las instalaciones, equipos y materiales a utilizarse, con agua y amonio cuaternario como desinfectante, con el fin de que las instalaciones, equipos y materiales se encuentren asépticos y libres de cualquier agente patógeno que pueda alterar la materia prima; así como el producto procesado. Es necesario recalcar que esto se realizó cada vez que se elaboró el producto durante el tiempo de duración del ensayo.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **A. VALORACIÓN NUTRITIVA**

Los valores de los parámetros nutritivos obtenidos de la elaboración de queso tipo Andino con la utilización Antibut en los niveles 25, 50, 75 y 100 % del valor referencial de 20 g/100 lt de leche (según CHR Hansen, 2000), se reportan en el cuadro 20, los mismos que se analizan a continuación.

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

Los contenidos medios de humedad de los quesos Andinos elaborados con diferentes niveles de nitratos (Antibut) presentaron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ), registrándose que los mayores contenidos (51.71 y 52.00 % de humedad) en los quesos elaborados con la utilización de los niveles 75 y 100 %, que estadísticamente son iguales, pero difieren con los valores determinados con los otros tratamientos, pues se registraron contenidos de 49.47, 48.73 y 47.84 %, cuando se utilizó niveles de 50, 25 y 0 % de los nitratos evaluados, por lo que mediante el análisis de la regresión se determinó una tendencia lineal significativa, que se representa en el gráfico 2, donde se observa que a medida que se incrementa los niveles de Antibut el contenido de humedad también se incrementa en 0,0453 unidades por cada unidad adicional de Antibut, comportamiento que puede deberse a lo que señala Madrid, A (1999), en que los nitratos tienen la capacidad de inhibir el desarrollo de las bacterias ácido butíricas y coli aerogenes, mientras que no afectan a las lácticas, siempre que no se sobrepasen las dosis requeridas, ya que si la cantidad de nitratos que se añade a la leche es excesiva se puede producir la detención del proceso de maduración del queso por el poder inhibitor sobre todo tipo de microorganismos, lo que posiblemente incrementa el contenido de humedad en los quesos.

Las respuestas encontradas guardan relación con los determinados por Revilla, A. (1996), quien reporta que el queso tipo Andino presenta un contenido de 50% de agua, al igual que se enmarcan dentro de los valores determinados por Pérez, A. (2001), al evaluar la elaboración de queso Andino con leches de diferentes razas -





de bovinos (Jersey, Brown Swiss y Holstein Frisian), ya que registró contenidos entre 39 y 50 % de humedad, al igual que con el reporte de Dubach, J. (1988), que señala que este tipo de queso debe contener un 52 % de humedad, por lo que se considera que los valores determinados se encuentran entre los valores recomendados por el INEN (1996), que exige que el queso semimaduro debe contener un máximo de 60 % de humedad.

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

El contenido de materia seca por ser inversamente proporcional al contenido de humedad, se registró de igual manera diferencias significativas ( $P < 0.01$ ), presentando los quesos del grupo control una mayor cantidad de materia seca (52.16 %), y que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia lineal negativa significativa (gráfico 3), que permite indicar que el contenido de materia seca se reduce en 0,0453 unidades por cada unidad adicional de Antibut utilizado, por cuanto, los valores determinados fueron de 51.28, 50.54, 48.30 y 48.00 % de materia seca, cuando se utilizaron los niveles 25, 50, 75 y 100 % de Antibut en base al valor referencial que es de 20 g/100 lt de leche, según CHR Hansen (2000).

Determinándose adicionalmente que las respuestas encontradas guardan relación con los determinados por Revilla, A. (1996), Pérez, A. (2001) y Dubach, J. (1988), ya que por diferencia respecto a la humedad señala por estos investigadores se tendría valores entre 50 y 61 % de materia seca.

## **3. Contenido de proteína**

Las medias del contenido de proteína de los quesos tipo Andino presentaron diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) por efecto de los niveles de Antibut utilizados, registrándose el mayor contenido en los quesos obtenidos con el grupo control (0 %), que presentaron un aporte proteico de 18.24 %, en cambio los menores contenidos se establecieron al utilizar los niveles 50 y 75 % de los nitratos, con valores de 17.48 y 17.67 %, respectivamente, mientras que los otros tratamientos evaluados, presentaron respuestas intermedias entre las anotadas, por lo que me-



diante el análisis de la regresión se determinó una tendencia cuadrática significativa, que se reporta en el gráfico 4, de donde se deduce que el contenido de proteína del queso tipo Andino se reduce a media que se utiliza el Antibut hasta el nivel 75 % en base a 20 g/100 lt de leche, mientras que se incrementa al emplearse hasta el nivel 100 % de referencia.

Los resultados obtenidos comparados con el reportes de Dubach J. (1988), guardan relación, por cuanto este investigador señala que este tipo de queso contiene 18 % de proteína, al igual que Pérez, A. (2001), al elaborar el queso Andino con leche de bovinos de la raza Holstein Frisian, registró similar contenido de proteína (18 %), pero difiere con el valor referencial de Revilla, A. (1996), quien indica que el queso tipo Andino debe contener el 21% de proteína, diferencia que puede deberse lo señalado en la Revista Vida (2003), que indica que la composición de los quesos varía de acuerdo al tipo y a los procedimientos de elaboración, pero que se considera a este producto nutritivamente proteico.

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

En el contenido de grasa de los quesos tipo Andino, las medias determinadas en los quesos elaborados con la utilización de 25 y 100 % de Antibut registraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), ya que los contenidos determinados fueron de 22.10 y 20.12 %, respectivamente, en tanto que al emplearse los otros niveles (50 y 75 %) así como con el grupo control, las respuestas alcanzadas presentan valores intermedios entre los señalados por lo comparten los dos rangos de significancia establecidos; por lo que mediante el análisis de la regresión se determinó una tendencia lineal significativa que se reporta en el gráfico 5, que determina que por cada unidad adicional de Antibut utilizado, el contenido de grasa se reduce en 0,013 unidades, lo que puede deberse posiblemente al contenido de humedad registrado, que presento un comportamiento inverso a la de la grasa, es decir, se observó que a mayor contenido de humedad en el queso, menor es la cantidad de materia grasa, por lo que de acuerdo a la clasificación que señala el INEN (1996), en su Norma INEN 64, el queso Andino obtenido, pertenece al grupo de quesos pobres en grasa, por cuanto el rango del contenido graso para esta categorización es de  $>$  al 10 % con un máximo del 25 %, mientras





que al considerar el estudio de Pérez, A. (2001), quien al evaluar el queso Andino elaborado con leche de diferentes razas bovinos, registró contenidos de 22 a 28 % con leches de vacas Holstein Frisian y Jersey, respectivamente, los valores registrados en el presente trabajo guardan relación respecto al empleo de leches de vacas Holstein, pero son inferiores respecto a la raza Jersey, ya que la leche procedente de estos animales presenta un mayor aporte graso.

## **5. Contenido de cenizas**

Para el contenido de cenizas las medias determinadas en los quesos por efecto de los niveles de nitratos (Antibut) utilizados no fueron estadísticamente diferentes ( $P > 0.05$ ), aunque numéricamente se registraron variaciones entre 3.5 a 4.0 %, que corresponden a los quesos elaborados con los niveles 75 y 25 % de Antibut, respectivamente, lo que permite indicar que los nitratos evaluados no influyen en el contenido de cenizas, ya que los valores encontrados son ligeramente inferiores a los reportados por Pérez, A. (2001), quien al evaluar el queso Andino elaborado con leche de diferentes razas bovinos, registró contenidos de 4.30 a 4.70 %.

## **B. VALORACIÓN MICROBIOLÓGICA**

Los resultados reportados en el cuadro 21, corresponden a la evaluación microbiológica realizada al final del período de maduración (15 días) y 15 días posteriores de almacenamiento en refrigeración (30 días), de los quesos elaborados con diferentes niveles de nitratos (25, 50, 75 y 100 % del valor referencial de 20 g por 100 lt de leche, según CHR Hansen, 2000), los mismos que vez permite deducir la vida de anaquel en base a las características microbiológicas, que es uno de los objetivos principales del presente trabajo, como es el de evaluar el efecto antibacterial de los nitratos (Antibut) empleados.

### **1. *Staphylococcus sp***

Los análisis microbiológicos realizados a los 15 días de maduración del queso tipo Andino, registró la presencia de *Staphylococcus sp*, con medias que fueron signifi -



cativas ( $P < 0.01$ ), notándose que la presencia bacteriana se redujo a medida que se incrementó los niveles de Antibut, ya que las cargas bacterianas encontradas fueron de 59.50, 44.25, 33.75, 24.50 y 23.50 UFC/g, cuando se emplearon 0, 25, 50, 75 y 100 % de Antibut de 20 g/100 lt de leche de referencia, respectivamente; por lo que mediante el análisis de la regresión se determinó una tendencia cuadrática significativa como se demuestra en el gráfico 6.

Similar comportamiento se registró al realizarse la evaluación a los 30 días de elaborado el queso (15 días posteriores a la maduración), registrándose cargas bacterias superiores a las determinadas en la evaluación inicial, ya que estas fueron de 67.75, 50.25, 38.50, 28.25 y 27.00 UFC/g, cuando se utilizaron niveles de 0, 25, 50, 75 y 100 % de Antibut, en su orden; por lo que se deduce que los nitratos utilizados (Antibut) como bactericidas demuestran su efecto, lo que es ratificado por lo señalado por Madrid, A (1999), quien indica que cuando las condiciones de recogida, transporte y conservación de la leche no son muy estrictas se encuentran presentes en la misma una serie de bacterias ácido-butíricas y Coli aerogenes capaces de sobrevivir a la pasteurización y que después provocarán graves problemas en la fabricación y maduración de los quesos, dando lugar a la formación de gas y sabores desagradables, por lo que es necesario para evitar estos inconvenientes se recurre a la adición de nitratos sódico o potásico, como en el presente trabajo el Antibut, presentando las mejores respuestas los niveles 75 y 100 % de los valores referenciales, ya que la carga microbiana, en estos quesos fue menor, a pesar de que la mayor carga bacteriana observada durante los períodos de evaluación (59.50 y 67.75 UFC/g, a los 15 días de maduración y a los 15 días posteriores de almacenamiento en refrigeración), que corresponden a los quesos del grupo control, no superan el recuento máximo permitido por el INEN (1996), que en su Norma INEN 1528:96, así como la Reglamentación del Mercosur (2000), que señalan que el queso para que sea apto para el consumo deben presentar un máximo de 100 UFC de *Staphylococcus* por gramo de muestra.

## **2. *Escherichia coli***

La carga bacteriana de *Escherichia coli* encontrada al final del período de madu-



ración, registró diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre las respuestas encontradas de los quesos del grupo control con relación a los quesos que se utilizaron los niveles 75 y 100 % del valor referencial de 20 g/100 lt de leche (CHR Hansen, 2000), ya que se registraron cantidades de 14.25 UFC/g frente a 10.50 y 10.75 UFC/g, respectivamente, mientras que con los niveles 25 y 50 %, se encontró respuestas intermedias entre las anotadas (12.00 y 12.75 UFC/g, en su orden), por lo que comparten los dos rangos de significancia encontradas, por lo que mediante el análisis de la regresión se determinó una tendencia lineal altamente significativa que se reporta en el gráfico 7, de donde se deduce que por cada unidad adicional de Antibut que se emplee, la presencia de *Escherichia coli* se reduce en 0,034 unidades ( $b = -0.034$ ).

La evaluación de los quesos a los 15 días posteriores de la maduración y conservados en refrigeración, se registró que la carga microbiana se elevó ligeramente respecto a la valoración inicial, valores que mediante el análisis estadístico, se mantiene el comportamiento señalado, es decir, se registró diferencias altamente significativas entre la presencia de *Escherichia coli* en los quesos del grupo control con las respuestas obtenidas con el empleo de los niveles 75 y 100 % del valor referencial de 20 g/100 lt de leche (CHR Hansen, 2000), por cuanto las cantidades encontradas fueron de 16.25 UFC/g, frente a 12.50 y 12.75 UFC/g, en su orden, valores que comparados con las exigencias emitidas por el INEN (1996) como Mercosur (2002), se encuentran entre los límites tolerables, ya que estas instituciones indican que un queso para que sea apto para el consumo deben presentar un máximo de 100 UFC/g, pero por estar presentes este representa un foco de alerta, ya que la presencia de estos microorganismos pueden ocasionar problemas y grandes pérdidas en la industria quesera por la hinchazón precoz, lo que se logró controlar en buena parte con el empleo del Antibut, presentando las mejores respuestas los niveles 75 y 100 % del valor referencial de 20 g/100 lt de leche, además por la presencia de estas bacterias es necesario verificar y realizar la limpieza y sanidad de todos los equipos y utensilios de la quesera, así como realizar las pruebas de calidad de la leche, para asegurar la calidad higiénica del producto.

Por otra parte, las cargas microbianas encontradas al final del período de evalua-



ción que están por debajo de los límites de tolerancia señalados en los reportes del INEN, así como por el MERCOSUR, permite considerar de acuerdo a la calidad higiénica del queso, que este es apto para el consumo humano después de los 15 días posteriores de almacenamiento en refrigeración, por lo que su vida de anaquel puede ser mayor, que el período considerado en el presente trabajo.

## **C. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA**

Las respuestas obtenidas a través del panel de cata, de la valoración organoléptica de los quesos elaborados con diferentes niveles de nitratos (Antibut), realizada al final del período de maduración (15 días) y 15 días posteriores de almacenamiento en refrigeración (30 días), no registraron diferencias estadísticas de acuerdo a la Prueba de Rating Test en los diferentes parámetros evaluados, pero tomando como referencia la Escala de valoración de calidad de productos alimenticios reportada por Witting, E. (1981), se establece diferentes calificaciones como se observa en el cuadro 22, las mismas que son analizadas a continuación.

### **1. Apariencia**

La valoración de la apariencia del queso Andino con 15 días de maduración recibió puntuaciones entre 1.8 y 1.9 puntos sobre dos de referencia, por lo que sus diferencias no fueron estadísticas, pero al evaluarlas de acuerdo a la escala señala por Witting, E. (1981), se establece que al emplear los niveles 50 y 75 % de Antibut, la apariencia del queso presenta una calificación de Excelente, mientras que los quesos elaborados sin la adición de Antibut, así como con el empleo de los niveles 25 y 100 %, recibieron una valoración de Muy Buenas, por lo que no se puede afirmar que el Antibut favorece o desmejora la apariencia visual de los quesos, sino que depende en gran parte de la preferencia de los consumidores y en el presente caso de las personas que actuaron como catadores, los mismos que no tuvieron una experiencia previa, de ahí posiblemente que les hayan asignado calificaciones casi similares.

Sucedido algo parecido en la evaluación final (30 días), ya que las puntuacio - -



nes asignadas fueron entre 1.6 puntos en el queso elaborado con el nivel 25 % y 1.8 puntos cuando se utilizó los niveles 75 y 100 % de Antibut, recibiendo calificaciones cualitativas de Buena en el primer caso y de Muy Buenas para los quesos de los otros tratamientos, notándose por consiguiente que la apariencia del queso se desmejoró ligeramente por efecto del período de almacenamiento, pero que sin embargo tubo una buena aceptación por los consumidores.

Anotándose que las diferencias entre los valores asignados se deben a las características señaladas por Coste, E. (2005), quien indica que la evaluación de la apariencia se realiza de una forma visual de la masa o pasta del queso, considerándose la corteza, la misma que fue fina ligeramente estriada, así como la presencia de pequeños orificios considerados ojos, que pudieron ser efecto del prensado, principalmente en los quesos que recibieron la menor calificación al final del trabajo y que corresponde al empleo del nivel 25 % de Antibut.

## **2. Textura**

La valoración de la textura, en base a lo que señala Coste, E. (2005), quien sostiene que la textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído y es realizada usando pequeñas piezas de queso obtenidas por corte o de una muestra del centro del queso, doblando, presionando y frotando la muestra entre los dedos índice y pulgar como también por masticación, en base a estos efectos, las calificaciones asignadas fueron entre 3.4 y 3.6 puntos sobre 4 de referencia, por lo que en todos los grupos les correspondió una calificación de Muy Buena.

A los 30 días las puntuaciones recibidas fueron menores y fluctuaron entre 3.1 y 3.4 puntos, recibiendo calificaciones de Buenas los quesos del tratamiento control así como en los que se empleó el nivel 25 % de Antibut, mientras que se les asignó una calificación cualitativa de Muy Buena a los quesos elaborados con la adición de 50, 75 y 100 % de Antibut, debiendo anotarse que los quesos que recibieron la calificación de Buenos, presentaron al evaluar una menor elasticidad y cohesidad, siendo la elasticidad la rapidez de recuperación de la forma luego de una deformación; y la cohesividad mide el grado de deformación de un alimento

antes de romperse, si se rompe sin ser deformado se dice que es frágil y friable, es decir, que se desmenuza fácilmente (Coste E., 2005).

### **3. Sabor**

Las calificaciones asignadas al sabor de los quesos Andinos no fueron los esperados, ya que en el mejor de los casos recibieron calificaciones de Buenos aquellos elaborados sin la adición de Antibut, como en los que se emplearon los niveles 50 y 75 %, ya que recibieron puntuaciones de 4.8, 5.0 y 4.5 puntos sobre 6 de referencia, mientras los que menor aceptación tuvieron fueron los quesos elaborados con 25 y 100 % de Antibut, que se consideraron de Regulares por presentar calificaciones de 4.4 y 4.3 puntos.

A los 30 días las puntuaciones asignadas al sabor se redujeren levemente, pero manteniéndose la valoración cualitativa, es decir, se consideraron de Buenos a los quesos del grupo control, como en los que se emplearon los niveles 50 y 75 %, y de Regulares a los elaborados con 25 y 100 % de Antibut, debiéndose posiblemente las calificaciones asignadas a lo que señala Coste, E. (2005), quien indica que para evaluar el sabor las piezas de queso deben ser masticadas y salivadas, de los cuatro sabores básicos (dulce, salado, ácido y amargo) los más frecuentes en un queso son el ácido y el salado, esta última característica se hace más intensa con la sensación de sal, como consecuencia del agua evaporada en el proceso de maduración.

### **4. Aroma**

La valoración numérica del aroma de los quesos a los 15 días de maduración, varió sustancialmente, ya que la mejor puntuación alcanzada fue en los quesos elaborados con el 50 % de Antibut que recibió una calificación de 3.8 puntos sobre 4, que corresponde a Excelente, reduciéndose las calificaciones a 3.5, 3.6 y 3.7 puntos en los quesos del grupo control y con el 75 y 100 % de Antibut, respectivamente que se consideraron de Muy Buenos, mientras que parece que el empleo del nivel 25 %, no favorece el aroma del queso, ya que recibió una calificación de 3.3 puntos, que corresponde a Buena.

A los 30 días, las calificaciones asignadas fueron menores que en la evaluación inicial, ya que cualitativamente se consideraron como Muy Buenos a los quesos elaborados con los niveles 50 y 100 % de Antibut (3.5 y 3.4 puntos sobre 4 de referencia) y de Buenos a los otros grupos, ya que su puntuación fluctuó entre 3.0 y 3.3 puntos, que corresponden a los quesos elaborados con 25 y 75 % de Antibut, notándose por consiguiente que dosis de 50 y 100 % de Antibut favorecen el control de los microorganismos presentes durante el proceso de elaboración y maduración de los quesos, favoreciéndose indirectamente la característica del aroma, ya que Madrid, A (1999), indica que las bacterias ácido- butíricas y Coli aerogenes capaces de sobrevivir a la pasteurización, provocarán graves problemas en la fabricación y maduración de los quesos, dando lugar a la formación de gases que producen olores desagradables, por lo que recomienda adicionar nitratos sódico o potásico en la elaboración de quesos semimaduros (como el Andino) y maduros.

## **5. Color**

La característica color de los quesos, es otro parámetro que los catadores los consideraron con puntuaciones relativamente bajas, ya que en el mejor de los casos se les atribuyó calificaciones de Buenas a los quesos elaborados con 50 y 100 % de Antibut, ya que recibieron puntuaciones de 3.1 sobre 4 de referencia, en ambos casos, y correspondiéndoles calificaciones de Regulares a los quesos elaborados con el tratamiento control, así como con el empleo de 25 y 75 % de Antibut, ya que las puntuaciones asignadas fueron entre 2.8 y 2.9.

En la evaluación a los 30 días, se determinó que el color sufrió pequeños cambios, tornándose ligeramente blancos amarillentos debido al proceso de maduración que continuo durante el período de almacenamiento en refrigeración, por lo que las calificaciones asignadas fluctuaron numéricamente entre 2.6 y 2.9 puntos, que corresponden a una calificación cualitativa de Regulares; lo que posiblemente puede deberse a los que reporta Coste, E. (2005), quien indica que el color de los quesos está influido por el tipo de leche empleado, por la técnica de elaboración y por el tiempo de maduración.

El agente colorante en la leche responsable del color de los quesos es el

caroteno, un pigmento amarillo con ligeros tintes naranjas, que se encuentra contenido en la grasa de la leche. Como dicha grasa pasa en su mayor parte al queso, se produce una concentración de este color después de la coagulación. En la medida que un queso permanece más tiempo en la cámara de maduración va perdiendo humedad y por consiguiente va aumentando la intensidad del color y disminuyendo el brillo del queso.

## **6. Valoración total**

Para la valoración total de las características organolépticas, es necesario considerar lo que señaló Coste, E. (2005), quien indica que es necesario sintetizar las sensaciones para poder así memorizar mejor el producto, muchas veces la impresión global se califica con la ayuda de una escala de tres puntos: buena, media o mala, pero en el presente trabajo, se utiliza la escala de Excelente, Muy bueno, Bueno y Regular, por lo que de acuerdo a las puntuaciones totales alcanzadas determinan que el empleo de los niveles 50, 75 y 100 % de Antibut permite obtener quesos de Muy Buena Calidad, mientras que sin su empleo, así como en dosis bajas (25 %), las calificaciones asignadas fueron de buenas, esto a los 15 días de almacenamiento, mientras que los 30 días, su calidad se redujo, ya que se consideran como buenos a todos los quesos a excepción de los elaborados con el nivel 25 %, que se consideraron como de calidad Regular, por lo que se considera que el empleo de niveles entre 50 y 100 % de Antibut en base a la referencia de 20 g/100 lt de leche, prolongan la vida útil de los quesos semimaduros como es el caso del queso Andino.

## **D. VALORACIÓN ECONÓMICA**

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

Mediante el análisis económico (cuadro 23), se establece que los costos de producción sufren pequeñas variaciones, debido a la cantidad de queso obtenido, aunque en el presente trabajo, la unidad experimental fue de 8.5 lt de leche con lo cual se obtiene un kg de queso, pero con el tratamiento control y el nivel 25 % de Antibut, el peso del queso obtenido fue de 0.99 kg, debido a que estos quesos pre



sentaron una menor cantidad de humedad y que fue perdida posiblemente en el prensado y maduración, por lo que el costo de producción con estos tratamientos fue de 4.22 USD por kg de queso, mientras que al emplearse los niveles 50 y 75 % fue de 4.18 USD y con el nivel 100 % se elevó ligeramente a 4.19 USD, pero que sigue siendo inferior que los costos de producción del grupo control, es decir existen un ahorro de apenas 4 centavos de dólares por kg de queso Andino producido.

## **2. Beneficio/Costo**

En el análisis del indicador beneficio/costo (cuadro 23), se determinó que con el empleo de niveles 50, 75 y 100 % de Antibut, las rentabilidades alcanzadas fueron de 12 % o un B/C de 1.12, mientras que la rentabilidad del grupo control y con el empleo del nivel 25 %, la rentabilidad obtenida fue ligeramente inferior en un punto, ya que el B/C registrado era de 1.11, pero que en todo caso es aceptable, si se considera que la producción láctea es permanente y se lograría rentabilidades superiores a los que se generan a través de la banca privada.

## V. CONCLUSIONES

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

1. El uso de los diferentes niveles de nitratos (Antibut) afectó las características nutritivas, ya que se incrementa el contenido de humedad, y se reduce el contenido de proteína.
2. El valor nutritivo del queso Andino fue de 47.8 a 52.0 % de humedad, 17.43 a 18.24 % de proteína, 20.12 a 22.10 % de grasa y de 3.5 a 4.0 % de cenizas, siendo nutritivamente mejor en base al contenido de proteína, los quesos del grupo control, aunque en todos los grupos los valores determinados se ajustan a los requerimientos exigidos por el INEN.
3. En la valoración microbiológica, la utilización de los nitratos (Antibut), logran controlar el desarrollo microbiano, por cuanto al final del período de maduración (15 días) se observó que con el empleo del 100 % de Antibut en base a la referencia de 20 g/100 leche, la carga microbiana de *Staphylococcus* sp se redujo de 59.50 UFC/g (del grupo control) a 23.50 UFC/g y en la bacteria *Escherichia coli* de 14.25 UFC/g, se redujo a 10.75 UFC/g; mientras , que a los 15 posteriores a la maduración y almacenados en refrigeración, la carga microbiana inicial se incremento ligeramente en todos los grupos, pero con similar comportamiento.
4. En las características organolépticas no se registró influencia estadística por efecto de los niveles de nitratos (Antibut) utilizados, aunque de acuerdo a la escala de valoración de calidad de productos alimenticios de Witting, E. (1981), con el empleo de los niveles 50, 75 y 100 %, los quesos presentaron una Muy Buena Aceptación al final del período de maduración, mientras que a los 15 días de almacenamiento en refrigeración (día 30), se desmejoró ligeramente su calidad, y que recibieron una calificación de Buena.
5. El empleo del Antibut prolonga la vida de anaquel, debido a que las cargas

microbianas encontradas están por debajo de los límites de tolerancia señalados en los reportes del INEN, así como por el MERCOSUR, así como se favorece ligeramente las características organolépticas.

6. Con el empleo de niveles entre 50 y 100 % de Antíbut se redujeron los costos de producción en 4 centavos de USD (4.18 frente a 4.22 USD) y se alcanza las mejores rentabilidades (1.11 frente a 1.12).

## **VI. RECOMENDACIONES**

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

1. Utilizar en la elaboración de queso Andino niveles de 50 a 100 % de nitratos (Antibut) en base a la referencia de 20 g/100 litros de leche, por cuanto con la adición de este producto se obtienen quesos de composición nutritiva dentro de las exigidas en los requerimientos nutritivos por el INEN, reducen la carga microbiana evitando el deterioro de la calidad organoléptica y se obtiene mejores rentabilidades (12 %).
2. Replicar el presente estudio, pero prolongando la vida de anaquel, ya que hasta los 15 días de almacenamiento en refrigeración posteriores al período de maduración (15 días), la calidad higiénica y organoléptica fue buena.
3. Estudiar el efecto de estos nitratos (Antibut) con niveles similares al valor referencial, pero en la elaboración de otros tipos de quesos semimaduros y maduros, para determinar el nivel óptimo de utilización de acuerdo a la tecnología de elaboración de nuestro medio.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ALAIS, C. 1998. Ciencia de la leche. Décima copia Zaragoza, España. Edit. Reverte. pp 24-33.
2. CHRHANSEN. 2000. Folleto divulgativo del Antibut. Distribuidora Descalzi. Guayaquil, Ecuador.
3. COSTE, E. 2005. Análisis Sensorial de Quesos. sn. Madrid, España. Edit. Univ. Nac. de Lomas de Zamora. pp 2 -10.
4. EL CEBADENITO. 2005. Registros de la Planta de Lácteos. Guamote, Ecuador.
5. ELEY A. 1994. Intoxicaciones alimentarias de etiología microbiana. sn. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp 25 – 43.
6. EUTHIER S, TRIGUEIRO L, RIVERA F. 1998. Condições higiênico-sanitárias do queijo de leite de cabra "tipo coalho", artesanal elaborado no Curimataú Paraibano. Edit. Ciênc Tecnol Alim. pp 2 – 18.
7. FAO (United Nations Food and Agriculture Organization, World Health Organization). 2000. Equipo Regional de Fomento y Capacitacion para América latina. Manual de elaboración de quesos. Santiago de Chile.
8. GONZÁLEZ, M. 2002. Tecnología para la elaboración de queso blanco, amarillo y yogurt. Veraguas, Panamá. Páginas pdf.
9. <http://www.centa.gob.sv>. 2005. Rodríguez, A. y Sermeño, A. Procesamiento de quesos frescos.
10. <http://www.chemedia.com>. 2005. Propiedades Organolépticas.
11. <http://www.consumaseguridad.com>. 2003. El queso.

12. <http://www.doschivos.com>. 2005. Factores que Afectan el crecimiento de microorganismos.
13. <http://www.ecuarural.gov.ec>. 1988. Dubach, J. El ABC para la Quesería Rural de los Andes. Quito- Ecuador .
14. <http://www.mercosulgmcrec>. 2002. MERCOSUR. RES N° 079/94 Resolución MSyAS N°110 del 4.04.95
15. <http://www.panalimentos.org>. 2002. INPPAZ (Instituto Panamericano de Protección de Alimentos y Zoonosis). Sistema regional de información para la vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmitidas por alimentos.
16. <http://www.quesos.com>. 2005. La cata del queso.
17. <http://www.salud.sport.es>. 2005. Microbiología de la leche.
18. <http://www.seguridadalimentaria.org>. 2001. CESU (Confederación de Consumidores y Usuarios). 2001. Seguridad alimentaria. Madrid.
19. <http://www.sica.gov.ec>. 2005. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Queso. Características generales. Proyecto SICA-BIRF/MAG. Ecuador.
20. <http://www.umass.edu>. 2001. Zhao Y. 2001. Development and delivery of risk reduction strategies for New England cheese manufacturers.
21. INEN (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización). 1996. Elaboración y requisitos exigidos en la elaboración de quesos. Norma INEN 1528. Quito, Ecuador.
22. LARRAÑAGA, I. 1999. Control e higiene de los alimentos. sn. Madrid, España. Edit. McGraw Hill. pp 32-60.

23. MADRID, A. 1999. Tecnología Quesera. 2a ed. Madrid, España. Edit. Mundi Prensa. pp 15-26.
24. PÉREZ, A. 2001. Determinación del rendimiento y calidad en quesos semimaduros (andino y tilsit) al utilizar la leche de vacas Holstein frisian, Jersey y Brown swiss. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 26-35.
25. PERÚ, MINISTERIO DE SALUD. 1998. Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de los alimentos y bebidas. NTP 202.087. Lima: Ministerio de Salud.
26. REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche. sn. Tegucigalpa, Honduras. Edit. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. pp 24-42.
27. SAIVEN, N. 1997. Lactología Industrial. sn. Zaragoza, España, Edit. Acribia. pp 10-15.
28. SÁNCHEZ, J. 2005. El queso. sn. Lima, Perú. Edit. Infoalimentos. pp 10-32.
29. TORTORA J. 1993. Introducción a la microbiología. sn. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp 32-41.
30. VEISSEYRE, R. 1988. Lactología técnica. 2a ed. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp 28-33.
31. WITTING, E. 1981. Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. sn. Santiago, Chile. Edit. Talleres gráficos USACH. pp 4-10.

**VIII. ANEXOS**

## CONTENIDO

	Página
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
<b>I. <u>INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>1</b>
<b>II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u></b>	<b>3</b>
<b>A. EL QUESO</b>	<b>3</b>
1. <u>Definición</u>	3
2. <u>Importancia</u>	3
3. <u>Ventajas y beneficios</u>	4
4. <u>Clasificación y criterios de clasificación</u>	5
5. <u>Variedades de quesos en el Ecuador</u>	9
6. <u>Procesos en la transformación de la leche en queso</u>	10
7. <u>Valor nutritivo</u>	10
8. <u>Requisitos microbiológicos del queso</u>	12
9. <u>Proceso de elaboración del queso</u>	13
<b>B. DEFECTOS DE LOS QUESOS</b>	<b>25</b>
1. <u>Alteraciones frecuentes</u>	25
2. <u>Hinchazón del queso</u>	26
<b>C. ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO</b>	<b>27</b>
1. <u>Generalidades</u>	27
2. <u>Aplicaciones</u>	28
3. <u>Atributos a evaluar en el queso</u>	28
<b>D. MICROBIOLOGÍA DE LA LECHE Y DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS</b>	<b>36</b>
1. <u>Microorganismos presentes en los productos lácteos</u>	37
<b>E. CLASIFICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS</b>	<b>42</b>
1. <u>Enterobacteriaceae</u>	42
2. <u>Micrococcaceae</u>	45
<b>F. FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS</b>	<b>46</b>
1. <u>Factores Intrínsecos</u>	46
2. <u>Factores Extrínsecos</u>	48
3. <u>Factores implícitos</u>	50

G. UTILIZACIÓN DE NITRATOS EN LA ELABORACIÓN DE QUESOS	51
1. <u>Antibut</u>	52
2. <u>Antibut tipo "D"</u>	52
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	53
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	53
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	53
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	53
1. <u>En el control de calidad de la leche</u>	54
2. <u>En la elaboración del queso</u>	54
3. <u>En la determinación bromatológica</u>	55
4. <u>Para el análisis microbiológico</u>	56
5. <u>Instalaciones</u>	56
D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	57
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	58
1. <u>Variables bromatológicas</u>	58
2. <u>Variables organolépticas</u>	58
3. <u>Variables microbiológicas</u>	58
4. <u>Valoración de la vida de anaquel</u>	59
5. <u>Análisis económico</u>	59
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN	59
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	60
1. <u>Recepción de la materia prima (leche)</u>	60
2. <u>Elaboración del queso</u>	60
3. <u>Valoración nutritiva</u>	63
4. <u>Valoración microbiológica</u>	63
5. <u>Análisis organolépticos</u>	64
6. <u>Vida de anaquel</u>	65
7. <u>Programa sanitario</u>	65
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	66
A. VALORACIÓN NUTRITIVA	66
1. <u>Contenido de humedad</u>	66
2. <u>Contenido de materia seca</u>	69
3. <u>Contenido de proteína</u>	69
4. <u>Contenido de grasa</u>	71

5. <u>Contenido de cenizas</u>	74
B. VALORACIÓN MICROBIOLÓGICA	74
1. <u>Staphylococcus sp</u>	74
2. <u>Escherichia coli</u>	76
C. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA	80
1. <u>Apariencia</u>	80
2. <u>Textura</u>	82
3. <u>Sabor</u>	83
4. <u>Aroma</u>	83
5. <u>Color</u>	84
6. <u>Valoración total</u>	85
D. VALORACIÓN ECONÓMICA	85
1. <u>Costo de producción por kg de queso</u>	85
2. <u>Beneficio/Costo</u>	87
V. <u>CONCLUSIONES</u>	88
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	90
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	91
VIII. <u>ANEXOS</u>	94

## Lista de Cuadros

Nº		Página
1.	VALOR NUTRITIVO DEL QUESO ANDINO	10
2.	COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL QUESO	11
3.	REQUISITOS DEL QUESO FRESCO	11
4.	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL QUESO TIPO ANDINO OBTENIDO A PARTIR DE LECHE PROCEDENTE DE VACAS DE TRES RAZAS DIFERENTES	12
5.	REQUISITO MICROBIOLÓGICO DEL QUESO	12
6.	NIVELES DE TOLERANCIA DE MICROORGANISMOS DEL QUESO	13
7.	NIVELES DE MICROORGANISMOS TOLERABLES DEL QUESO	13
8.	RANGOS DE pH PARA EL CRECIMIENTO DE LOS MICROORGANISMOS	47
9.	ACTIVIDAD DE AGUA ( $a_w$ ) A LA CUAL CRECEN ALGUNOS MICROORGANISMOS	47
10.	RANGOS DE TEMPERATURA ( $^{\circ}\text{C}$ ) PARA EL CRECIMIENTO DE LOS MICROORGANISMOS	50
11.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES	57
12.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	58
13.	ESQUEMA DEL ADEVA PARA LAS VARIABLES NUTRITIVAS Y MICROBIOLÓGICAS	59
14.	ESQUEMA DEL ADEVA PARA LAS VARIABLES ORGANOLÉPTICAS	59
15.	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA LECHE RECIBIDA EN LA PLANTA DE LÁCTEOS “CEBADEÑITO”	60
16.	FORMULACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO ANDINO CON DIFERENTES NIVELES DE ANTIBUT (PARA UN kg DE QUESO)	62
17.	NIVEL DE TOLERANCIA DE MICROORGANISMOS DEL QUESO	63
18.	PRINCIPIOS DE VALORACIÓN DEL EXAMEN ORGANOLÉPTICO	64
19.	ESCALA DE VALORACIÓN DE CALIDAD DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS	64

20. VALORACIÓN NUTRITIVA DEL QUESO ANDINO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE NITRATOS (ANTIBUT) 67
21. VALORACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL QUESO ANDINO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE NITRATOS (ANTIBUT) DE 15 DÍAS DE MADURACIÓN (INICIAL) HASTA LOS 30 DÍAS DE ALMACENAMIENTO 75
22. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL QUESO ANDINO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE NITRATOS (ANTIBUT) DE 15 DÍAS DE MADURACIÓN (INICIAL) HASTA LOS 30 DÍAS DE ALMACENAMIENTO 81
23. VALORACIÓN ECONÓMICA (DÓLARES) DE LA ELABORACIÓN DE UN Kg DE QUESO ANDINO CON DIFERENTES NIVELES DE NITRATOS (ANTIBUT) 86

## Lista de Gráficos

Nº		Pagina
1	Esquema de elaboración del queso andino	61
2.	Línea de regresión del contenido de humedad (%) en los quesos Andinos por efecto de la utilización de diferentes niveles de Nitratos (Antibut)	68
3.	Línea de regresión del contenido de materia seca (%) en los quesos Andinos por efecto de la utilización de diferentes niveles de Nitratos (Antibut)	70
4.	Línea de regresión del contenido de proteína (%) en los quesos Andinos por efecto de la utilización de diferentes niveles de Nitratos (Antibut)	72
5.	Línea de regresión del contenido de grasa (%) en los quesos Andinos por efecto de la utilización de diferentes niveles de Nitratos (Antibut)	73
6.	Línea de regresión de la presencia de <i>Staphylococcus sp</i> (UFC/g) en los quesos Andinos por efecto de la utilización de diferentes niveles de Nitratos (Antibut)	77
7.	Línea de regresión de la presencia de <i>Escherichia coli</i> (UFC/g) en los quesos Andinos por efecto de la utilización de diferentes niveles de Nitratos (Antibut)	79

## Lista de Anexos

Nº

1. Cuestionario para el análisis sensorial del queso Andino elaborado con diferentes niveles de nitratos (Antibut)
2. Resultados experimentales de la evaluación nutritiva y microbiológica de los quesos Andinos elaborados con diferentes niveles de nitratos (Antibut)
3. Análisis estadísticos de los parámetros considerados en la evaluación nutritiva y microbiológica de los quesos Andinos elaborados con diferentes niveles de nitratos (Antibut), en base al valor referencial de 20 g/100 lt de leche
4. Análisis estadístico de la apariencia del empaque (2 puntos) del queso andino elaborado con diferentes niveles de antibut, al final del período de maduración (15 días)
5. Análisis estadístico de la característica textura (4 puntos) del queso andino elaborado con diferentes niveles de antibut, al final del período de maduración (15 días)
6. Análisis estadístico de la característica sabor (6 puntos) del queso andino elaborado con diferentes niveles de antibut, al final del período de maduración (15 días)
7. Análisis estadístico de la característica aroma (4 puntos) del queso andino elaborado con diferentes niveles de antibut, al final del período de maduración (15 días)
8. Análisis estadístico de la característica color (4 puntos) del queso andino elaborado con diferentes niveles de antibut, al final del período de maduración (15 días)
9. Análisis estadístico de la valoración total (20 puntos) del queso andino elaborado con diferentes niveles de antibut, al final del período de maduración (15 días)
10. Análisis estadístico de la apariencia del empaque (2 puntos) del queso andino elaborado con diferentes niveles de antibut, 15 días posteriores al período de maduración (30 días)
11. Análisis estadístico de la característica textura (4 puntos) del queso andino elaborado con diferentes niveles de antibut, 15 días posteriores al período de maduración (30 días)

12. Análisis estadístico de la característica sabor (6 puntos) del queso andino elaborado con diferentes niveles de antibut, 15 días posteriores al período de maduración (30 días)
13. Análisis estadístico de la característica aroma (4 puntos) del queso andino elaborado con diferentes niveles de antibut, 15 días posteriores al período de maduración (30 días)
14. Análisis estadístico de la característica color (4 puntos) del queso andino elaborado con diferentes niveles de antibut, 15 días posteriores al período de maduración (30 días)
15. Análisis estadístico de la valoración total (20 puntos) del queso andino elaborado con diferentes niveles de antibut, 15 días posteriores al período de maduración (30 días)



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

"APLICACIÓN DE ANTIBUT (BACTERICIDA) PARA ELIMINAR  
BACTERIAS DEL GRUPO COLI AEROGENES EN LA  
ELABORACIÓN DE QUESO ANDINO"

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

MARCELO IVÁN HEREDIA MONTENEGRO

RIOBAMBA – ECUADOR

2006