

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL QUESO COSTEÑO ELABORADO CON  
DIFERENTES TIPOS DE CUAJO (animal y microbiano) Y LA ADICIÓN O NO  
DE CULTIVOS LÁCTICOS (*Lactococcus lactis subps. lactis* y *Lactococcus  
lactis subps. cremoris*)**

**INGRID BALLESTA RODRIGUEZ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLIN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRICOLA Y DE ALIMENTOS  
MAESTRIA EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CARTAGENA, COLOMBIA  
2014**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL QUESO COSTEÑO ELABORADO CON  
DIFERENTES TIPOS DE CUAJO (animal y microbiano) Y LA ADICIÓN O NO  
DE CULTIVOS LÁCTICOS (*Lactococcus lactis subps. lactis* y *Lactococcus  
lactis subps. cremoris*)**

**INGRID BALLESTA RODRIGUEZ**

**Proyecto de investigación para optar al título de Magíster en Ciencia y  
Tecnología de Alimentos**

**DIRECTOR DE TESIS  
JOSÉ URIEL SEPÚLVEDA VALENCIA Msc.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLIN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRICOLA Y DE ALIMENTOS  
MAESTRIA EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CARTAGENA, COLOMBIA  
2014**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

## DEDICATORIA

*A Dios, por estar a mi lado en todo momento, por guiarme y levantarme cada vez que  
desfallecí, por llenarme de sabiduría y mostrarme el camino correcto para culminar exitosamente  
este proyecto, por su infinita misericordia y bondad.*

*A mi hija Valerie, mi ángel de la guarda, la bendición más grande que me ha regalado Dios,  
por su paciencia y amor, por ser el motor que me impulsa a seguir adelante, te amo.*

*A mis padres y hermanos por acompañarme en este camino, por su apoyo incondicional, por sus  
consejos y su  
gran amor.*

*A mi esposo por su apoyo y paciencia, por su comprensión y amor en los momentos difíciles, te  
amo.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi director de tesis José Uriel Sepúlveda valencia por su orientación y apoyo en la realización de este proyecto.

A Erika y Johana por su gran apoyo y colaboración.

A Arnulfo y Lorenzo por su asesoría, colaboración y valiosa enseñanza.

Al profesor Rafael por su gran enseñanza y asesoría en el análisis estadístico.

A Ángel y German por su colaboración y apoyo en la planta de lácteos.

A Angélica por su amistad y apoyo incondicional.

A la Universidad de Cartagena y la universidad Nacional de Colombia sede Medellín por su colaboración.

A todas las personas que no nombro pero que de alguna u otra manera aportaron un granito de arena en el desarrollo de esta tesis.

## CONTENIDO

RESÚMEN .....	13
ABSTRACT .....	14
INTRODUCCIÓN .....	15
1. OBJETIVOS .....	18
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	18
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	18
2. MARCO DE REFERENCIA .....	19
2.1 CARACTERÍSTICAS Y DEFINICIÓN DE LA LECHE .....	19
2.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE .....	19
2.2.1 El agua .....	20
2.2.2 Proteínas de la leche.....	20
2.2.3 Grasa láctea .....	20
2.2.4 Ácidos grasos de la leche.....	21
2.3 GENERALIDADES SOBRE EL QUESO .....	23
2.3.1 Definiciones y Características .....	23
2.3.2 Clasificación de los quesos .....	23
2.4 QUESO COSTEÑO .....	25
2.4.1 Definición y características.....	25
2.4.2 Descripción del proceso de elaboración de queso costeño.....	26
2.4.3 Composición química del queso costeño .....	28
2.2.4 Calidad microbiológica del queso costeño .....	29
2.5 COAGULACIÓN DE LA LECHE .....	29
2.5.1 Coagulación enzimática .....	30
2.5.2 Coagulación ácida .....	32
2.6 CULTIVOS LÁCTICOS.....	33
2.6.1 Definición y generalidades de los cultivos lácticos .....	33

2.7 ANALISIS DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS POR CROMATOGRAFIA DE GASES .....	39
2.7.1 La cromatografía .....	41
2.8 ANALISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS .....	41
2.8.1 Pruebas descriptivas .....	42
2.8.2 Pruebas discriminativas.....	43
2.8.3 Pruebas afectivas .....	43
2.9 ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA (TPA) .....	44
2.9.1 Parámetros texturales .....	45
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	48
3.1 LOCALIZACIÓN .....	48
3.2 MATERIALES .....	48
3.3 EQUIPOS .....	49
3.4 METODOLOGÍA .....	49
3.4.1 Diseño experimental.....	50
3.4.2 Proceso de elaboración de los tipos de queso costeño.....	50
3.5 ANÁLISIS DE LOS QUESOS. ....	55
3.5.1 Caracterización fisicoquímica.....	55
3.5.2 Análisis de perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases.....	56
3.5.3 Evaluación de la calidad microbiológica .....	56
3.5.4 Análisis de perfil de textura (TPA) .....	56
3.5.5 Evaluación sensorial.....	57
3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	57
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	58
4.1 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA .....	58
4.2 ANALISIS DEL PERFIL DE ACIDOS GRASOS .....	65
4.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA .....	75
4.4 ANALISIS DE PERFIL DE TEXTURA (TPA) .....	76
4.5 EVALUACIÓN SENSORIAL .....	81
5. CONCLUSIONES.....	88

6. RECOMENDACIONES .....	89
BIBLIOGRAFÍA.....	90
ANEXOS.....	104

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición general de la leche en varias especies (en 100gr) .....	20
Tabla 2. Composición media de los ácidos grasos más abundantes en leches de vaca, oveja y cabra (% del total de ácidos grasos) .....	22
Tabla 3. Clasificación del queso .....	24
Tabla 4. Composición fisicoquímica del queso costeño.....	28
Tabla 5. Requisitos microbiológicos del queso fresco .....	29
Tabla 6. Especies de bacterias lácticas (LAB) en varios tipos de cultivo y su aplicación.....	38
Tabla 7. Caracterización fisicoquímica de los quesos .....	58
Tabla 8. ANOVA – Proteínas por tratamiento .....	59
Tabla 9. ANOVA – Grasa por tratamientos .....	60
Tabla 10. ANOVA – Humedad por tratamientos .....	61
Tabla 11. ANOVA – Humedad sin grasa en el extracto seco por tratamientos.....	61
Tabla 12. ANOVA – pH por tratamientos .....	62
Tabla 13. ANOVA – Acidez por tratamientos .....	63
Tabla 14. ANOVA – Actividad de Agua por tratamientos .....	63
Tabla 15. ANOVA – Solidos totales por tratamientos .....	64
Tabla 16. ANOVA – Cenizas por tratamientos.....	65
Tabla 17. Perfil de ácidos grasos de los quesos.....	67
Tabla 18. ANOVA – Ácido palmítico por tratamientos .....	67
Tabla 19. ANOVA – Ácido oleico por tratamientos .....	68
Tabla 20. ANOVA – Ácido Mirístico por tratamiento .....	68
Tabla 21. ANOVA – Ácido butírico por tratamiento.....	69
Tabla 22. ANOVA - Ácido caproico por tratamiento.....	69
Tabla 23. ANOVA – Ácido caprílico por tratamiento .....	70
Tabla 24. ANOVA – Ácido cáprico por tratamiento .....	70
Tabla 25. ANOVA – Ácido linoleico por tratamientos.....	72

Tabla 26. ANOVA – Ácido linolénico por tratamientos.....	72
Tabla 27. Calidad microbiológica de los quesos .....	75
Tabla 28. Análisis de perfil de textura (TPA) de los quesos.....	76
Tabla 29. ANOVA – Dureza por tratamientos .....	77
Tabla 30. ANOVA – Fracturabilidad por tratamientos .....	77
Tabla 31. ANOVA – Adhesividad por tratamientos .....	78
Tabla 32. ANOVA – Elasticidad por tratamientos .....	78
Tabla 33. Valores medios de sabor y textura de los quesos.....	81
Tabla 34. ANOVA – Sabor por tratamientos .....	81
Tabla 35. ANOVA – Textura por tratamientos.....	82
Tabla 36. Valores medios de la intensidad del sabor de los quesos.....	82
Tabla 37. ANOVA – Sabor amargo por tratamientos .....	83
Tabla 38. ANOVA – Sabor ácido por tratamientos.....	83
Tabla 39. ANOVA – Sabor salado por tratamientos.....	84
Tabla 40. ANOVA – Textura elástica por tratamientos .....	85
Tabla 41. Valores medios de la textura de los quesos.....	85
Tabla 42. ANOVA – Textura firme por tratamientos.....	86
Tabla 43. ANOVA – Textura granulosa por tratamientos .....	86

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cromatograma de ácidos grasos libres en queso blanco tipo Palmita...	40
Figura 2. Curva típica del Análisis de Perfil de Textura.....	47
Figura 3. Flujograma de proceso queso elaborado con cuajo animal .....	51
Figura 4. Flujograma de proceso de queso elaborado con cuajo microbiano .....	52
Figura 5. Flujograma de proceso queso elaborado con cuajo animal y cultivos láctico.....	53
Figura 6. Flujograma de proceso queso elaborado con cuajo microbiano y cultivos lácticos.....	54
Figura 7. Cromatograma queso costeño con cuajo animal .....	73
Figura 8. Cromatograma queso costeño con cuajo microbiano .....	73
Figura 9. Cromatograma queso costeño con cuajo animal y cultivos lácticos .....	74
Figura 10. Cromatograma queso costeño con cuajo microbiano y cultivos lácticos .....	74
Figura 11. Análisis de Perfil de Textura TPA queso costeño con cuajo animal .....	79
Figura 12. Análisis de Perfil de Textura TPA queso costeño con cuajo microbiano .....	79
Figura 13. Análisis de Perfil de Textura TPA queso costeño con cuajo animal y cultivos lácticos.....	80
Figura 14. Análisis de Perfil de Textura TPA queso costeño con cuajo microbiano y cultivos lácticos.....	80
Figura 15. . Radial de la intensidad del sabor .....	84
Figura 16. Textura en quesos .....	87

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Formato de evaluación sensorial.....	105
---	-----

## RESÚMEN

Este estudio fue desarrollado en la planta piloto de lácteos del Programa de Ingeniería de Alimentos de la Universidad de Cartagena en la cual se evalúa la calidad del queso costeño, producto autóctono de la costa Atlántica colombiana elaborado con diferentes tipos de cuajo (animal y microbiano) y la adición o no de cultivos lácticos. Se analizan variables fisicoquímicas como pH, acidez, proteínas, grasa, humedad, sólidos totales,  $A_w$  y cenizas; se realiza un análisis de perfil de textura (TPA) y pruebas microbiológicas. Además, se determina el perfil de ácidos grasos por CG y se aplicó una prueba de perfil de sabor y textura para evaluar las diferencias sensoriales perceptibles. El análisis mostró diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ) respecto a las variables acidez, pH, humedad, sólidos totales, cenizas,  $A_w$ , intensidad del sabor ácido y amargo, en la firmeza y textura granulosa; mientras, que los contenidos de proteínas, grasas e intensidad del sabor salado no presentaron diferencias significativas ( $P > 0,05\%$ ). Se logra identificar nueve (9) ácidos grasos por CG y se evidencia predominio de los AGL de mayor peso molecular palmítico (C:16) y oleico (C:18), además se encontraron niveles considerables de ácido linoleico (C:18:2) y linolénico (C:18:3) considerados beneficios para la salud. La calidad microbiológica de los quesos está dentro de los parámetros establecidos en la normatividad sanitaria vigente para este tipo de productos y los resultados de dureza y fracturabilidad obtenidos en el análisis de perfil de textura (TPA) presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ).

**Palabras clave:** queso costeño, cuajo microbiano, cultivos lácticos, textura, ácidos grasos

## ABSTRACT

This study was developed in the pilot dairy Program of Food Engineering, University of Cartagena in which the quality of coastal cheese is evaluated, native products of the Colombian Atlantic coast made with different types of rennet (animal and microbial) plant and the addition or not of lactic cultures. Physicochemical variables such as pH, acidity, protein, fat, moisture, total solids, and ash analyzes  $A_w$ ; An analysis of the texture profile (TPA) and microbiological testing is performed. In addition, the fatty acid profile was determined by GC and test flavor profile and texture was applied to evaluate the sensory perceptible differences. The analysis showed significant differences ( $P < 0.05 \%$ ) with respect to variables acidity, pH, moisture, total solids, ash,  $A_w$ , intensity of acid and bitter flavor, firmness and grainy texture; while the contents of protein, fat and salty taste intensity showed no significant differences ( $P > 0.05\%$ ). It can identify nine (9) fatty acids by GC and predominant AGL palmitic (C:16) and oleic (C:18), higher molecular weight also demonstrated significant levels of linolenic (C:18:3) and linoleic acid (C:18:2) considered health benefits. The microbiological quality of cheese is within the parameters established in the current regulations for health these products and the results of hardness and fracturability obtained in texture profile analysis (TPA) showed significant differences ( $P < 0.05 \%$ ).

**Keywords:** coastal cheese, microbial rennet, lactic cultures, texture, fatty acids

## INTRODUCCIÓN

La producción de leche en Colombia Según Fedegán (2010), para el año 2008, fue de 6500 millones de litros, de los cuales, aproximadamente un 46% fueron procesados por la industria en la fabricación de productos lácteos y un 18% se destinó a la producción de quesos.

La costa atlántica (Cesar, Magdalena, Córdoba, Atlántico, Guajira, Sucre y Bolívar) tienen una participación en la producción de leche nacional de un 40% Agrocadenas (2005) y según la encuesta agropecuaria realizada en el año 2009, el departamento de Bolívar tiene una participación del 5,74%; de los cuales, aproximadamente 220.540 litros diarios son utilizados por la industria en la elaboración de diferentes productos lácteos como el queso.

Este es un producto universal, que se produce en todas las regiones del mundo a partir de leche de diversas especies de mamíferos (González, 2010). Tiene las mismas propiedades nutricionales que la leche, excepto que posee mayor contenido de grasas y proteínas concentradas. También se destaca por ser una fuente importante de calcio y fósforo, necesarios para una dieta balanceada (Cuentas y Díaz, 2006; Michaelidou, *et al.*, 2003; Pérez, 2008).

Alrededor del mundo existen diferentes variedades de este producto alimentario dependiendo de los métodos de coagulación, desuerado y maduración (Recinos, 2007); los cuales se han desarrollado de acuerdo a las condiciones de la región, como clima, cultura, costumbres, posibilidad de transporte y la tecnología utilizada para su elaboración (FAO 1980 citado por Imbett y Romero, 2006).

En Colombia, especialmente en la Costa Atlántica se produce y comercializa el queso costeño, un producto autóctono de la gastronomía de esta región del país. Este es un tipo de queso no madurado, elaborado de forma artesanal, con leche cruda donde predominan las deficientes condiciones de higiene, obteniéndose un producto de corta duración (Chávez y Romero, 2006).

En la producción de queso se viene utilizando renina o cuajo extraído del estómago de los terneros lactantes y que está compuesta por una proteasa ácida llamada quimosina (Carrera, 2003). En los últimos años debido a la gran demanda del cuajo a nivel mundial, se ha presentado escasez de esta enzima debido a que su obtención implica el sacrificio de los terneros lactantes y por ende una disminución del pie de cría bovino (Osorio *et al.*, 2008). Por esta razón y la deficiente calidad del queso costeño se hace necesario buscar otras alternativas económicas y aplicar tecnologías amigables con el medio ambiente. En la actualidad se han incrementado las investigaciones encaminadas al desarrollo de fuentes sustitutas de la enzima, donde las de origen microbiano son de gran interés (Osorio *et al.*, 2008). La adición de cultivos lácticos a la leche para la elaboración de quesos también ha tomado mucho interés en los últimos años, estos cultivos iniciadores, ayudan a la transformación de la lactosa en ácido láctico, producción de compuestos aromáticos y sabor, entre otros, (Michaelidou *et al.*, 2003). Además son utilizados para alargar la vida de útil de los queso, debido a que tienen propiedades biopreservadoras capaces de inhibir el crecimiento de bacterias patógenas (Castro *et al.*, 2009).

La utilización conjunta de cultivos lácticos y cuajo microbiano representa una alternativa tecnológica para mejorar la calidad del queso costeño considerado patrimonio cultural nacional, de modo que se preserven sus características autóctonas, así, como también; estandarizar el proceso para la utilización por pequeños, medianos y grandes productores. Además existen pocos antecedentes de estudios realizados sobre la textura y perfil de ácidos grasos en este tipo de alimento, por esta razón lograr una caracterización textural y de ácidos grasos le daría un valor agregado a la calidad del producto.

¿La utilización de diferentes tipos de cuajo (animal y microbiano) y la adición o no de cultivos lácticos podría afectar la calidad fisicoquímica, microbiológica sensorial, textural y el perfil de ácidos grasos de los quesos elaborados?

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la calidad de queso costeño elaborado con diferentes tipos de cuajo (animal y microbiano) y compararlo con otros elaborados con cultivo o sin cultivo.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Caracterizar los quesos mediante análisis fisicoquímicos (acidez, pH, contenido de proteínas, materia grasa, humedad,  $A_w$ , sólidos totales y cenizas) y determinar perfil de ácidos grasos.
- Caracterizar la calidad microbiológica de los quesos producidos.
- Determinar el perfil de textura (TPA) y evaluación sensorial de los quesos elaborados.

## **2. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 CARACTERÍSTICAS Y DEFINICIÓN DE LA LECHE**

Se constituye como el producto íntegro y fresco del ordeño total y sin interrupción de una hembra lechera en buen estado de salud, bien nutrida, limpia y descansada. Dicho producto ha de ser obtenido higiénicamente y estará exento de sustancia extrañas y calostro. Desde un punto de vista biológico, se define a la leche como "un producto estéril que satisface los requerimientos nutritivos del lactante de la especie homóloga sin ningún tipo de contaminación física o química" (Keating, 2002 citado por Ochoa, 2013).

La leche es un líquido de composición compleja, opaco, de color blanco marfil, de sabor dulce, con pH cercano a la neutralidad y con el doble de viscosidad que el agua (Ochoa, 2013)

### **2.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE**

Es una mezcla en equilibrio de proteínas, grasa, carbohidratos, sales y otros componentes minoritarios dispersos en el agua como emulsiones, suspensiones coloidales y soluciones verdaderas (Gómez, 2010). En la tabla 1 se presenta la composición química de la leche de varias especies.

**Tabla 1.** Composición general de la leche en varias especies (en 100gr)

<b>Nutrientes</b>	<b>Vaca</b>	<b>Búfala</b>	<b>Mujer</b>
Agua	88.0	84.0	87.5
Energía (kcal)	61.0	97.0	70.0
Proteínas	3.2	3.7	1.0
Grasa	3.4	6.9	4.4
Lactosa	4.7	5.2	6.9
Minerales	0.72	0.79	0.2

Fuente: Agudelo y Bedoya, 2005

**2.2.1 El agua.** Es la fase dispersante, en la cual los glóbulos grasos y demás componentes de mayor tamaño se encuentran emulsionados o suspendidos. Las sustancias proteicas se encuentran formando un coloide en estado de sol, lióforo (caseína y globulina) o liófilo (albumina), mientras que la lactosa y las sales se hallan en forma de solución verdadera (Agudelo y Bedoya, 2005).

**2.2.2 Proteínas de la leche.** El contenido de proteína en la leche varía de 2,9% a 3,9%. Estas se clasifican en dos grupos, 80% caseínas y 20% proteínas séricas. La proteína más abundante de la leche es la caseína (a, b y Kapa caseína), pero también se encuentran otras proteínas como la albumina y la globulina (Agudelo y Bedoya, 2005).

**2.2.3 Grasa láctea.** Los lípidos se encuentran dentro de los constituyentes más importantes de la leche, debido a su importancia en aspectos económicos, nutritivos y por las características físicas y organolépticas que imparten a los productos lácteos (Gómez, 2010).

La grasa láctea ha sido históricamente una de las fuentes lipídicas de mayor consumo a nivel mundial. La leche entera de vaca se comercializa con un contenido de grasa próximo al 3,5%. Físicamente la grasa de la leche se encuentra en forma de glóbulos, con un tamaño medio de 3-4  $\mu\text{m}$ . Cada glóbulo graso está constituido por un núcleo hidrofóbico compuesto por ácidos grasos, que se hallan mayoritariamente esterificados formando triglicéridos (Gómez, 2010).

**2.2.4 Ácidos grasos de la leche.** Aunque en la leche se han detectado hasta 400 ácidos grasos diferentes, sólo un número próximo a 30 se encuentra en una proporción superior al 0,1%; el resto está presente a nivel de trazas (Piva *et al.*, 1989 citado por Pérez *et al.*, 1998). Los principales ácidos grasos de la leche de rumiantes son saturados (C4:0-C18:0) y mono insaturados (MUFA). Entre estos últimos destaca el ácido oleico (*cis*-9 C18:1) (Gómez, 2010). Respecto a los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), el más abundante en grasa láctea es el ácido linoleico (*cis*-9, *cis*-12 C18:2 omega-6) característico de los aceites de oleaginosas, el cual ha despertado el interés de investigadores por sus propiedades potencialmente benéficas para una buena salud humana, como en la prevención del cáncer, reducción de la hipertensión arterial, mejorar la mineralización de huesos, la respuesta inmune, entre otros. (Khanal y Dhiman, 2004 citado por Martínez *et al.*, 2010).

En la tabla 2 se muestran los principales ácidos grasos mayoritarios presentes en la grasa de rumiantes.

**Tabla 2.** Composición media de los ácidos grasos más abundantes en leches de vaca, oveja y cabra (% del total de ácidos grasos)

Ácido graso	Especie		
	Vaca	Oveja	Cabra
C4:0	3,13	3,51	2,18
C6:0	1,94	2,90	2,39
C8:0	1,17	2,64	2,73
C10:0	2,48	7,82	9,97
C12:0	2,99	4,38	4,99
C14:0	10,38	10,43	9,81
<i>cis</i> -9 C14:1	1,08	0,28	0,18
<i>iso</i> C15:0	0,29	0,34	0,13
<i>anteiso</i> C15:0	0,50	0,47	0,21
C15:0	1,05	0,99	0,71
<i>iso</i> C16:0	0,22	0,21	0,24
C16:0	28,51	25,93	28,23
<i>cis</i> -9 C16:1	1,73	1,03	1,59
<i>iso</i> C17:0	0,55	0,53	0,35
<i>anteiso</i> C17:0	0,52	0,30	0,42
C17:0	0,73	0,63	0,72
C18:0	10,51	9,57	8,88
<i>cis</i> -9 C18:1	20,50	18,20	19,29
<i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 C18:2	3,13	2,33	3,19
<i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15 C18:3	0,59	0,63	0,42
CLA <sup>1</sup>	1,03	0,74	0,70
<i>trans</i> C18:1 (total)	4,25	2,90	2,12
C18:2 (total)	4,16	3,21	3,89

Fuente: Gómez, 2010

## **2.3 GENERALIDADES SOBRE EL QUESO**

**2.3.1 Definiciones y Características.** La palabra queso deriva del latín “caseus”. Este es un producto fresco o madurado obtenido por drenaje del suero, tras la coagulación de la leche, nata, leche desnatada o parcialmente, grasa láctea o una combinación de estos componentes (Scott, 1991 citado por García, 2006). Es la forma más antigua de conservar los principales elementos nutricionales (proteínas, grasa, calcio, fósforo y vitaminas) de la leche (Zarate, 2004 citado por Jiménez y Chimá, 2006; Ledesma *et al.*, 2007)

La Organización Internacional FAO (Food and Agricultural Organization) lo define como el producto fresco o madurado, obtenido por coagulación de la leche u otros productos lácteos (nata, leche parcialmente desnatada, nata de suero o la mezcla de varios de ellos), con separación del suero.

En Colombia el Ministerio de Protección Social según resolución número 02310 de 1986 lo define como el producto obtenido por coagulación de la leche, de la crema de leche, de la crema de suero, del suero de la mantequilla o de la mezcla de algunos o todos estos productos, por la acción del cuajo u otros coagulantes aprobados.

**2.3.2 Clasificación de los quesos.** En el mundo existen diversas variedades de este alimento los cuales se pueden clasificar de acuerdo al tipo de leche empleada en su elaboración, el método de coagulación, el contenido de humedad, el porcentaje de grasa, la textura, los microorganismos empleados en su fabricación y en función del país de origen.

En Colombia según la Norma técnica colombiana 750 para productos lácteos, el queso se clasifica de acuerdo al contenido de humedad sin materia grasa, el contenido de materia grasa en el extracto seco (Ver Tabla 3) y las características del proceso en: fresco, madurado, madurado por mohos y procesado (fundido).

**Tabla 3.** Clasificación del queso

<b>Designación Según su consistencia</b>	<b>Humedad sin materia grasa (HSMG), %m/m</b>
Extraduro	<50,0
Duro	50-55
Firme/semiduro	56-68
Blando	>68

<b>Designación según su contenido de materia grasa</b>	<b>Materia grasa en el extracto seco (GES), % m/m</b>
Extragraso (rico en grasa)	≥ 60,0
Graso	≥ 45,0 - <60,0
Semigraso	≥ 25,0 - <45,0
Semidescremado (semidesnatado)	≥ 10,0 - <25,0
Descremado	<10,0

Fuente: NTC 750. Productos lácteos. Queso

## **2.4 QUESO COSTEÑO**

**2.4.1 Definición y características.** Es un producto lácteo autóctono de la costa Caribe colombiana, región que se caracteriza por una alta producción de leche bovina (aproximadamente el 60% de la producción total del país). Es elaborado en los departamentos de Córdoba, Sucre, Bolívar, Magdalena, Cesar y Guajira, aunque se ha extendido a otras zonas lecheras como es la Sabana de Bogotá y los Llanos Orientales (Díaz, 2009).

Tradicionalmente su elaboración sigue una tecnología muy rustica y con características especiales, tanto en sus etapas de elaboración como en su presentación final, pero hoy en día también se produce con mayor tecnología y por ende su calidad es mucho mejor (Gómez, 2005).

Se caracteriza por ser una variedad de queso no madurado, es decir fresco, elaborado con leche de vaca sin pasteurizar, no ácido, con un sabor salado entre moderado y fuerte. Tiene un 65% de humedad y 45% de materia grasa en extracto seco. Se clasifica en semiduro, con un alto contenido de materia grasa según la FAO/OMS. Su forma es en bloques de sección rectangular con un tamaño de 15 a 20cm y peso entre 6 a 40kg. Su apariencia externa es de color crema, sin brillo y de superficies irregulares. La apariencia interna presenta una textura abierta, de consistencia dura y seca que no se desbarata fácilmente (Gómez, 2005).

El queso costeño es de dos tipos: el amasado de la cuajada y el picado. Las materias primas, equipos y en general la tecnología utilizada es similar, con pequeñas diferencias en los instrumentos de corte, manejo de la cuajada y suero. El queso costeño picado tiene algunos ojos, textura dura y seca, que no se deshace fácilmente cuando se frota entre los dedos. El amasado es moderadamente duro, suelta poca agua, tiene algunos ojos y se deshace fácilmente cuando se frota entre los dedos (Díaz, 2009).

**2.4.2 Descripción del proceso de elaboración de queso costeño.** Según Chávez y Romero (2006) la elaboración de este producto sigue el siguiente proceso:

- **Filtración:** este proceso se realiza con coladores o cedazos en acero inoxidable, nylon o plástico con la finalidad de eliminar partículas extrañas de la leche.
- **Estandarización de materia grasa:** la materia grasa es un componente natural de la leche, su importancia en la producción de quesos es la de ayudar a la retención de agua, proporcionar sabor y suavidad al queso. Este procedimiento se realiza de forma artesanal utilizando el método de cuchareo, que aprovecha la menor densidad de la grasa, ascendiendo a la superficie cuando la leche se encuentra en reposo.
- **Tratamiento térmico:** para lograr un eficiente tratamiento o termización de la leche, se recomienda elevar la temperatura a 65 ó 68°C.
- **Ajuste de temperatura:** enfriamiento de la leche hasta alcanzar una temperatura de 32°C para efectos de la coagulación, esto permite el uso eficiente del cuajo y cuajadas con excelentes características.
- **Adición de cloruro de calcio:** La leche normal, en su composición química, cuenta con un contenido de minerales entre estos el calcio que particularmente permite la coagulación de la leche para el proceso de fabricación de queso. Para que el cuajo actúe es necesaria la presencia de calcio en estado iónico. Este compuesto se prepara disolviendo 20 g de cloruro de calcio en 1 L de agua hervida por lo menos 1 hora antes de la coagulación de la leche para lograr las óptimas condiciones durante su maduración química.

- Adición del cuajo: La utilización del cuajo en la leche, tiene como objeto la formación de un coagulo firme, que retenga la mayoría de los sólidos de la leche y que permita su corte y agitación para eliminar el suero que queda atrapado en su interior.
- Corte después de la coagulación: El corte de la cuajada se realiza para aumentar el área de la superficie y acelerar la expulsión de suero. El momento óptimo de cortar la cuajada se reconoce, realizando un corte con un cuchillo y luego levantando con el cuchillo la cuajada, de tal manera que se puedan observar las paredes, éstas deben ser lisas y brillantes, el suero que sale amarillento y casi transparente. La cuajada obtenida se agita y deja en reposo durante cinco minutos.
- Desuerado final: después de realizado el corte, se somete al reposo, asentándose la cuajada (30%) y sifoneado o cuchareando el suero.
- Salado: los cubos de cuajada son salados sumergiéndolos en salmuera.
- Moldeo: Tiene por objeto, darle forma al queso según las exigencias del mercado, de acuerdo al tamaño más adecuado para transportar y según el gusto del consumidor. Esta técnica consiste en agrupar los gránulos de cuajada dentro de un molde para que posteriormente facilite el prensado de la cuajada.
- Prensado: El prensado tiene por objeto regular un 6 – 7% de la humedad de superficie, proveer al queso de una cáscara que lo proteja del medio ambiente, de ataques de microorganismos, insectos y físicos por manipulación y transporte.

- **Enfriamiento:** El objetivo de este consiste, en facilitar la unión de los granos de cuajada y además inhibir el desarrollo de microorganismos indeseables en el Queso Costeño Picado y Amasado, este enfriamiento se consigue bajando la temperatura a 4 ó 6 °C, por espacio de 12 a 18 horas, este tiempo es proporcional al tamaño del queso.
- **Empaque y Almacenamiento:** La práctica de empaque, se realiza para proteger el producto de los agentes microbiológicos.

**2.4.3 Composición química del queso costeño.** En la tabla 4, se muestran las características fisicoquímicas de este alimento.

**Tabla 4.** Composición fisicoquímica del queso costeño

<b>Características</b>	<b>Valores de Referencia</b>
Humedad (%)	45-47
Materia grasa (%)	23-25
Proteína (%)	19-20
Sal (%)	30-35
Materia grasa en materia seca (%)	44-46
Humedad del queso desgrasado (%)	60-62
Ph	5.0-5.2

Fuente: ICTA, 1994.

**2.2.4 Calidad microbiológica del queso costeño.** Según la resolución 01804 de 1989 del Ministerio de Salud, este producto es un queso fresco y debe contar con los parámetros microbiológicos que se describen en la tabla 5.

**Tabla 5.** Requisitos microbiológicos del queso fresco

Requisitos	n	M	M	c
Exámenes de rutina				
NMP coliformes fecales/g	3	<100	-	0
Recuento de mohos y levaduras/g	3	100	500	1
Exámenes especiales				
Recuento de Staphylococcus aureus coagulasa positiva, UFC/g	3	1000	3000	1
Detección de Salmonella/25g	3	Ausente	-	0

Fuente: Resolución 01804 de 1989. Ministerio de la Protección social.

## 2.5 COAGULACIÓN DE LA LECHE

Cuando se habla de coagulación de la leche, hacemos referencia a sus proteínas, principalmente a las caseínas (Villegas, 2004). La caseína es el principal constituyente nitrogenado de la leche y se encuentra en su estado normal bajo la forma de grandes partículas coloidales esféricas (micelas) de fosfocaseinato de calcio constituido por: proteína, cantidades apreciables de calcio y radicales fosfóricos, así como porcentajes menos abundantes de magnesio y radicales cítricos. Estas micelas forman la fase coloidal proteica de la leche, que es necesario desestabilizar para elaborar el queso (Francis y Gaona, 2002).

La coagulación es junto con la maduración la etapa más importante en la fabricación de este alimento y es bien sabido que afecta fuertemente el rendimiento y las características reológicas del producto final (Nájera *et al.*, 2003). Esta se puede realizar mediante dos mecanismos: coagulación enzimática y coagulación ácida. Aunque en la mayoría de los casos se emplea un mecanismo mixto con predominio de uno de los dos. La coagulación ácida o láctica suele ser utilizada para la elaboración de quesos blandos, frescos, o madurados con fermentación en la superficie mientras que la enzimática es la empleada de forma mayoritaria en quesos madurados semi-duros y duros (Francis y Gaona 2002).

**2.5.1 Coagulación enzimática.** Esta tiene lugar por la ruptura de una fracción de la caseína  $\kappa$  hidrolizada por la renina en el enlace 105 -106 (fenilalanina-metionina) generando dos fracciones: la para-k-caseína y el glicomacropéptido (GMP) que se libera al lactosuero por acción de diversas enzimas proteolíticas dañando la micela de caseína que se hace más sensible al calcio presente en la fase soluble de la leche produciéndose una red tridimensional que engloba en su estructura a la materia grasa (Clark y Sherbon 2000; López, 2004; Zobrist *et al.*, 2005).

El coagulo obtenido por esta vía es flexible, elástico, compacto, impermeable y contráctil. Esta última propiedad permite efectuar el desuerado y su carácter compacto tolera la intervención de acciones mecánicas potentes que facilitan la contracción del coagulo y la salida del suero. Sin esta acción, el gel no desuera debido a su impermeabilidad (Veyseiire, 1998 citado por López 2004).

Existen diferentes factores que pueden afectar notablemente el cuajado enzimático: la temperatura, el pH, la concentración de calcio iónico ( $Ca^{++}$ ), así como la concentración de enzima coagulante (Clark y Sherbon 2000). Por encima de los 20°C la velocidad de coagulación aumenta progresivamente hasta alcanzar la temperatura óptima de la renina, que se sitúa entre 40 y 42°C, por arriba de estas temperaturas, la enzima se desnaturaliza y deja de actuar (Huppertz, *et al.*, 2005).

La cuajada producida a pH bajo (5,0-4,6) tiende a ser granular, particulada e inelástica, debido a la precipitación de la caseína en la proximidad del punto isoeléctrico en la que es insoluble. El coagulo producido a pH elevado (6,6-5,8) por acción enzimática es blando, suave, se rompe fácilmente y es más elástico que las cuajadas ácidas (Zobrist *et al.*, 2005).

En la actualidad se utilizan diferentes coagulantes enzimáticos conocidos comúnmente como cuajos, estos son proteasas ácidas que tienen su pH óptimo de actuación en la zona ácida y presentan un origen variado: animal, vegetal, microbiano o recombinante a partir de microorganismos modificados genéticamente (Addis *et al.*, 2008).

El cuajo de origen animal es extraído del abomaso de los mamíferos lactantes, principalmente terneros, corderos y cabritos. Está disponible en forma líquida, en polvo o en pasta (Moschopoulou, 2011). En los países mediterráneos, donde las ovejas y la cría de cabras es en gran parte difundida, es común el uso de este en pasta de cordero o cabrito (Moatsou *et al.*, 2004). Su principio activo es la quimosina (EC 3.4.23.4), que es una enzima proteolítica con la propiedad de hidrolizar los enlaces peptídicos de las proteínas (Ferrandini, 2006; Addis *et al.*, 2008). Además de la quimosina se vienen utilizando otras proteasas ácidas para la coagulación de la leche, tales como pepsina A (EC 3.4.23.1) y gastricina (pepsina B o pepsina C) (EC 3.4.23.3).

Se ha venido investigando también la capacidad proteolítica y la potencial utilidad, como coagulantes lácteos de cultivos bacterianos y fúngicos. El más comercializado es *Mucor miehei* un moho zigomiceto que produce una proteasa de tipo ácido (EC:3.4.23.10) semejante al cuajo de ternero (Escobar y Barnett, 1995 citado por Osorio *et al.*, 2008; Ruiz, 2005)

En cuanto a los cuajos de origen vegetal uno de los primeros en ser descubiertos fue el látex de la higuera (*Ficus carica*). Este extracto se ha venido utilizando en aquellas zonas en las que este árbol crece desde la antigüedad. Muchos extractos de este tipo son capaces de coagular la leche pero algunos son excesivamente proteolíticos y dan sabores amargos durante la maduración (Nolivos, 2011).

El empleo de estos coagulantes en quesos como Edam y Roquefort produce bajos rendimientos y defectos en la textura y sabor (Green, 1977 citado por Ferrandini, 2006). En España este cuajo es ampliamente utilizado para la elaboración de quesos artesanales de leche de oveja, los cuales proporcionan durante la maduración, una secuencia de propiedades físicas, químicas, microbiológicas y cambios organolépticos, que dan lugar a un producto con aroma y sabor ligeramente picante y cremoso, deseable para los consumidores de este tipo de alimento (Galán *et al.*, 2008; Sanjuán *et al.*, 2002).

**2.5.2 Coagulación ácida.** Esta ha sido una práctica corriente durante muchos años. Se basa en la gelificación de las caseínas de la leche o en su precipitación a un intervalo de pH 4.5 a 5.0 (aproximadamente), lo que forma un coagulo desmineralizado debido a la acidificación de la fase sérica (plasma), producida por el ácido láctico generado por adición de un ácido orgánico de grado alimentario (como acético o cítrico, o incluso el mismo láctico) (Villegas, 2004).

La fabricación de queso mediante la coagulación por vía ácida, es utilizada en forma tradicional en América Latina en la producción de queso blanco con jugo de limón como acidificante y también se ha incorporado en la elaboración de Cottage, Ricotta (Scott, 1991) y Mozzarella un producto tradicional italiano consumido en todo el mundo. El vinagre blanco y el ácido cítrico son utilizados comúnmente en la acidificación de este tipo de alimentos (Francolino *et al.*, 2010).

Dentro de los acidulantes utilizados en la elaboración de quesos encontramos los ácidos orgánicos como el jugo de frutas, vinagre (ácido acético diluido al 4%), ácido acético glacial (ácido acético concentrado), ácido láctico, ácido cítrico y suero de queso ácido. Este último ha sido utilizado con éxito para reemplazar los cultivos en la elaboración de Ricotta, Mozzarella, Doble crema y quesillo (Ordoñez, 2008).

## **2.6 CULTIVOS LÁCTICOS**

**2.6.1 Definición y generalidades de los cultivos lácticos.** Hace algunos años, cuando no se pasteurizaba la leche destinada a la fabricación de quesos, las bacterias lácticas naturales que llevaba dicho líquido producían una acidificación en la que la lactosa se convertía en gran parte en ácido láctico. De esta forma se favorecía la posterior coagulación de este alimento por el cuajo. En la actualidad, con el uso de la pasteurización para controlar microorganismos patógenos, se destruye la flora original microbiana involucrada en la producción de queso, por esta razón, el uso de cultivos lácticos puros es imprescindible para lograr la acidificación de la leche antes de adicionar el cuajo (Awad *et al.*, 2007; Bruno *et al.*, 2011; Leroy y De Vuyst, 2004). Hoy en día el uso de estos se ha convertido en un requerimiento esencial en la fabricación de la mayoría de los quesos, si se desea obtener siempre la misma calidad de producción (Cogan y Hill, 1993 citado por Katsiari *et al.*, 2009).

Villegas (2004) define un cultivo láctico como una cepa de microorganismos que se propaga o cultiva para inocularse o sembrarse en la leche de proceso, y así poder orientar o controlar una fermentación deseada que imparta propiedades sensoriales atractivas en un producto lácteo. Estos se utilizan puros de una o más bacterias lácticas, en proporciones definidas que al multiplicarse en la leche, crema o queso, aseguran dos funciones fundamentales: disminuir el pH del medio, al transformar la lactosa en ácido láctico (Powell *et al.*, 2011; Kashet, 1987 citado por Alvarado *et al.*, 2007); con esta acidificación se promueve la gelificación (fabricación de yogurt) y la sinéresis (retracción de la red proteica) en la cuajada quesera; y contribuir con las características sensoriales de los productos lácteos: crema, leche fermentada y queso, liberando enzimas o metabolitos que participan directamente en la maduración del producto. Estos son reconocidos industrialmente por su capacidad fermentativa, propiedades terapéuticas, antimicrobianas y beneficios nutricionales (Ayad, 2009).

Los cultivos lácticos se pueden clasificar según el metabolismo energético y su temperatura de acción. De acuerdo al metabolismo se pueden dividir en homofermentativos que convierten la glucosa en una única sustancia el ácido láctico (fermentación homo-láctica) y heterofermentativos que además de ácido láctico, producen CO<sub>2</sub> y ácido acético o ácido láctico, CO<sub>2</sub> y etanol (fermentación hetero-láctica) (Martegani, 2006 citado por Almario y Pérez 2009; Torres, 1999 citado por Del Campo *et al.*, 2008).

Con respecto a la temperatura óptima de desarrollo los cultivos iniciadores se pueden clasificar en mesófilos, los cuales crecen a temperaturas entre 20 y 37°C y termófilos que sobreviven entre 40 y 45°C (Rodríguez, 2007).

Los cultivos mesófilos están divididos en cultivos LD y cultivos O. Los LD contienen bacterias fermentadoras de citrato, (L= *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* y D= *Lactococcus lactis* subsp. *lactis biovar. diacetylactis*), las cuales producen aroma y CO<sub>2</sub> desde citrato. Los cultivos O contienen solamente cepas de bacterias productoras de ácido sin formación de gas (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* y *L. lactis* subsp. *cremoris*, junto con algunas especies *Lactococcus* y *Leuconostoc*) que pueden producir las sustancias responsables del aroma del queso (Herrereros *et al.*, 2007). Cultivos L y D por separados también existen, pero solamente son utilizados en muy baja proporción en la industria quesera.

Los cultivos tipo O son utilizados en procesos donde el principal foco está en la acidificación constante, por ejemplo en la producción de mozzarella, cheddar, feta, cottage, bebidas fermentadas, entre otros. Los cultivos LD son utilizados en quesos semiduros tipo continental, tales como Gouda, Tilsit, Samsøe y en quesos blandos como Camembert y Port salut. Los cultivos LD tienen un rol muy importante en la formación de ojos y desarrollo del aroma y sabor (Ayad *et al.*, 2000).

En España se utilizan cepas comerciales de cultivos mixtos *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* y *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* para la fabricación del queso Manchego, típico de la Región de la Mancha elaborado con leche de oveja (Poveda *et al.*, 2004).

Los cultivos termófilos son utilizados tradicionalmente para la elaboración de yogurt y quesos cocinados duros (emmental, gruyere, parmesano, grana, entre otros.) (Delcour *et al.*, 2000). En la elaboración del queso suizo son utilizados cultivos lácticos de *Lactobacilos* termófilos homofermentativos mezclados con cultivos de *Streptococos* (Fröhlich-Wyder y Bachmann 2004).

En la actualidad los cultivos lácticos se pueden encontrar en el mercado en estado líquido, preparados utilizando leche entera o desnatada libre de sustancias inhibidoras como antibióticos, desinfectantes, entre otros. Liofilizados; los cuales se presentan como un polvo fino, con una humedad máxima del 2% que se conservan por varios meses a temperaturas por debajo de 4°C; y, cultivos lácticos congelados, los cuales son mantenidos a temperaturas menores de -40°C, en un medio que contiene agentes crioprotectores (Villegas, 2004). Estos pueden inhibirse por diferentes sustancias presentes en la leche, tales como: inhibidores naturales (lactoperoxidasas), pequeñas cantidades de antibióticos y residuos de productos de limpieza y desinfección utilizados en la industria láctea que alteran la calidad del queso (Alvarado *et. al.*, 2007).

Existen otros tipos de microorganismos que se emplean en la fabricación de quesos; tales como, *Penicillium roqueforti* y *P. camemberti* los cuales son utilizados en la elaboración de quesos de pasta azul. Estos mohos contribuyen de forma importante en el aroma, color y consistencia del producto final (Le Dréan, *et al.*, 2010).

En Colombia se han realizado estudios sobre la utilización de estos cultivos en diferentes tipos de quesos autóctonos, Londoño (2009) caracterizó el queso momposino con otros elaborados con adición o no de cultivos iniciadores, dando como resultado que los productos elaborados con cultivos lácticos permitieron obtener un queso con mayor número de compuestos volátiles, mejorando así el sabor y la textura del alimento.

Almario y Pérez (2009) evaluaron el rendimiento y la calidad del quesillo empleando cepas de cultivos mixtos lácticos conformados por *Streptococcus thermophilus* con *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* con *Lactobacillus helveticus* reportando que estos microorganismos inoculados en el suero entero y desproteínizado permitieron alcanzar niveles de acidez requeridos para la elaboración de este tipo de queso.

En la tabla 6, se presentan los cultivos típicos de quesos y productos fermentados con las especies de bacterias involucradas.

**Tabla 6.** Especies de bacterias lácticas (LAB) en varios tipos de cultivo y su aplicación.

Tipos de cultivo	Nombres de Especies	Aplicación del producto
<b>Mesófilos</b>		
Tipo O	<i>Lactococcus lactis</i> Subs. <i>lactis</i> <i>Lc. Lactis</i> Subs. <i>cremoris</i>	Queso Cheddar Queso Feta Queso Cottage
Tipo LD	<i>Lc. Lactis</i> Subs. <i>lactis</i> <i>Lc. Lactis</i> Subs. <i>cremoris</i> <i>Lc. Lactis</i> Subs. <i>lactis biovar diacetylactis</i> <i>Leocunostoc mesenteroides</i> Subs. <i>Cremoris</i>	Queso Gouda Queso Tileiter Quesos blandos con hongos
<b>Termófilos</b>		
Tipo <i>Streptococcus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Queso Mozzarella Estabilizado Brie Queso tipo Suizo
Tipo Yogurth	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lb. delbrueckii</i> Subs. <i>Bulgaricus</i>	Queso Mozzarella Queso Pizza
Tipo <i>Lactobacillus</i>	<i>Lactobacillus herveticus</i> <i>Lb. delbrueckii</i> Subs. <i>lactis</i> <i>Lc. lactis</i> Subs. <i>lactis</i> <i>Lc. lactis</i> Subs. <i>cremoris</i>	Queso tipo Suizo Queso Grana
<b>Tipos de Mezcla</b>		
Tipo RST	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Queso Cheddar
Tipos FRC	<i>Lc. Lactis</i> Subs. <i>lactis</i> <i>Lc. Lactis</i> Subs. <i>cremoris</i> <i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lb. delbrueckii</i> Subs. <i>Bulgaricus</i>	Queso Feta Quesos Blancos en Salmuera

Abreviaciones: O bacterias que contienen solamente bacterias productoras de ácido láctico. LD cultivos que contienen bacterias que fermentan el citrato.

Fuente: Bruno *et al.*, 2011

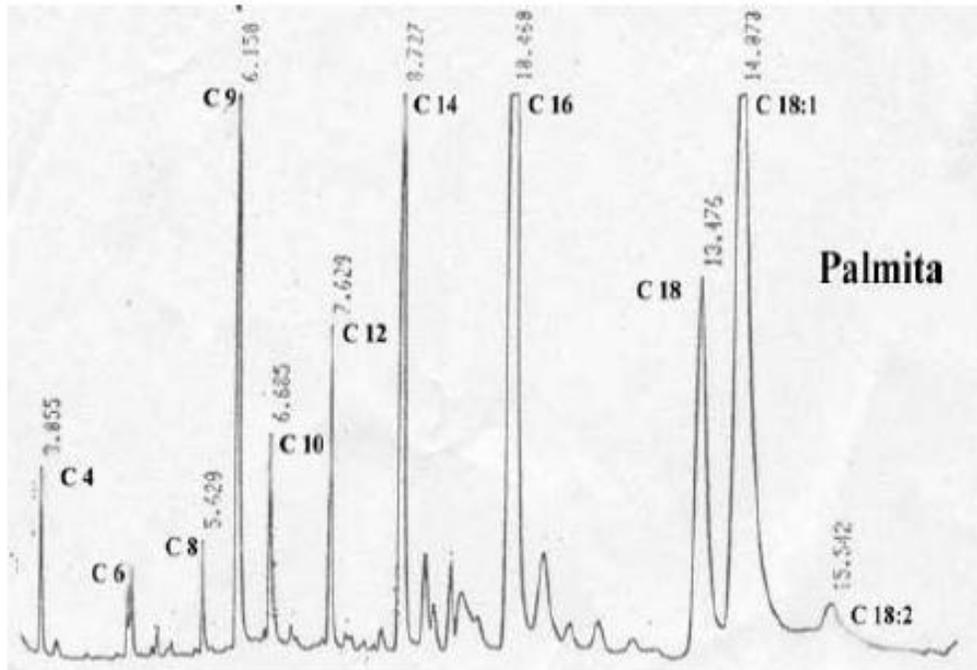
## 2.7 ANALISIS DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS POR CROMATOGRAFIA DE GASES

El sabor es la propiedad de los quesos que determina su calidad, identidad y aceptabilidad. En el desarrollo del aroma de este producto intervienen muchos compuestos, en especial en los quesos madurados, sus componentes originales, entre ellos las proteínas, la lactosa y la grasa son degradados durante la maduración a través de complejos cambios enzimáticos de naturaleza proteolítica, lipolítica y fermentativa y otras vías bioquímicas que producen agentes del sabor muy diversos como ácidos grasos libres, esteroides, aldehídos, cetonas, alcohol, aminas y sulfuro de hidrogeno (Sánchez, 2004; Park y Lee 2006); y como consecuencia de esto, cada producto tiene un perfil único y característico de compuestos volátiles.

Los ácidos grasos libres (AGL), especialmente los de cadena media y corta (C4:0-C8:0 y C10:0-C14:0, respectivamente) liberados durante la lipólisis, contribuyen junto a los compuestos volátiles formados y la proteólisis a la formación del flavor del queso (McSweeney y Sousa, 2000 citado por Ramírez *et al.*, 2008). La formación de esta característica sensorial en el queso también se ve influenciada por el tipo de leche utilizada en el proceso (cruda o pasteurizada) (Awad, 2006; Berard *et al.*, 2007); la tecnología de elaboración, la sal y el contenido de grasa (Bank *et al.*, 1993 citado por Londoño, 2009). Otros factores como los cultivos lácticos iniciadores y las bacterias ácido lácticas no iniciadoras igualmente determinan esta propiedad en el queso (Tavaria *et al.*, 2006).

Sánchez (2004) encontró en un queso blanco venezolano palmita los siguientes ácidos grasos libres: butírico (C4), caproico (C6), caprílico (C8), cáprico (C10), laúrico (C12), mirístico (C14), palmítico (C16), esteárico (C18), oleico (C18:1) y linoleico (C18:2). En la figura 1 se presenta el cromatograma de ácidos grasos libres del queso blanco tipo palmita.

**Figura 1.** Cromatograma de ácidos grasos libres en queso blanco tipo Palmita



Fuente: Sánchez, 2004

Para la determinación de los ácidos grasos se utilizan diferentes técnicas. En Europa por ejemplo los quesos son analizados mediante técnicas de solventes libres, como dinámica espacio de cabeza (DHS), purga y trampa (PyT) y microextracción en fase sólida (SPME) y cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) (Berard *et al.*, 2007).

**2.7.1 La cromatografía.** Es una técnica en que la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de una columna cromatografica. La elución se produce por el flujo de una fase móvil de gas inerte. A diferencia de los otros tipos de cromatografía, la fase móvil no interacciona con las fases del analito, su única función es transportar el analito a través de la columna. Existen dos tipos de cromatografía de gases (GC): la cromatografía de gas-sólido (GSC) y la cromatografía de gas-líquido (GLC), según se utilice una fase estacionaria sólida o una fase estacionaria líquida (sobre un soporte sólido o directamente en la pared interna de la columna) respectivamente. En la GSC la fase estacionaria es sólida y la retención de los analitos en ella se produce por el método de adsorción. Precisamente este proceso de adsorción, que no es lineal, es el que ha provocado que este tipo de cromatografía tenga aplicación limitada, ya que la retención del analito sobre la superficie es semipermanente y se obtienen picos de elución con colas. Su única aplicación es la separación de especies gaseosas de bajo peso molecular. La GLC utiliza como fase estacionaria moléculas de líquido inmovilizadas sobre la superficie de un sólido inerte (Olguín y Rodríguez, 2004).

## **2.8 ANALISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS**

El análisis sensorial de alimentos comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a propiedades sensoriales de los alimentos aportando información útil para el desarrollo de productos, control de calidad, evaluación de cambios en materias primas o procesos y determinación de vida útil.

Se recurre a la evaluación sensorial debido a que la información obtenida por medio de los jueces en la mayoría de los casos no puede obtenerse por medio de pruebas físicas o químicas que únicamente nos proporcionan una información unidireccional. Los instrumentos pueden medir con exactitud varios componentes de los alimentos, pero solo el hombre determina si un producto le gusta o no.

**2.8.1 Pruebas descriptivas.** En esta se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetiva posible. Aquí no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces, y no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cual es la magnitud o intensidad de los atributos de un alimento. Las pruebas descriptivas proporcionan más información acerca del producto que las otras pruebas, sin embargo son más difíciles de realizar, el entrenamiento de los panelistas debe ser intenso y monitorizado, y la interpretación de los resultados es ligeramente más laboriosa que en los otros tipos de pruebas (Carpente *et al.*, 2000).

La mayoría de las investigaciones que se realizan en la actualidad con el fin de encontrar nuevos métodos sensoriales que proporcionen mayor fiabilidad y objetividad, pertenecen a este tipo de pruebas.

Las pruebas descriptivas utilizan un grupo de jueces seleccionados y entrenados (10 a 12) para que describan los atributos o propiedades sensoriales de un producto en el orden de su aparición, de una manera consistente y reproducible.

**2.8.2 Pruebas discriminativas.** En las pruebas de discriminación o de diferencia los jueces comparan dos o más productos, indicando si perciben las diferencias. También pueden ser consultados para describir las diferencias y estimar su tamaño. Puesto que estas pruebas implican juicios comparativos y colaterales, pueden ser muy sensibles y capaces de detectar diferencias bastante pequeñas entre los productos. Estas pruebas son muy usadas en control de calidad para evaluar si las muestras de un lote están siendo producidas con una calidad uniforme, si son comparables a estándares, entre otros. Así mismo, por medio de estas se puede determinar el efecto de modificaciones en las condiciones del proceso sobre la calidad sensorial del producto, las alteraciones producidas por la sustitución de un ingrediente por otro (especialmente saborizantes y otros aditivos) (Carpenter *et al.*, 2000).

**2.8.3 Pruebas afectivas.** Son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva de un producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y son más difíciles de interpretar, debido a que se trata de apreciaciones completamente personales. Son utilizados para monitorear la competencia y obtener rápidos resultados sobre la preferencia (Anzaldúa, 2005).

Para las pruebas afectivas es necesario contar con un mínimo de 30 jueces no entrenados, y estos deben ser consumidores habituales o potenciales y compradores del tipo de alimento en cuestión. Estas pueden clasificarse en tres tipos: pruebas de preferencia, pruebas de grado de satisfacción y pruebas de aceptación (Anzaldúa, 2005).

## 2.9 ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA (TPA)

La textura es un factor muy importante en la selección y preferencia de los alimentos, y además es reconocida como el mayor atributo de su calidad, por encima de la apariencia, el sabor, el olor y la composición nutricional (Osorio *et al.*, 2004). También puede definirse como la manifestación sensorial de su estructura. En el caso específico del queso, esta depende fundamentalmente de sus componentes químicos (agua, cloruro de sodio, proteína, grasa, entre otros) y de la evolución que estos componentes experimentan a lo largo del proceso de maduración (Pavia *et al.*, 1999 citado por Santini *et al.*, 2007). La evaluación de este parámetro es de gran importancia en la industria alimentaria y puede ser empleado para desarrollar nuevos alimentos, mejorar los ya existentes, controlar los procesos de elaboración y la calidad, ya que muchas de las propiedades texturales de los alimentos como firmeza, dureza, ternura, entre otros, están directamente relacionadas con las características mecánicas de los alimentos, es por ello muy importante su estudio y conocimiento para el control de calidad (Lu y Chen, 1998 citado por Londoño, 2009).

En la actualidad para medir la dureza de los alimentos se utiliza el instrumento llamado penetrómetro, el cual se acomoda para la medición de la dureza de diferentes tipos de quesos y es un método instrumental considerado más útil y preciso para la medición de esta propiedad (Zúñiga *et al.*, 2007).

La dureza también se puede evaluar a través de una prueba empírica denominada análisis de perfil de textura (TPA), un procedimiento instrumental para medir, cuantificar y desarrollar nuevos parámetros relacionados con la textura, esta técnica trata de simular las condiciones con que se encuentra un alimento en la boca por medio de un texturómetro, motivo por el cual los resultados obtenidos mediante este procedimiento deben mantener una buena correlación con los alcanzados mediante el análisis sensorial (Pavia *et al.*, 1999 citado por Santini *et al.*, 2007) . El análisis de perfil de textura (TPA) consiste en una prueba de doble compresión en las cuales se someten muestras del producto a una compresión del 80 al 90% de su altura inicial, lo cual resulta casi siempre en la ruptura del alimento (Osorio *et al.*, 2004).

Según Demonte (1995) citado por Londoño (2009) los quesos son productos poco quebradizos para los cuales el TPA ha sido muy usado, donde la dureza y elasticidad son parámetros importantes para determinar la textura de este producto.

Para Jaros *et al.* 2001, las propiedades texturales del queso se ven afectadas por su composición fisicoquímica, siendo importantes el contenido de grasa, de proteínas y de humedad, aunque también influyen la tecnología de procesamiento y la intensidad de la proteólisis.

**2.9.1 Parámetros texturales.** La realización de una prueba de TPA produce una curva de fuerza/tiempo característica del comportamiento de la muestra durante su doble compresión, mediante esta se obtienen 7 parámetros y Demonte (1995) citado por Londoño (2009) los define así:

**Fractura:** Fuerza a la primera ruptura durante el primer ciclo de compresión. Se refiere a la dureza con la cual el alimento se desmorona, cruje o revienta.

**Dureza.** Fuerza máxima obtenida durante el primer ciclo de compresión. Se refiere a la fuerza requerida para comprimir un producto entre los molares o entre la lengua y el paladar.

**Cohesión.** Cociente entre el área positiva bajo la curva de fuerza de la segunda compresión (Área 2) y el área bajo la curva de la primera compresión (Área 1). Se expresa en porcentaje. Representa la fuerza con la que están unidas las partículas, límite hasta el cual se puede deformar antes de romperse.

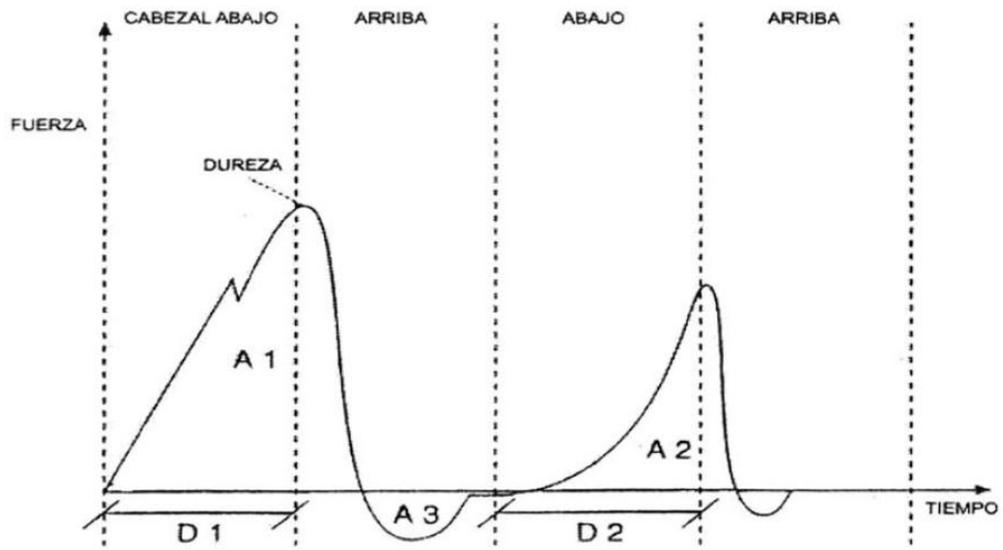
**Adhesión.** Área negativa después de la primera compresión (Área 3) y representa el trabajo necesario para despegar el plato de compresión de la muestra.

**Elasticidad.** Altura que la muestra recupera entre el fin de la primera compresión y el inicio de la segunda compresión.

**Gomosidad.** Producto de la dureza por la cohesión.

**Masticabilidad.** Producto de la dureza por la cohesión y la elasticidad. Representa el trabajo necesario para masticar un alimento hasta que esté listo para ser deglutido.

En la figura 2 se puede observar la curva típica de Análisis de Perfil de Textura (TPA).



**Figura 2.** Curva típica del Análisis de Perfil de Textura

*Adhesividad: A3; Elasticidad: D2/D1; Cohesividad: A2/A1*

Fuente: Santini *et al.*, 2007.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

El trabajo de investigación se desarrolló en la planta piloto de lácteos del programa de Ingeniería de Alimentos de la Universidad de Cartagena; realizándose la caracterización fisicoquímica y el análisis de perfil de textura (TPA). En la Facultad de Ciencias Farmacéuticas de la misma institución se determinó el perfil de ácidos grasos.

La determinación de actividad de agua (Aw) se realizó en el laboratorio de fisicoquímica de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín y la evaluación de la calidad microbiológica en el laboratorio de microbiología de la Universidad Metropolitana de Barranquilla.

#### 3.2 MATERIALES

Las materias primas que se utilizaron para la elaboración de los tipos de queso costeño fueron:

- Leche cruda de vaca de la empresa Proleca
- Cuajo animal
- Cuajo microbiano
- Cloruro de calcio
- Cloruro de sodio
- Cultivos lácticos (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* y *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*)

### **3.3 EQUIPOS**

- Analizador de leche milk analyzer (MA)
- Incubadora para queso
- Talegos de desuerado
- Moldes para queso
- Mesa en acero inoxidable
- Cava de refrigeración
- Balanza electrónica con capacidad de 8100 g.
- Potenciómetro
- Texturómetro EZ-S Shimadzu
- Cromatógrafo de gases
- Balanza analítica con capacidad de 200 g.

### **3.4 METODOLOGÍA**

La leche fue obtenida en la empresa Proleca, además los quesos fueron elaborados teniendo en cuenta las Buenas Prácticas de Manufactura. Los análisis microbiológicos a las muestras se le realizaron 24 h después de su elaboración y a los cuatro días de su almacenamiento se les realizó pruebas de acidez, pH, humedad, Aw, proteínas, grasa, solidos totales, cenizas, perfil de ácidos grasos y análisis de perfil de textura (TPA). El análisis sensorial fue realizado a los 9 días de su almacenamiento a 4°C.

Todas las determinaciones se hicieron por triplicado. Para el proceso de elaboración se utilizó cuajo animal líquido, cuajo microbiano granulado y cultivos lácticos de una casa comercial.

**3.4.1 Diseño experimental.** Se realizó un diseño experimental completamente al azar, en condiciones de laboratorio con arreglo factorial 2x2 con 3 repeticiones, para ver el efecto de la utilización de cuajo microbiano y la ausencia o adición de cultivos lácticos. Este arreglo dio lugar a cuatro (4) tratamientos:

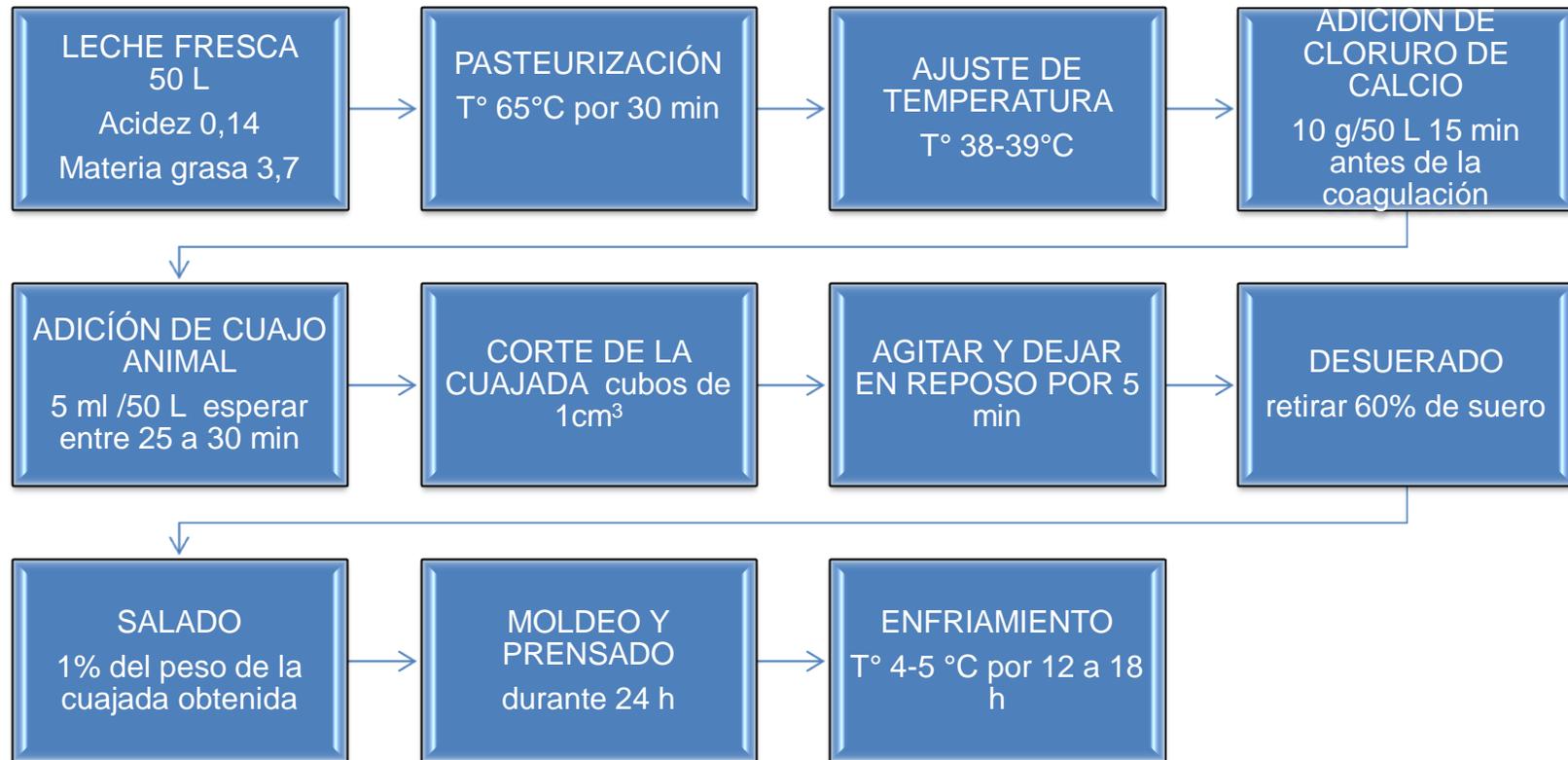
**TRATAMIENTO 1:** Queso costeño elaborado con cuajo animal.

**TRATAMIENTO 2:** Queso costeño elaborado con cuajo microbiano.

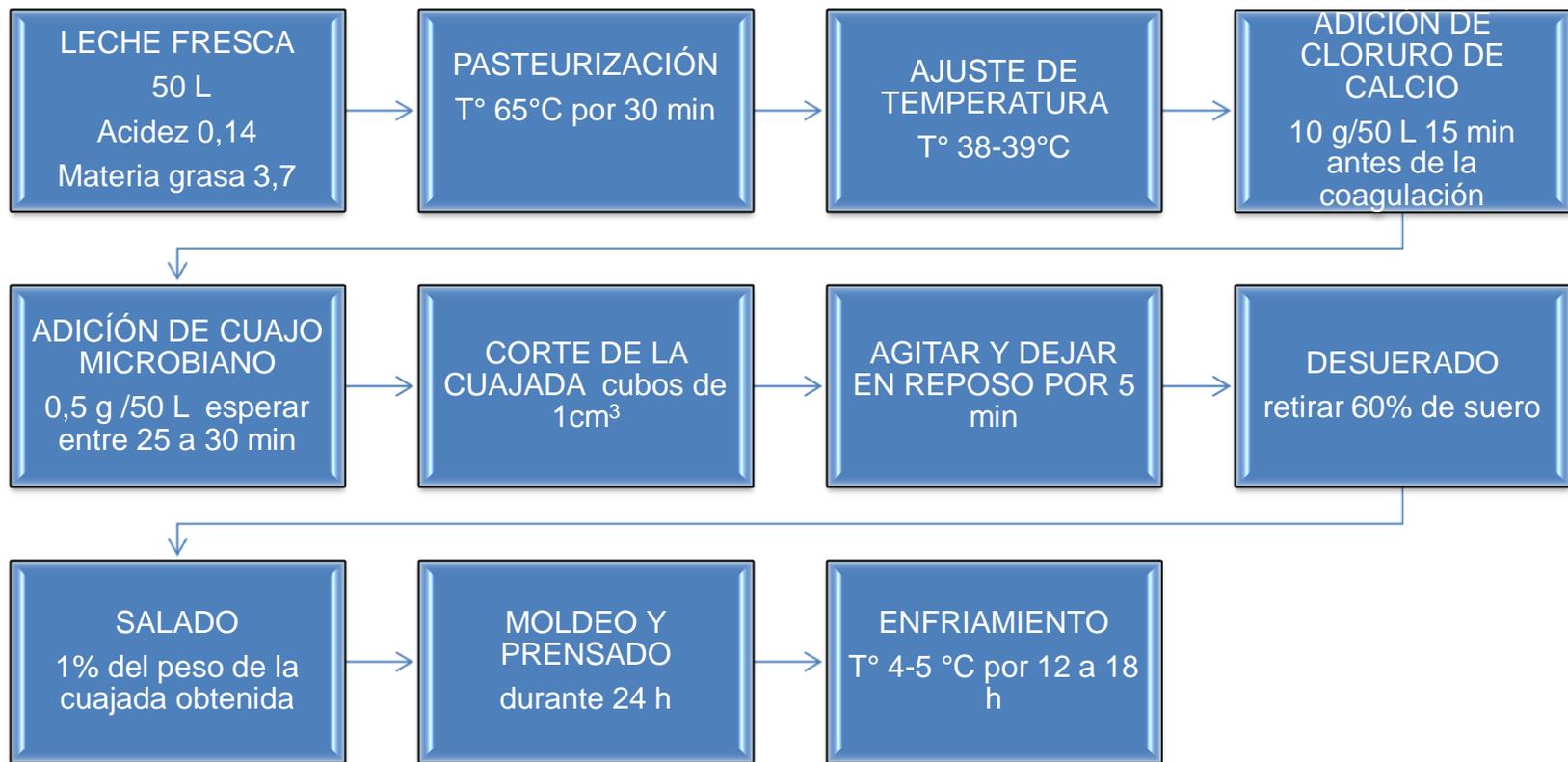
**TRATAMIENTO 3:** Queso costeño elaborado con cuajo animal y cultivos lácticos.

**TRATAMIENTO 4:** Queso costeño elaborado con cuajo microbiano y cultivos lácticos.

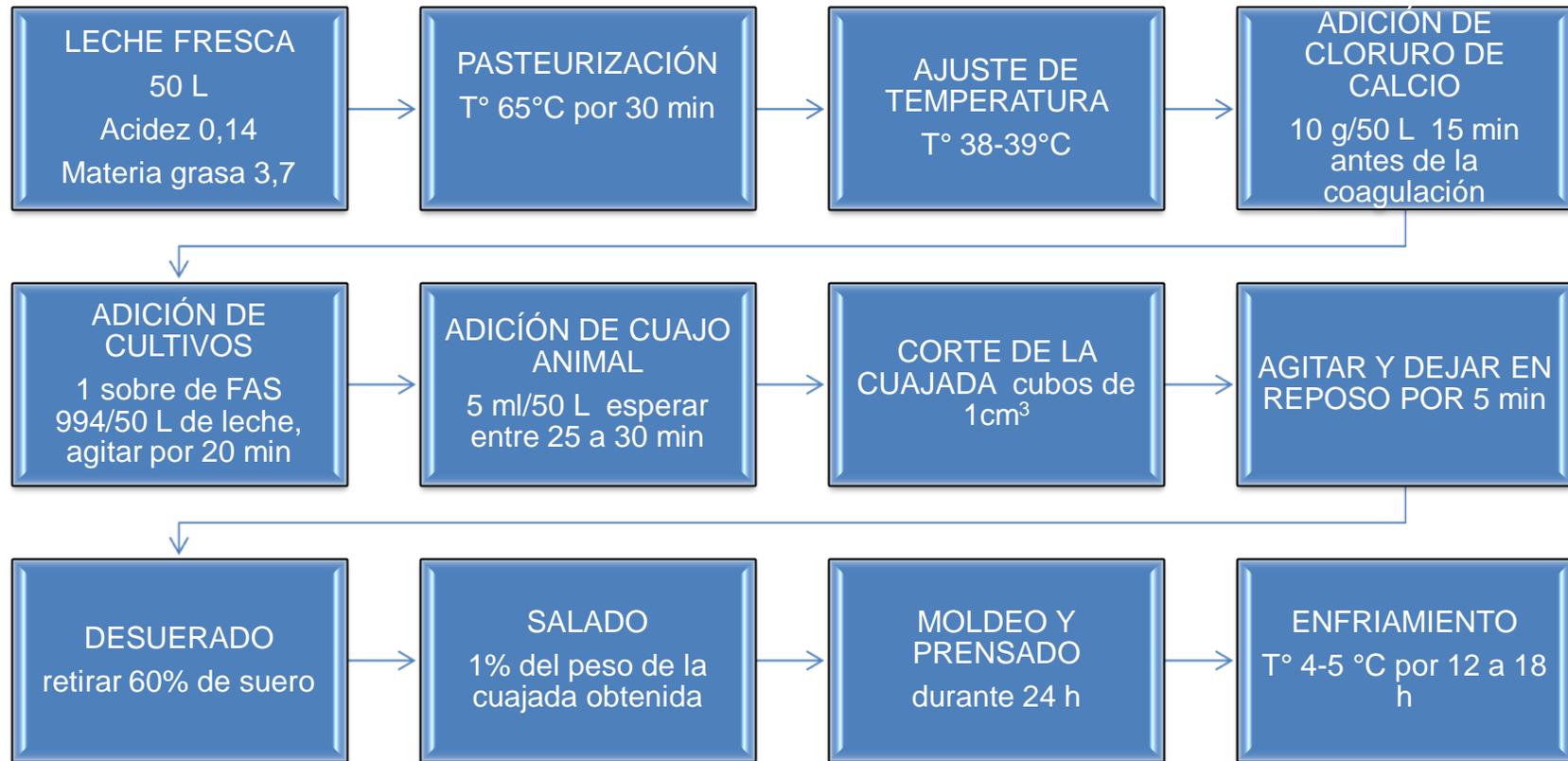
**3.4.2 Proceso de elaboración de los tipos de queso costeño.** Este se elaboró según la tecnología de Jaramillo M., Sepúlveda J., Mejía L. (1991) con algunas modificaciones.



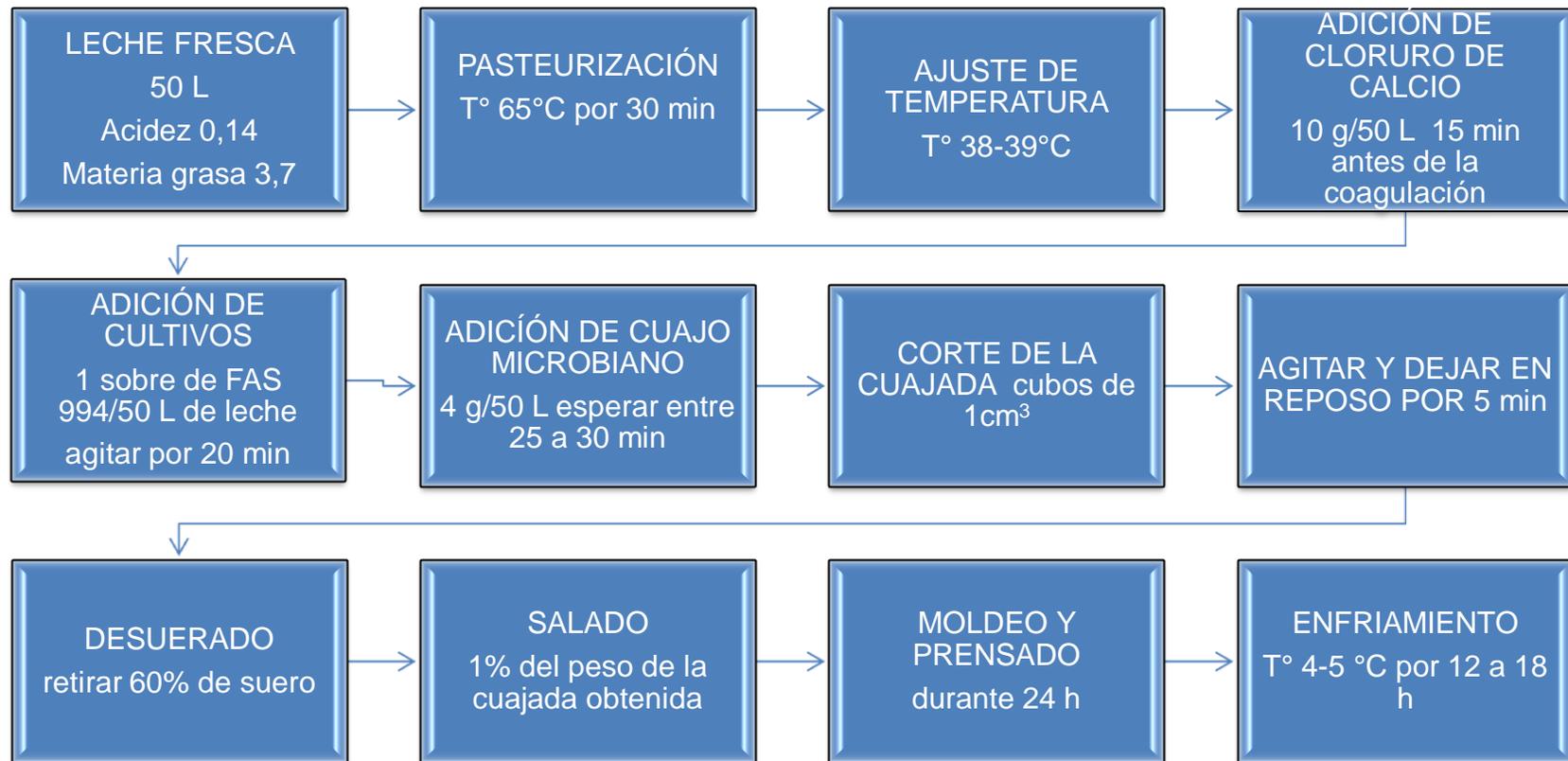
**Figura 3.** Flujo de proceso queso elaborado con cuajo animal



**Figura 4.** Flujograma de proceso de queso elaborado con cuajo microbiano



**Figura 5.** Flujograma de proceso queso elaborado con cuajo animal y cultivos láctico



**Figura 6.** Flujograma de proceso queso elaborado con cuajo microbiano y cultivos lácticos

### 3.5 ANÁLISIS DE LOS QUESOS.

**3.5.1 Caracterización fisicoquímica.** El análisis fisicoquímico se realizó bajo las siguientes metodologías:

**Determinación de acidez:** Se utilizó el método AOAC 920.124.

**Determinación de pH:** se determinó usando un pHmetro Mettler Toledo. Por inmersión del electrodo en la muestra, con previa calibración en soluciones de pH de 4 y 7. AOAC 981.12 / 90.

**Determinación de Humedad:** la cantidad de agua se cuantificó por desecación directa a peso constante en una mufla a 100°C por 5h. AOAC 926.08

**Actividad de agua:** Se midió con un hidrómetro de punto de rocío a 25°C (Aqualab serie 3TE, Decagon, Devices, Pullman, WA, USA).

**Proteína total:** se determinó utilizando el método Kjeldahl con un factor de corrección promedio, AOAC 984.13.

**Materia grasa:** la determinación de la materia grasa se realizó por el método de Extracción – Soxhlet. NTC 668:1974.

**Sólidos totales:** para esta determinación primero se tomó el porcentaje de humedad y se calculó restando al 100% de la masa el porcentaje de humedad. AOAC 925.23/90.

**Cenizas:** método de incineración directa, AOAC 942.05.

**3.5.2 Análisis de perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases.** Esta prueba se realizó por cromatografía de gases (GC) usando el cromatógrafo de gases marca Agilent 48900. AOAC 963.22.

**3.5.3 Evaluación de la calidad microbiológica.** El análisis microbiológico fue realizado según los procedimientos del INVIMA estipulados en el Manual de Técnicas de Análisis para Control de Calidad Microbiológica de Alimentos para Consumo Humano (INVIMA, 1998).

NMP de Coliformes totales y fecales: NMP–CBVB (INVIMA).

Recuento de mohos y levaduras (UFC/g): Recuento en placa (INVIMA).

Recuento de Estafilococo Coagulasa (+) (UFC/g): Recuento en placa (INVIMA).

Detección de Salmonella (25/g): Técnica de presencia/ausencia (INVIMA).

Detección de Listeria (25/g): Técnica de presencia/ausencia (INVIMA).

**3.5.4 Análisis de perfil de textura (TPA).** Para este análisis se empleó un texturómetro EZ-S Shimadzu. Equipado con una celda de 50 mm de diámetro. Se trabajó a una velocidad de 5 mm/s y una distancia de 24 mm. Las muestras se sacaron del queso con un sacabocados quedando en forma cilíndrica de 2 cm de diámetro y 3 cm de altura. Las cuales fueron sometidas a pruebas de compresión del 60% con respecto a la altura inicial del producto. Se evaluó la dureza, fracturabilidad, adhesividad y elasticidad.

**3.5.5 Evaluación sensorial.** se realizó en la planta de lácteos de la Universidad de Cartagena. Se utilizó un panel conformado por 9 jueces, los cuales se seleccionaron según su disponibilidad y aptitudes sensoriales. Los quesos se evaluaron 9 días después de su elaboración, a cada uno de los panelistas se les entregó 12 muestras de los diferentes quesos, las cuales se mantuvieron en refrigeración hasta 20 minutos antes de ser evaluadas. La evaluación se hizo a una temperatura promedio entre 20 y 22°C. Los quesos fueron evaluados siguiendo un formato para perfil de sabor y textura (ver Anexo A)

### **3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los resultados obtenidos se analizaron en el programa estadístico SPSS 15.0, se realizó análisis de varianza (ANOVA) con el test de para establecer diferencias entre medias Tukey a un nivel de confianza del 95%.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA.

Los resultados obtenidos para la caracterización fisicoquímica de los quesos elaborados se presentan en la tabla 7; observándose que el porcentaje de proteínas y materia grasa no muestran diferencias significativas.

**Tabla 7.** Caracterización fisicoquímica de los quesos

	TRATAMIENTOS			
	1	2	3	4
pH	6,61±(0,102) <sup>ab</sup>	6,78±(0,091) <sup>a</sup>	6,66±(0,305) <sup>ac</sup>	6,50±(0,30) <sup>bc</sup>
Acidez	0,08±(0,010) <sup>a</sup>	0,126±(0,011) <sup>a</sup>	0,15±(0,010) <sup>a</sup>	0,23±(0,057) <sup>b</sup>
Humedad (%)	51,75±(0,363) <sup>a</sup>	50,62±(0,215) <sup>be</sup>	50,71±(0,096) <sup>ce</sup>	55,25±(0,541) <sup>d</sup>
Actividad de agua	0,957±(0,00058) <sup>a</sup>	0,948±(0,0056) <sup>b</sup>	0,96±(0,0010) <sup>a</sup>	0,957±(0,0173) <sup>a</sup>
Proteína (%)	18,846±(0,45) <sup>a</sup>	19,48±(0,311) <sup>a</sup>	20,486±(1,45) <sup>a</sup>	18,426±(0,29) <sup>a</sup>
Grasa (%)	21,33±(0,878) <sup>a</sup>	23,15±(1,06) <sup>a</sup>	21,53±(0,8) <sup>a</sup>	22,75±(0,57) <sup>a</sup>
Sólidos totales (%)	48,129±(0,363) <sup>a</sup>	49,379±(0,215) <sup>be</sup>	49,286±(0,096) <sup>ce</sup>	44,747(0,54) <sup>d</sup>
Cenizas (%)	4,484±(0,0263) <sup>a</sup>	5,125±(0,101) <sup>be</sup>	5,534±(0,377) <sup>ce</sup>	4,245±(0,137) <sup>a</sup>
Grasa en el extracto seco (%)	44,31±(1,57) <sup>a</sup>	46,88±(2,35) <sup>ac</sup>	43,69±(1,70) <sup>a</sup>	50,85(1,68) <sup>bc</sup>
Humedad sin materia grasa (%)	65,93±(0,47) <sup>a</sup>	65,88±(1,18) <sup>a</sup>	64,63±(0,78) <sup>a</sup>	71,53±(1,073) <sup>b</sup>

Valores medios ± Desviación estándar

Valores medios dentro de una misma fila sin ninguna letra en común presentan diferencias significativas a un nivel de confianza ( $P < 0,05$ )

Los valores de proteínas obtenidos fueron del 18,426%-20,486%. Estos resultados son similares a los reportados por Gómez (2005) quien citó valores de 19%-20% en queso costeño.

**Tabla 8.** ANOVA – Proteínas por tratamiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	7,225	3	2,408	3,846	0,057
Sin-grupos	5,010	8	0,626		
Total	12,235	11			

El P-value de la prueba F es mayor de 0.05, lo que indica que no hay diferencias significativas entre la media de proteínas y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

Los tratamientos 2 y 4 se clasifican en quesos grasos con 46,88% y 50,85% respectivamente; y los tratamientos 1 y 3 en semigrasos con porcentajes menores al 45% de materia grasa en el extracto seco, teniendo en cuenta la Resolución 01804 de 1989 del Ministerio de la Protección social. La materia grasa obtenida fue del 21,33%-23,15%. Estos resultados coinciden con lo reportado en investigaciones para queso costeño, donde autores como Chávez y Romero (2006) obtuvieron rangos de 19%-26%, y resulta menor al compararlo con los obtenidos por Morales *et al.* (2012) y López *et al.* (2012) quienes reportaron valores del 25,5% y 31% de grasa respectivamente, para este tipo de queso.

**Tabla 9.** ANOVA – Grasa por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	7,229	3	2,410	3,346	0,076
Sin-grupos	5,762	8	0,720		
Total	12,991	11			

El P-value de la prueba F es mayor de 0.05, lo que indica que no hay diferencias significativas entre la media de grasa y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

El queso costeño se clasifica en un queso semiduro con una humedad sin materia grasa en el extracto seco entre 56%-68% (Gómez, 2005) lo que coincide con los tratamientos 1, 2 y 3 obtenidas en la investigación. La humedad obtenida fue del 50,62%-55,25%. Estos resultados fueron similares con lo reportado en el manual de elaboración del queso costeño amasado desarrollado por el ICTA y la Junta del Acuerdo de Cartagena, quienes obtuvieron un 51,98% de humedad, a excepción del tratamiento 4, queso costeño elaborado con cuajo microbiano y cultivos lácticos que presentó una humedad de 55,25%. Este resultado registrado para este tratamiento indica que su periodo de conservación podría ser menor debido a su alto contenido de agua que lo hace más susceptible al deterioro microbiano.

**Tabla 10.** ANOVA – Humedad por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	42,297	3	14,099	117,359	0,000
Sin-grupos	0,961	8	0,120		
Total	43,258				

El P-value de la prueba F es menor de 0.05, lo que indica que hay diferencias significativas entre la media de humedad y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

**Tabla 11.** ANOVA – Humedad sin grasa en el extracto seco por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	85,515	3	28,505	33,531	0,000
Sin-grupos	6,801	8	0,850		
Total	92,316				

El P-value de la prueba F es menor de 0.05, lo que indica que hay diferencias significativas entre la media de proteínas y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

Los valores de acidez fueron de 0,08-0,23. Estos resultados son inferiores a los reportados por Chávez y Romero (2006) quienes obtuvieron valores de 0,369-1,14 de acidez en queso costeño comercializado en el municipio de Sincé- Sucre Colombia. Los tratamientos 3 y 4 en los cuales se adicionó cultivos lácticos presentaron los mayores valores de acidez. A mayor acidez menor pH, lo que coincide con estos tratamientos. La acidez está relacionada con la producción de ácido láctico que se debe a la descomposición de la lactosa por bacterias lácticas (Powell *et al.*, 2011).

El pH obtenido fue de 6,50-6,78. Estos resultados son mayores a los reportados por Morales *et al.* (2012) y López *et al.* (2012) quienes obtuvieron un pH de 5,4 en queso costeño.

**Tabla 12.** ANOVA – pH por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,121	3	0,040	7,830	0,009
Sin-grupos	0,041	8	0,005		
Total	0,163				

El P-value de la prueba F es menor de 0,05, lo que indica que hay diferencias significativas entre la media de pH y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

**Tabla 13.** ANOVA – Acidez por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,037	3	0,012	13,488	0,002
Sin-grupos	0,007	8	0,001		
Total	0,044				

El P-value de la prueba F es menor de 0,05, lo que indica que hay diferencias significativas entre la media de acidez y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

La Aw de los quesos elaborados fue alta, es decir, que estos son muy susceptibles al desarrollo microbiano. Los valores de Aw fueron de 0,948-0,96; estos son similares a lo reportado en la literatura para queso costeño donde Morales *et al.* (2012) y López *et al.* (2012) obtuvieron 0,9 de Aw.

**Tabla 14.** ANOVA – Actividad de Agua por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,000	3	0,000	8,012	0,009
Sin-grupos	0,000	8	0,000		
Total	0,000				

El P-value de la prueba F es menor de 0,05, lo que indica que hay diferencias significativas entre la media de Actividad de agua y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

A menor humedad mayor porcentaje de sólidos totales, lo que coincide con los tratamientos 1, 2 y 3. Los valores de sólidos totales encontrados fueron de 44,747%-49,379%. Estos resultados coinciden con lo reportado por Pianta, *et al.*, (2004) en queso fresco elaborado de forma similar al queso costeño, quienes obtuvieron rangos del 47,6%-53,2%; a excepción del tratamiento 4, que reportó 44,747% de sólidos totales.

**Tabla 15.** ANOVA – Sólidos totales por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	42,297	3	14,099	117,359	0,000
Sin-grupos	0,961	8	0,120		
Total	4,258				

El P-value de la prueba F es menor de 0,05, lo que indica que hay diferencias significativas entre la media de Sólidos totales y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

Las cenizas obtenidas tuvieron valores de 4,245%-5,534%. Estos resultados presentaron diferencias significativas a los reportados en la literatura para quesos frescos elaborados de forma similar al queso costeño donde García (2006) y Pianta, *et al.*, (2004) obtuvieron valores de 2,5% y 3,73% respectivamente.

**Tabla 16.** ANOVA – Cenizas por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	3,129	3	1,043	24,220	0,000
Sin-grupos	0,344	8	0,043		
Total	3,473				

El P-value de la prueba F es menor de 0,05, lo que indica que hay diferencias significativas entre la media de Cenizas y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

#### **4.2 ANALISIS DEL PERFIL DE ACIDOS GRASOS**

La tabla 17 y las figuras 7-10 muestran la composición y los cromatogramas de ácidos grasos de los quesos elaborados. Se han podido identificar nueve (9) ácidos grasos, butírico (C4), caproico (C6), caprílico (C8), cáprico (C10), mirístico (C14), palmítico (C16), oleico (C18:1), linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3). Estos ácidos grasos determinados fueron similares a los identificados en la grasa láctea según Gómez (2010) (ver tabla 2).

Los quesos elaborados con cultivos lácticos presentaron los mayores porcentajes de los ácidos grasos identificados. Esto se debe a la capacidad que poseen las bacterias lácticas de descomponer las grasas generando compuestos más simples como son los ácidos grasos (Celis y Juárez, 2009).

Los ácidos grasos palmítico y oleico fueron los ácidos encontrados en mayor proporción en los quesos elaborados. Esto coincide con lo reportado en la literatura para quesos frescos donde Sánchez (2004) determinó que estos ácidos grasos fueron predominantes en este tipo de producto. Así mismo otros estudios han reportado valores altos para los ácidos grasos palmítico y oleico en grasa láctea (Gómez 2010; Chavarría *et al.*, 2006). Los valores obtenidos para estos ácidos grasos fueron del 33,96%-35,08% y 22,72%-24,05% de ácido palmítico y oleico respectivamente.

El ácido palmítico es el principal ácido graso saturado en la mayoría de los regímenes alimentarios y su alto consumo en la dieta está relacionado con la enfermedad hipercolesterolemia (FAO/OMS) y el ácido oleico es el componente principal del aceite de oliva y aguacate, el cual ha sido reportado como beneficioso para la salud debido a su efecto para reducir el colesterol plasmático en sangre (Osorio, 2010).

**Tabla 17.** Perfil de ácidos grasos de los quesos

Ácidos grasos (%)	TRATAMIENTOS			
	1	2	3	4
C <sub>4:0</sub> , Ác. Butírico	1,00±(0,043) <sup>a</sup>	1,02±(0,097) <sup>a</sup>	1,15±(0,081) <sup>a</sup>	1,12±(0,091) <sup>a</sup>
C <sub>6:0</sub> , Ác. Caproico	2,67±(0,029) <sup>a</sup>	2,70±(0,293) <sup>a</sup>	2,82±(0,13) <sup>a</sup>	2,87±(0,25) <sup>a</sup>
C <sub>8:0</sub> , Ác. Caprílico	3,37±(0,027) <sup>a</sup>	3,39±(0,246) <sup>a</sup>	3,52±(0,229) <sup>a</sup>	3,56±(0,096) <sup>a</sup>
C <sub>10:0</sub> , Ác. Cáprico	12,44±(0,11) <sup>a</sup>	12,60±(0,55) <sup>a</sup>	12,53±(0,47) <sup>a</sup>	12,42±(0,10) <sup>a</sup>
C <sub>14:0</sub> , Ác. Mirístico	1,78±(0,016) <sup>a</sup>	1,77±(0,037) <sup>a</sup>	1,76±(0,031) <sup>a</sup>	1,76±(0,038) <sup>a</sup>
C <sub>16:0</sub> , Ác. Palmítico	35,08±(0,238) <sup>a</sup>	34,55±(0,468) <sup>ade</sup>	34,05±(0,267) <sup>bdf</sup>	33,96±(0,102) <sup>cef</sup>
C <sub>18:1</sub> , Ác. Oleico	22,72±(0,45) <sup>a</sup>	23,62±(0,91) <sup>a</sup>	23,69±(0,36) <sup>a</sup>	24,05±(0,32) <sup>a</sup>
C <sub>18:2</sub> , Ác. Linoleico	6,68±(0,025) <sup>a</sup>	6,83±(0,095) <sup>a</sup>	6,63±(0,44) <sup>a</sup>	6,32±(0,38) <sup>a</sup>
C <sub>18:3</sub> , Ác. Linolénico	14,22±(0,30) <sup>a</sup>	13,48±(0,65) <sup>a</sup>	13,81±(0,46) <sup>a</sup>	13,89±(0,21) <sup>a</sup>

Valores medios ± Desviación estándar

Valores medios dentro de una misma fila sin ninguna letra en común presentan diferencias significativas a un nivel de confianza ( $P < 0,05$ )

**Tabla 18.** ANOVA – Ácido palmítico por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,001	3	0,800	8,924	0,006
Sin-grupos	0,005	8	0,090		
Total	0,006				

El P-value de la prueba F es menor de 0,05, lo que indica que hay diferencias significativas entre la media de Ácido palmítico y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

**Tabla 19.** ANOVA – Ácido oleico por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	2,880	3	0,960	3,024	0,94
Sin-grupos	2,540	8	0,317		
Total	5,420				

El P-value de la prueba F es mayor de 0,05, lo que indica que no hay diferencias significativas entre la media de ácido oleico y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

El ácido mirístico al igual que el palmítico es considerado perjudicial para la salud, debido a que su elevado consumo ocasiona problemas de hipercolesterolemia (FAO/OMS). Este ácido graso se encontró en una proporción baja del 1,76%-1,78%.

**Tabla 20.** ANOVA – Ácido Mirístico por tratamiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,001	3	0,000	0,361	0,783
Sin-grupos	0,005	8	0,001		
Total	0,006				

El P-value de la prueba F es mayor de 0,05, lo que indica que no hay diferencias significativas entre la media de ácido mirístico y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

Los valores obtenidos para ácido butírico y caproico fueron del 1,00%-1,15% y 2,67%-2,82% respectivamente. Estos ácidos son considerados indicadores en la grasa láctea derivada de rumiantes, debido a que se encuentra prácticamente solo en este alimento (Chavarría *et al.*, 2006). Del ácido butírico se destacan también sus propiedades antitumorales (Maier, 2000) y su capacidad sinérgica en el tratamiento de la hipercolesterolemia (Menzel, 2002).

**Tabla 21.** ANOVA – Ácido butírico por tratamiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,051	3	0,017	2,568	0,127
Sin-grupos	0,053	8	0,007		
Total	0,103				

El P-value de la prueba F es mayor de 0,05, lo que indica que no hay diferencias significativas entre la media de Ácido butírico y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

**Tabla 22.** ANOVA - Ácido caproico por tratamiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,076	3	0,025	0,610	0,627
Sin-grupos	0,334	8	0,042		
Total	0,410				

El P-value de la prueba F es mayor de 0,05, lo que indica que no hay diferencias significativas entre la media de Ácido caproico y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

Los ácidos caprílico y cáprico tienen propiedades antibacteriales y antivíricas destacándose la monocaprina, monoglicerido del ácido cáprico con actividad contra el HIV y no tienen efectos negativos sobre el colesterol en sangre al igual que el ácido caproico (Parodi, 2004). Estos ácidos fueron identificados con valores del 3,37%-3,56% y 12,42%-12,60% para el ácido caprílico y cáprico respectivamente.

**Tabla 23.** ANOVA – Ácido caprílico por tratamiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,084	3	0,028	0,912	0,477
Sin-grupos	0,247	8	0,031		
Total	0,331				

El P-value de la prueba F es mayor de 0,05, lo que indica que no hay diferencias significativas entre la media de Ácido caprílico y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

**Tabla 24.** ANOVA – Ácido cáprico por tratamiento

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,066	3	0,022	0,160	0,920
Sin-grupos	1,102	8	0,138		
Total	1,168				

El P-value de la prueba F es mayor de 0,05, lo que indica que no hay diferencias significativas entre la media de Ácido cáprico y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

En la tabla 17, se muestran los valores de los ácidos grasos linoleico (n-6) y  $\omega$  - linolénico (n-3) obtenidos en los quesos. Estos son considerados esenciales y deben obtenerse a partir de la dieta porque el organismo humano no los puede sintetizar (Fuentes, 2009). También han sido reportados como beneficiosos para la salud al igual que el ácido oleico; en la prevención y el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes y cáncer (Pariza y Park, 2001 citado por Avilez *et al.*, 2009; Ward *et al.*, 2002 citado por Fuentes, 2009). Sin embargo las cantidades de estos ácidos grasos presentes en la grasa láctea son bajas (Fuentes, 2009); pero los obtenidos en este trabajo se encuentran en proporciones por encima a la reportada en la literatura. El ácido linoleico encontrado fue de 6,32%-6,83% y el ácido linolénico de 13,48%-14,22%; estos resultados son mayores a lo reportado por Chavarría (2006) en queso amarillo y queso blanco fresco.

El perfil de ácidos grasos puede diferir no sólo según la especie del rumiante sino entre razas e individuos dentro de una misma raza (Gómez, 2010). El aporte principal de lípidos en la dieta de los rumiantes son los forrajes y granos de cereales, aunque este se puede aumentar usando suplementos grasos (Fuente, 2009). Distintos estudios han puesto de manifiesto la gran importancia de la dieta de los animales rumiantes en los contenidos de ácidos grasos poliinsaturados (Fuentes, 2009; Gómez, 2010)

**Tabla 25.** ANOVA – Ácido linoleico por tratamientos

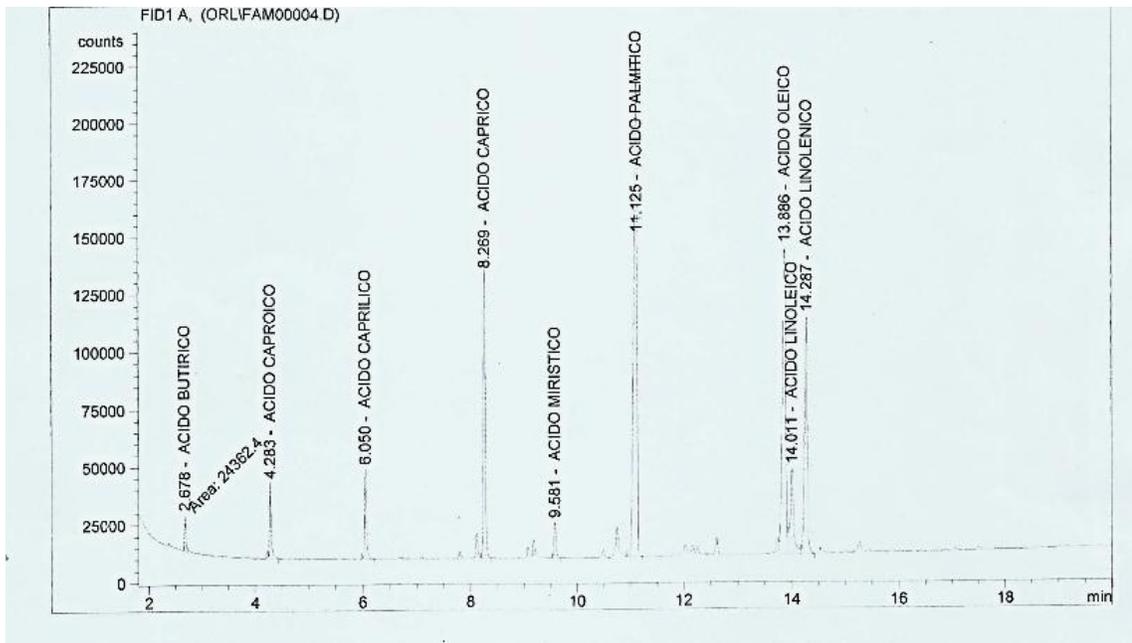
Fuente de variación	Suma de Cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,407	3	0,136	1,524	0,281
Sin-grupos	0,712	8	0,089		
Total	1,120				

El P-value de la prueba F es mayor de 0,05, lo que indica que no hay diferencias significativas entre la media de Ácido linoleico y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

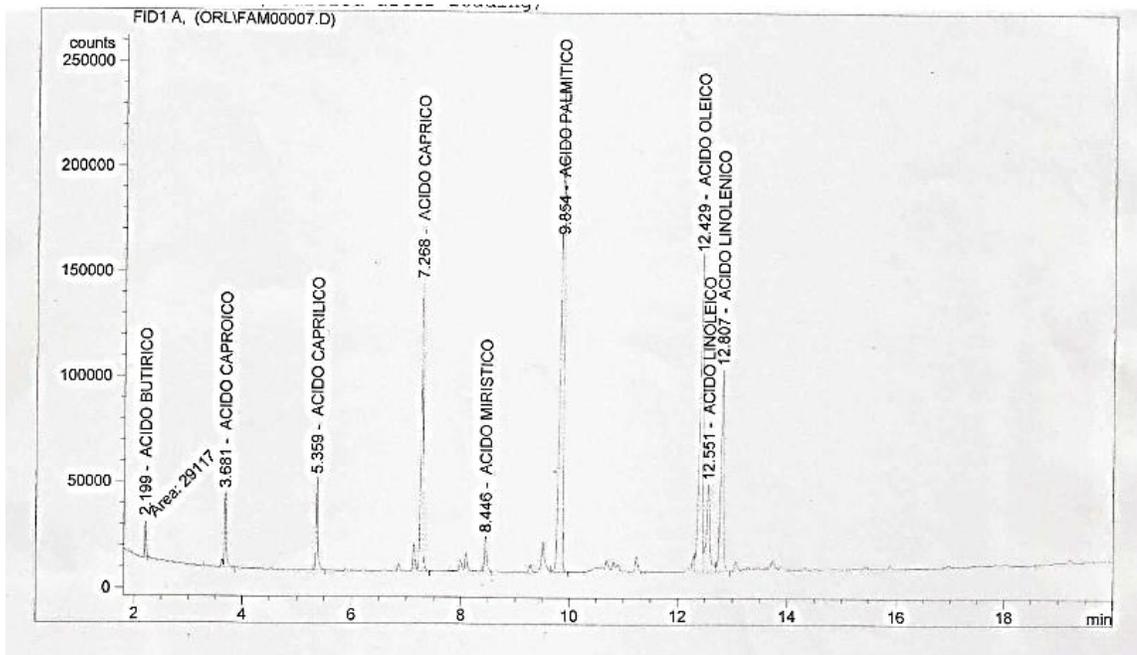
**Tabla 26.** ANOVA – Ácido linolénico por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,824	3	0,275	1,405	0,311
Sin-grupos	1,564	8	0,195		
Total	2,388				

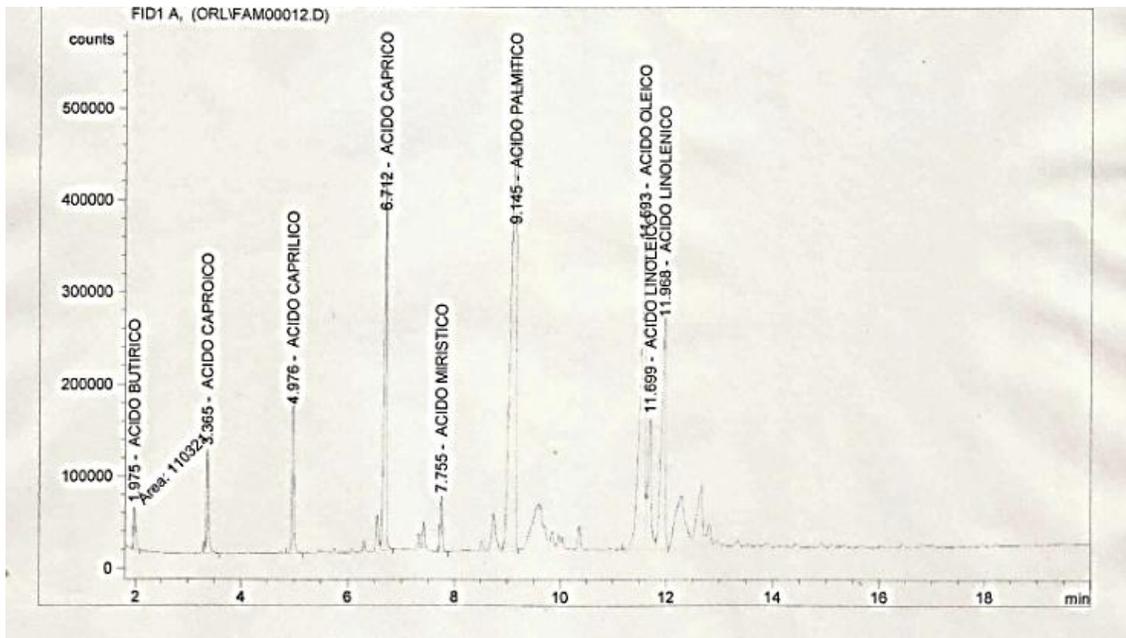
El P-value de la prueba F es mayor de 0,05, lo que indica que no hay diferencias significativas entre la media de ácido linolénico y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.



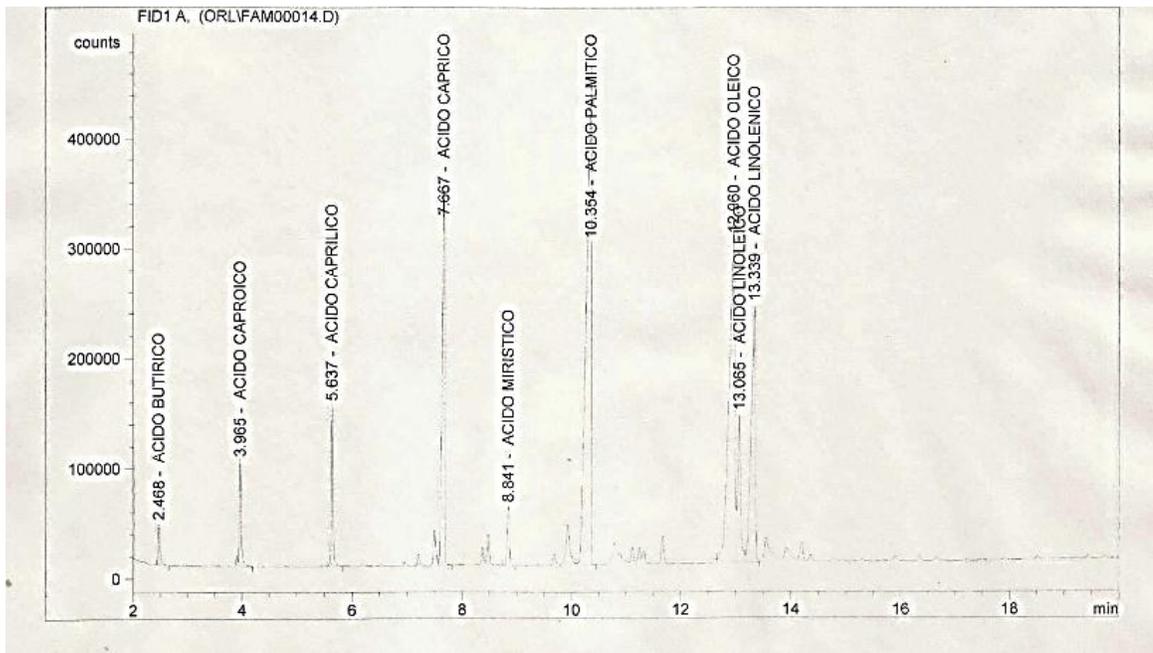
**Figura 7.** Cromatograma queso costeño con cuajo animal



**Figura 8.** Cromatograma queso costeño con cuajo microbiano



**Figura 9.** Cromatograma queso costeño con cuajo animal y cultivos lácticos



**Figura 10.** Cromatograma queso costeño con cuajo microbiano y cultivos lácticos

### 4.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA

En la Tabla 30 se presentan los resultados para el recuento de coliformes fecales, mohos y levaduras, estafilococo coagulasa (+), Salmonella y Listeria; con valores dentro de los límites establecidos en la Resolución 01804 de 1989 del Ministerio de la Protección Social, lo que indica que el producto fue elaborado con las Buenas Prácticas de Manufactura, cuenta con buenas condiciones microbiológicas y su consumo no presenta riesgo para la salud humana.

**Tabla 27.** Calidad microbiológica de los quesos

<b>Tratamiento</b>	<b>Coliformes fecales (UFC/g)</b>	<b>Mohos y Levaduras (UFC/g)</b>	<b>Estafilococo Coagulasa (+) (UFC/g)</b>	<b>Salmonella/25g</b>	<b>Listeria/25g</b>
<b>Valor de referencia</b>	<b>&lt;100</b>	<b>100-500</b>	<b>1000-3000</b>	<b>Neg</b>	<b>Neg</b>
1	20	<10	100	Neg	Neg
2	30	<10	100	Neg	Neg
3	10	<10	100	Neg	Neg
4	<10	<10	100	Neg	Neg

#### 4.4 ANALISIS DE PERFIL DE TEXTURA (TPA)

El análisis de perfil de textura (TPA) de los quesos se presenta en la Tabla 28, donde los valores obtenidos para la adhesividad y elasticidad no presentaron diferencias significativas.

**Tabla 28.** Análisis de perfil de textura (TPA) de los quesos

	TRATAMIENTOS			
	1	2	3	4
Dureza (N)	26,53±(4,378) <sup>ab</sup>	39,02±(12,88) <sup>a</sup>	40,78±(1,80) <sup>a</sup>	16,35±(0,82) <sup>b</sup>
Fracturabilidad (N)	26,58±(4,45) <sup>ab</sup>	39,10±(12,96) <sup>a</sup>	40,74±(1,78) <sup>a</sup>	16,36±(0,83) <sup>b</sup>
Adhesividad (N)	-0,0842±(0,079) <sup>a</sup>	-0,0992±(0,075) <sup>a</sup>	0,0092±(0,008) <sup>a</sup>	-0,194±(0,20) <sup>a</sup>
Elasticidad	0,9127±(0,007) <sup>a</sup>	0,3061±(1,05) <sup>a</sup>	0,9113±(0,002) <sup>a</sup>	0,9147±(0,002) <sup>a</sup>

Valores medios ± Desviación estándar

Valores medios dentro de una misma fila sin ninguna letra en común presentan diferencias significativas a un nivel de confianza ( $P < 0,05$ )

La dureza está ampliamente relacionada con la composición química de los quesos y la humedad es un factor determinante en la textura final, donde bajos contenidos se asocian con quesos duros y poco elásticos (Adda *et al.*, 1982 citado por Chacón y Pineda, 2009). El queso costeño es considerado un queso semiduro (Gómez, 2005) lo que coincide con el perfil de textura de los tratamientos 1, 2 y 3 que presentaron una mayor dureza, relacionada con los bajos porcentajes de humedad obtenidos en estos quesos.

El análisis de perfil de textura obtenido en esta investigación coincide con lo obtenido por Osorio *et al.*, (2008) en queso Edam quienes reportaron que a mayor dureza menor elasticidad.

**Tabla 29.** ANOVA – Dureza por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	1182,536	3	394,179	8,339	0,008
Sin-grupos	378,161	8	47,270		
Total	1560,698				

El P-value de la prueba F es menor de 0,05, lo que indica que hay diferencias significativas entre la media de la dureza y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

**Tabla 30.** ANOVA – Fracturabilidad por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	1181,567	3	393,856	8,208	0,008
Sin-grupos	383,880	8	47,985		
Total	1565,447				

El P-value de la prueba F es menor de 0,05, lo que indica que no hay diferencias significativas entre la media de la fracturabilidad y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

**Tabla 31.** ANOVA – Adhesividad por tratamientos

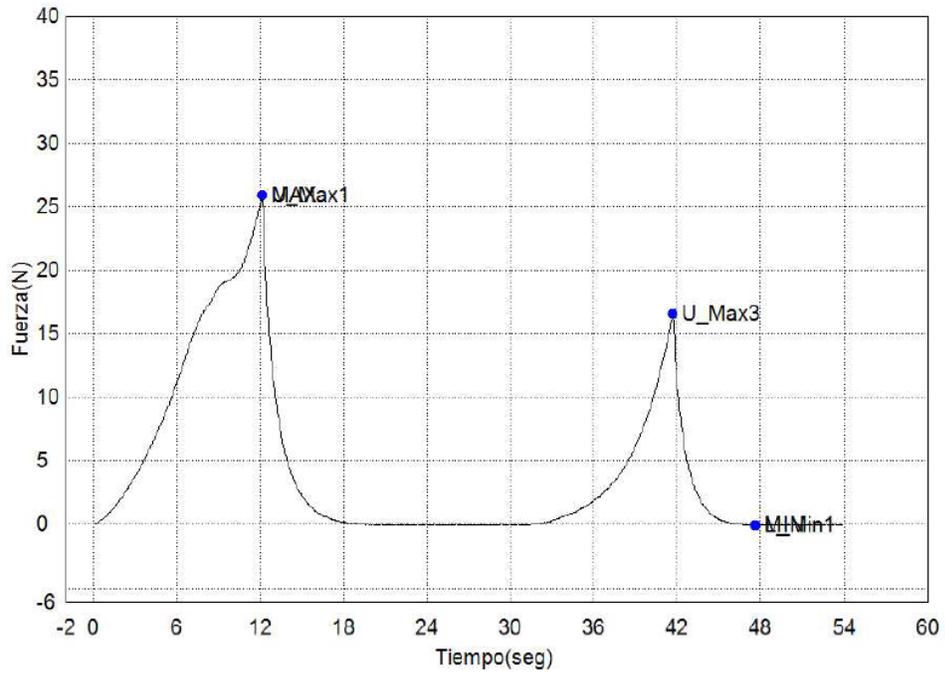
Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,062	3	0,021	1,569	0,271
Sin-grupos	0,106	8	0,013		
Total	0,168				

El P-value de la prueba F es mayor de 0,05, lo que indica que no hay diferencias significativas entre la media de la adhesividad y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

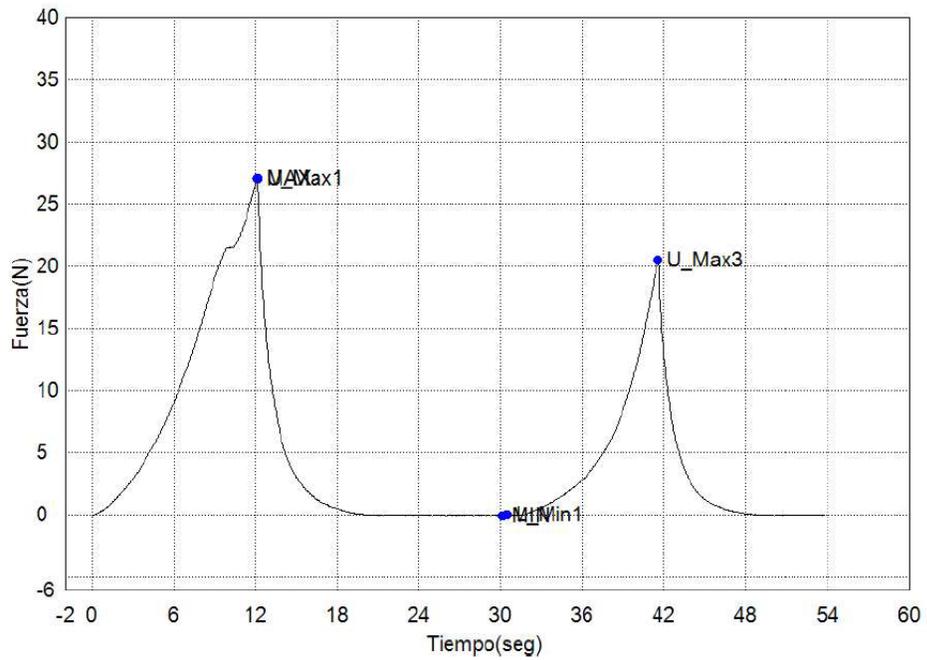
**Tabla 32.** ANOVA – Elasticidad por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,828	3	0,276	0,984	0,447
Sin-grupos	2,244	8	0,281		
Total	3,072				

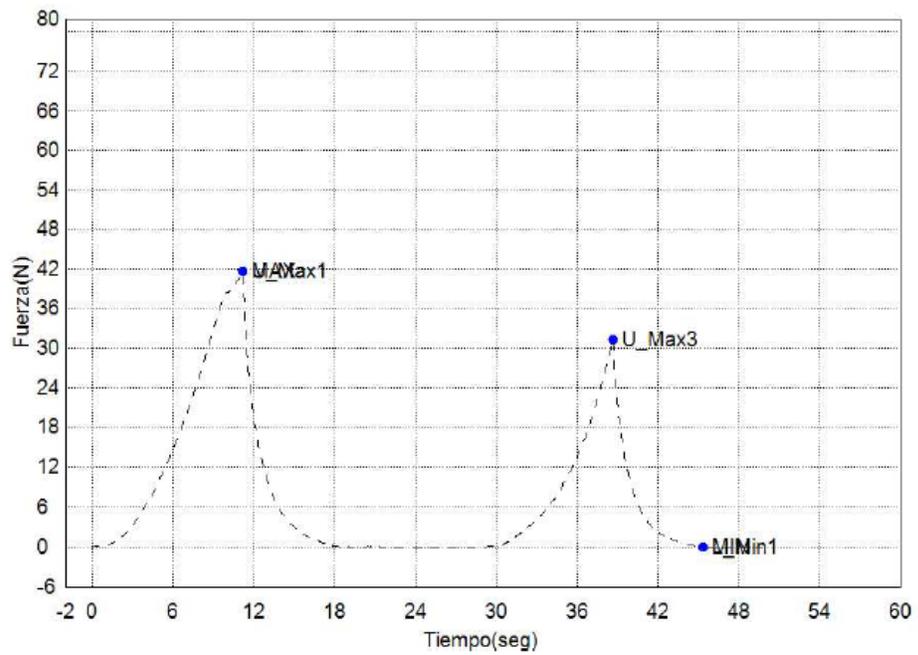
El P-value de la prueba F es mayor de 0,05, lo que indica que no hay diferencias significativas entre la media de la elasticidad y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.



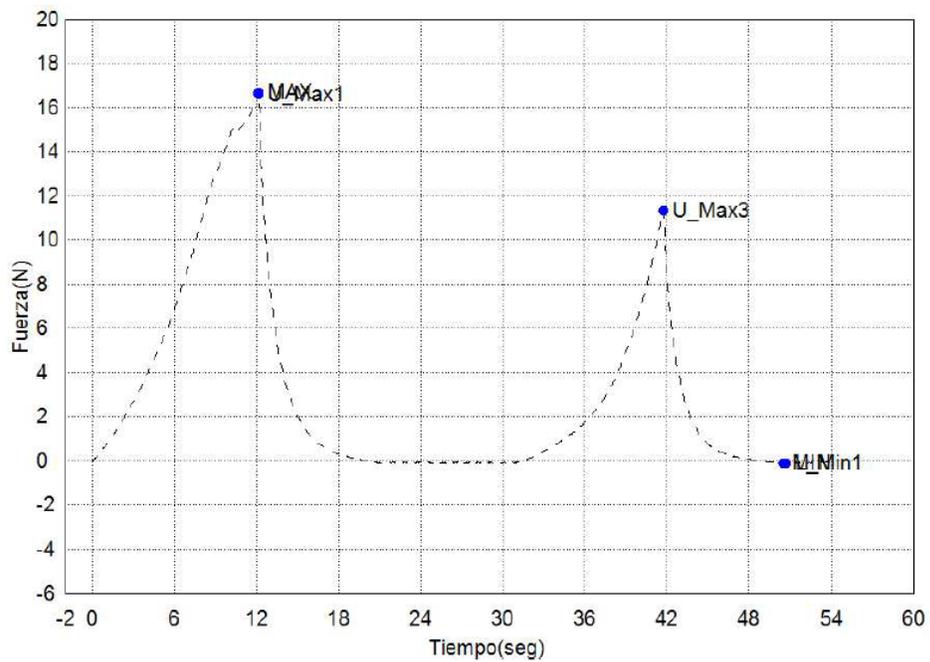
**Figura 11.** Análisis de Perfil de Textura TPA queso costeño con cuajo animal



**Figura 12.** Análisis de Perfil de Textura TPA queso costeño con cuajo microbiano



**Figura 13.** Análisis de Perfil de Textura TPA queso costeño con cuajo animal y cultivos lácticos



**Figura 14.** Análisis de Perfil de Textura TPA queso costeño con cuajo microbiano y cultivos lácticos

#### 4.5 EVALUACIÓN SENSORIAL

En la tabla 33 se presentan los valores medios de sabor y textura obtenidos por 9 panelistas. La muestra 4, queso elaborado con cuajo microbiano y cultivos lácticos reportó diferencias significativas con todos los tratamientos. El queso elaborado con cuajo animal y cultivos lácticos fue calificado como el de mejor sabor y textura por los jueces.

**Tabla 33.** Valores medios de sabor y textura de los quesos

TRATAMIENTOS	SABOR	TEXTURA
1	4,11±(0,11) <sup>a</sup>	4,037±(0,064) <sup>a</sup>
2	4,07±(0,064) <sup>a</sup>	4,034±(0,173) <sup>a</sup>
3	4,22±(0,11) <sup>a</sup>	4,25±(0,229) <sup>a</sup>
4	3,77±(0,11) <sup>b</sup>	3,55±(0,11) <sup>b</sup>

Valores medios ± Desviación estándar

Valores medios sin ninguna letra en común en la misma columna presentan diferencias significativas a un nivel de confianza ( $P < 0,05$ )

**Tabla 34.** ANOVA – Sabor por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,324	3	0,108	10,456	0,004
Sin-grupos	0,083	8	0,010		
Total	0,406				

El P-value de la prueba F es menor de 0,05, lo que indica que hay diferencias significativas entre la media de sabor y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

**Tabla 35.** ANOVA – Textura por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,803	3	0,268	10,816	0,003
Sin-grupos	0,198	8	0,025		
Total	1,002				

El P-value de la prueba F es menor de 0,05, lo que indica que hay diferencias significativas entre la media de textura y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

En la tabla 36 se muestra la intensidad de sabor de los quesos. El sabor amargo y ácido del tratamiento 4 presentó diferencias significativas con las demás muestras; mientras que el sabor salado fue similar para todos los quesos.

**Tabla 36.** Valores medios de la intensidad del sabor de los quesos

TRATAMIENTOS	AMARGO	SALADO	ACIDO
1	1,11±(0,11) <sup>a</sup>	2,66±(0,11) <sup>a</sup>	1,07±(0,064) <sup>a</sup>
2	1,29±(0,063) <sup>a</sup>	2,70±(0,128) <sup>a</sup>	1,11(0,11) <sup>a</sup>
3	1,07±(0,063) <sup>a</sup>	2,81±(0,128) <sup>a</sup>	1,07±(0,128) <sup>a</sup>
4	1,73±(0,23) <sup>b</sup>	2,77±(0,11) <sup>a</sup>	1,62±(0,064) <sup>b</sup>

Valores medios ± Desviación estándar

Valores medios sin ninguna letra en común en la misma columna presentan diferencias significativas a un nivel de confianza (P<0,05)

En la figura 15 se muestra el radial de intensidad del sabor observándose que el tratamiento 4, queso elaborado con cuajo microbiano y cultivos lácticos fue calificado como el más amargo y ácido. Este queso reportó el mayor valor de acidez 0,23% A.L. lo que indica que los panelistas detectaron muy bien el sabor ácido en los productos y establecieron diferencias.

**Tabla 37.** ANOVA – Sabor amargo por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,834	3	0,278	14,732	0,001
Sin-grupos	0,151	8	0,019		
Total	0,985				

El P-value de la prueba F es menor de 0,05, lo que indica que hay diferencias significativas entre la media del sabor amargo y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

**Tabla 38.** ANOVA – Sabor ácido por tratamientos

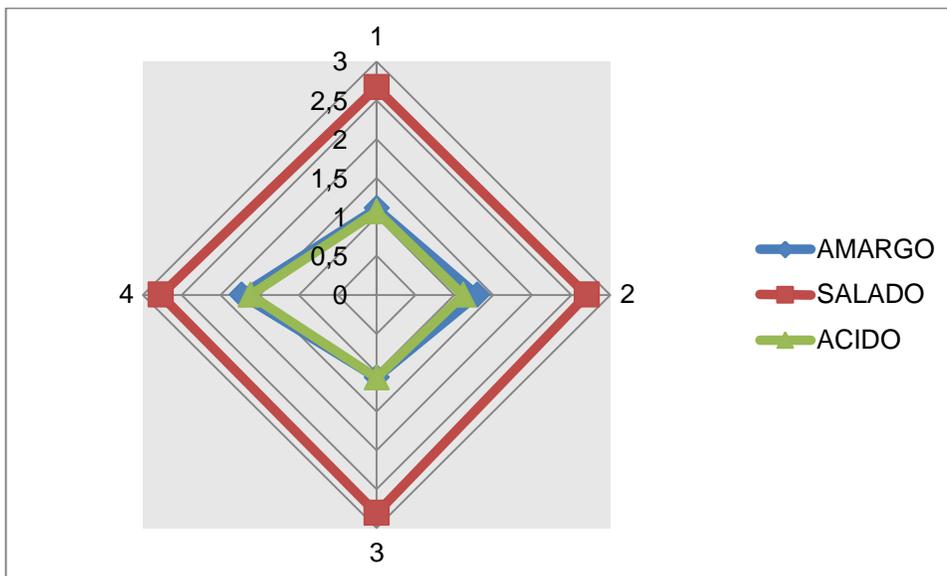
Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,667	3	0,222	24,009	0,000
Sin-grupos	0,074	8	0,009		
Total	0,741				

El P-value de la prueba F es menor de 0,05, lo que indica que hay diferencias significativas entre la media del sabor ácido y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

**Tabla 39.** ANOVA – Sabor salado por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,041	3	0,014	0,952	0,460
Sin-grupos	0,115	8	0,014		
Total	0,156				

El P-value de la prueba F es mayor de 0,05, lo que indica que no hay diferencias significativas entre la media del sabor salado y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.



**Figura 15.** Radial de la intensidad del sabor

**Tabla 40.** ANOVA – Textura elástica por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	0,885	3	0,295	48,257	0,000
Sin-grupos	0,049	8	0,006		
Total	0,934				

El P-value de la prueba F es menor de 0,05, lo que indica que hay diferencias significativas entre la media de la textura elástica y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

En la tabla 41 se presentan los valores medios de textura observándose que los quesos tienen poca elasticidad y los datos obtenidos son similares entre los tratamientos. La firmeza del tratamiento 4 presentó diferencias estadísticas significativas con las demás muestras y la textura granulosa fue diferente significativamente entre todos los quesos.

**Tabla 41.** Valores medios de la textura de los quesos

TRATAMIENTOS	FIRME	ELASTICA	GRANULOSA
1	3,18±(0,064) <sup>a</sup>	1,40±(0,064) <sup>a</sup>	1,25±(0,169) <sup>a</sup>
2	3,20±(0,10) <sup>a</sup>	1,29±(0,063) <sup>a</sup>	2,00±(0,22) <sup>b</sup>
3	3,23±(0,057) <sup>a</sup>	1,33±(0,11) <sup>a</sup>	1,22±(0,11) <sup>a</sup>
4	2,5±(0,10) <sup>b</sup>	1,96±(0,064) <sup>a</sup>	2,51±(0,064) <sup>c</sup>

Valores medios ± Desviación estándar

Valores medios sin ninguna letra en común en la misma columna presentan diferencias significativas a un nivel de confianza (P<0,05)

**Tabla 42.** ANOVA – Textura firme por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	1,125	3	0,375	54,628	0,000
Sin-grupos	0,055	8	0,007		
Total	1,180				

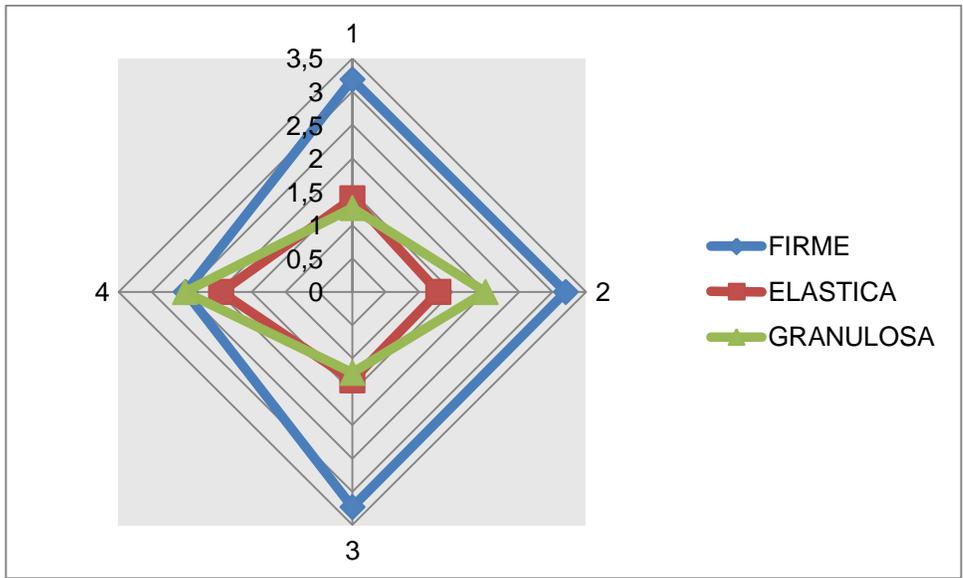
El P-value de la prueba F es menor de 0,05, lo que indica que hay diferencias significativas entre la media de la textura firme y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

En la figura 16 se muestran los valores de textura calificados por los panelistas, observándose que los quesos 1, 2 y 3 presentaron una mayor firmeza y menor elasticidad y los tratamientos 2 y 4 fueron los más granulosos.

**Tabla 43.** ANOVA – Textura granulosa por tratamientos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre-grupos	3,5170	3	1,172	49,551	0,000
Sin-grupos	0,189	8	0,024		
Total	3,707				

El P-value de la prueba F es menor de 0,05, lo que indica que hay diferencias significativas entre la media de la textura granulosa y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.



**Figura 16.** Textura en quesos

## 5. CONCLUSIONES

Se caracterizaron los quesos y se implementaron tres tecnologías diferentes, permitiendo obtener quesos muy semejantes al autóctono.

En los quesos elaborados con cultivos se entrega una tecnología apropiada para evitar la contaminación, garantizando su consumo y se obtiene un queso con mayor porcentaje de ácidos grasos.

Los ácidos grasos oleico, linoleico y linolénico se encontraron en todos los quesos, estos son considerados beneficiosos para la salud en la prevención de enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes y cáncer.

El queso elaborado con cuajo y cultivos lácticos fue el me mejor sabor y textura y representa una alternativa tecnológica que puede ser replicada por pequeños y medianos productores.

## **6. RECOMENDACIONES**

Se sugiere a los pequeños y medianos productores la utilización de cultivos iniciadores debido a que estos mejoran la calidad nutricional, sensorial y microbiológica del producto final.

Se sugiere mantener la cadena de frío del queso costeño desde su elaboración hasta el consumidor final para garantizar su calidad.

Se sugiere determinar el perfil de ácidos grasos en la leche utilizada para la elaboración de los quesos y de esta forma comparar los resultados con los obtenidos en el producto final.

Se sugiere realizar nuevas investigaciones a nivel tecnológico para mejorar las condiciones de elaboración de los pequeños, medianos y grandes productores.

## BIBLIOGRAFÍA

Addis, M., Piredda G., Piris, A. The use of lamb rennet paste in traditional sheep milk cheese production. *Small Ruminant Research* 2008; 79(1):2-10.

Agudelo, D.A., Bedoya, O. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación* 2005; 1(2):38-42.

AGROCADENAS 2005. Disponible en:

<http://www.redlactea.org/documentos/Inf%20coy%201991%202005.pdf> Consulta: Septiembre de 2011.

Almario J., Pérez J. Evaluación del rendimiento y de las características de calidad del quesillo mediante el empleo de cepas de cultivos mixtos lácticos [Tesis de Grado]. Sincelejo: Universidad de Sucre. Facultad de Ingeniería; 2009. 100p. Disponible en:

<http://biblioteca.unisucre.edu.co:8080/dspace/bitstream/123456789/230/1/637.3A444.pdf>

Consulta: Septiembre de 2011

Alvarado, C., Chacón, Z., Rojas J., Guerrero, B., López G. Aislamiento, identificación y caracterización de bacterias ácido lácticas de un queso venezolano ahumado andino artesanal. Su uso como cultivo iniciador. *FCV* 2007; 17(3):301-308. Disponible en: <http://www.redalyc.org>. Consulta: Septiembre de 2011.

Avilez, J., Vilches, C., Alonzo, M. Determinación de los niveles de ácido linoleico conjugado (alc) en alimentos lácteos en Chile. *Rev Chil Nutr* 2009; 36(2):143-150. Disponible en: <http://www.scielo.cl>

Consulta: octubre de 2013.

AOAC. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. *Mucor miehei* 15 ed. Ed Helrich, K; Arlington, VA, New York, USA 1990 .1298p

Ayad, E., Verheul, A., Wouters J., Smit, G. Application of wild starter cultures for flavor development in pilot plant cheese. *International Dairy Journal* 2000; 10(3):169-179.

Ayad, E. Starter culture development for improving safety and quality of Domiati cheese. *Food Microbiology* 2009; 26:533–541

Awad, S., Ahmed, N., El Soda M. Evaluation of isolated starter lactic acid bacteria in Ras cheese ripening and flavour development. *Food Chemistry* 2007; 104(3):1192-1199.

Awad, S. Texture and flavour development in Ras cheese made from raw and pasteurised milk. *Food Chemistry* 2006; 97:394–400.

Anzaldúa A. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A. 2005. 198p.

Berard, J., Bianchi, F., Careri, M., Chatel, A., Mangia, A., Musci, M. Characterization of the volatile fraction and of free fatty acids of “Fontina Valle d’Aosta”, a protected designation of origin Italian cheese. *Food Chemistry* 2007; 105(1):293-300.

Bruno, V., Glikmann, R., Intorno, G. Foro Internacional Electrónico. Producción, Aplicación y Acción de los cultivos lácticos. Primera parte. Disponible en: [www.fepale.com](http://www.fepale.com). Consulta: Septiembre 2011.

Carpente R., Lyon D., Hasdell T. Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Zaragoza: Ed. Acribia, S.A. 2000. 191p.

Carrera J. Producción y aplicación de enzimas industriales. Facultad de Ciencias Agrarias 2003; 1(1). Disponible en: <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol1/Ar11.pdf> Consulta: Abril de 2014.

Celis, M., Juárez, D. Seminario de procesos fundamentales fisicoquímicos y microbiológicos, microbiología de la leche. Ed. de la Universidad Tecnológica Nacional. 2009. 26p.

Chacón, A., Pineda, M. Características químicas y sensoriales de un queso de cabra adaptado del tipo de "Crottin de Chavignol". Agronomía Mesoamericana 2009; 20(2):297-309. Disponible en: <http://www.latindex.ucr.ac.cr/am010/am010-10.pdf> Consulta: Septiembre de 2013.

Chávez, A., Romero, A. Diagnóstico de las condiciones microbiológicas y fisicoquímicas del queso costeño producido en el municipio de Sincé-Sucre, Colombia [Tesis de Grado]. Sincelejo: Universidad de Sucre. Facultad de Ingeniería; 2006. 115p. Disponible en: <http://biblioteca.unisucre.edu.co:8080/dspace/bitstream/123456789/242/1/T637.32%20C512.pdf>

Consulta: Septiembre de 2011.

Clark S., Sherbon J. Alpha<sub>s1</sub>-casein, milk composition and coagulation properties of goat milk Small Ruminant Research 2000; 38(2,1):123-134.

Cuentas, E., Díaz, M. Caracterización de la producción artesanal de queso en el área rural de la subregión bajo Sabanas, Sucre, Colombia [Tesis de Grado]. Sincelejo.: Universidad de Sucre. Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2006. 110p. Disponible en: <http://biblioteca.unisucre.edu.co:8080/dspace/bitstream/123456789/580/1/T637.386113%20C965.pdf>. Consulta: Septiembre de 2011.

Chavarría, J., Herrera, C., Lutz, G. Caracterización y determinación del potencial aterogénico de quesos producidos en Costa Rica. Ciencia y Tecnología 2006; 24(1): 31-50. Disponible en: <http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/cienciaytecnologia/article/view/2653/2604>. Consulta: Septiembre de 2013.

Del Campo, C.M., Gómez, H.E., Alaniz, R. Bacterias ácido lácticas con capacidad antagónica y actividad bacteriocinogénica aisladas de quesos frescos. e-Gnosis 2008; vol 6,1-17. Disponible en: [www.redalyc.org](http://www.redalyc.org).

Delcour, Y., Ferain, T., Hols, P. Advances in the genetics of thermophilic lactic acid bacteria. Current Opinión in Biotechnology 2000; 11:497-504.

Demonte, P. 1995. Evaluación sensorial de la textura y búsqueda de correlaciones con medidas instrumentales. p. 8-20. En: Seminario de Textura y Reología de los Alimentos. (1995: Cali, Colombia). Memorias. Cali: Universidad del Valle.

Díaz, J.F. Caracterización del mercado de la industria quesera en la subregión Valle del Ariguaní, Departamento del Magdalena. Tesis de grado. Bogotá. Universidad de la Salle. Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2009. 105p. Encuesta Nacional Agropecuaria, 2009 disponible en: <http://www.agronet.gov.co/agronetweb/Boletines/tabid/75/Default.aspx> Consulta: Septiembre de 2011.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.  
www.fao.org

Fedegan, 2010 disponible en:

[http://portal.fedegan.org.co/pls/portal/docs/PAGE/PORTAL/PG\\_SERVICIOS/COY\\_UNTURA\\_LECHERA1/LO\\_QUE\\_USTED\\_NECESITA\\_SABER\\_CARTILLA.PDF](http://portal.fedegan.org.co/pls/portal/docs/PAGE/PORTAL/PG_SERVICIOS/COY_UNTURA_LECHERA1/LO_QUE_USTED_NECESITA_SABER_CARTILLA.PDF)

Consulta: Septiembre de 2011.

Ferrandini, E. Elaboración de queso de Murcia al vino con cuajo natural en pasta [Tesis de Doctorado]. Murcia: Universidad de Murcia. Facultad de Veterinaria; 2006. 196p. Disponible en:

<http://tdx.cat/bitstream/handle/10803/11055/FerrandiniBanchemo.pdf?sequence=1>

Consulta: Agosto de 2011

Fuentes, M. Modificación del perfil de ácidos grasos de la leche a través de la modificación nutricional en vacas lecheras: el papel del rumen. Tesis doctoral. Barcelona-España. Universidad autónoma de Barcelona. Departamento de ciencia animal y alimentos, 2009. 203p. Disponible en:

<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5703/mcfa1de1.pdf;jsessionid=1B97C857CB26E79DA0CBA6500267D93E.tdx2?sequence=1>

Consulta: Octubre de 2013.

Francis, P., Gaona, R. Introducción a la Lactología. 2 ed. Limusa Noriega Editores; 2002. 316p.

Francolino, S., Locci, F., Ghiglietti, R., Iezzi, R., Mucchetti, G. Use of milk protein concentrate to standardize milk composition in Italian citric Mozzarella cheese making. Food Science and Technology 2010; 43(2):310-314.

Fröhlich-Wyder, M.T., Bachmann, H.P. Cheeses with propionic acid fermentation. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* 2004; 2:141-156.

Galán, E., Prados, F., Pino A., Tejada, L., Fernández, J. Influence of different amounts of vegetable coagulant from cardoon *Cynara cardunculus* and calf rennet on the proteolysis and sensory characteristics of cheeses made with sheep milk. *International Dairy Journal* 2008; 18(1):93-98.

García, B. Caracterización fisicoquímica de diversos tipos de quesos elaborados en el valle de Tulancingo Hidalgo con el fin de proponer normas de calidad. Tesis de grado. Hidalgo. México. Universidad del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias; 2006. 98p. Disponible en:

<http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/231104/506/1/Caracterizacion%20Ofisico%20quimica%20tipos%20de%20quesos.pdf>

Consulta: Abril de 2013

Gómez, M. Tecnología de Lácteos. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD 2005.

Gómez, P. Efecto de la suplementación de la dieta ovina con distintas fuentes lipídicas sobre el perfil de ácidos grasos de la leche. Tesis doctoral. Madrid. España. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Químicas; 2010. 233p. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/11253/1/T32129.pdf>

Consulta: Septiembre de 2013.

González, E.P., Caracterización de la composición físico química del queso fresco elaborado artesanalmente en Sehaulaca, municipio de Minatitlán, Veracruz. Tesis de grado. Veracruz. México. Universidad Veracruzana. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia; 2010.42p. Disponible en:

<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/29722/1/Gonzalez%20Ramirez.pdf>

Consulta: Abril de 2013

Herreros, M., Arenas, R., Sandoval, M, Castro, J., Fresno J., Tornadijo, M. Effect of addition of native cultures on characteristics of Armada cheese manufactured with pasteurized milk: A preliminary study. International Dairy Journal 2007; 17(4): 328-335.

Huppertz, T., Hinz K, Zobrist M., Uniacke T., Kelly A., Fo F. Effects of high pressure treatment on the rennet coagulation and cheese-making properties of heated milk. Innovative Food Science & Emerging Technologies 2005; 6(3):279-285.

ICTA, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, guía para producir quesos colombianos, Bogotá 1994.

Imbett, J., Romero, A. Caracterización de la producción artesanal de queso en el área rural de la subregión bajo San Jorge, Sucre, Colombia [Tesis de Grado]. Sincelejo: Universidad de Sucre. Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2006. 87p. Disponible en:

<http://biblioteca.unisucre.edu.co:8080/dspace/bitstream/123456789/579/1/T637.386113%20%20132.pdf>. Consulta: Septiembre de 2011.

Jaramillo, M., Mejía, L., Sepúlveda, J. Quesos Frescos y de Pasta Hilada; 1991. 192p

Jaros, D.; Petrag, J.; Rohm, H., Ulberth, F. 2001. Milk fat composition affects mechanical and rheological properties of processed cheese. En: Applied Rheology. Vol. 11, no. 1; 19-25.

Jiménez, D., Chimá, N. Caracterización de la producción artesanal de queso en el área rural de la subregión Golfo de Morrosquillo, Sucre, Colombia [Tesis de Grado]. Sincelejo: Universidad de Sucre. Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2006. 94p. Disponible en:

<http://biblioteca.unisucre.edu.co:8080/dspace/bitstream/123456789/583/1/T637.386113%20J61.pdf>

Consulta: Septiembre de 2011

Katsiari, M.C., Kondyli, E., Voutsinas, L.P. The quality of Galotyri-type cheese made with different starter cultures. Food Control 2009; 20:113-118.

Ledesma, L., Fresno, M., Álvarez, S., Darías, J., Rodríguez, E. y Díaz, C. Cambios de la composición mineral de quesos de cabra en función de la dieta y el cuajo usado. Archivos de Zootecnia 2007; 568(1):719-723.

Le Dréan, G., Mounier, J., Vasseur, V., Arzur, D., Habrylo, O, Barbie, G. cheese. International Journal of Food Microbiology 2010; 138(1-2):100-107.

Leroy, F., De Vuyst, L. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. Trends in Food Science & Technology 2004; 15:67–78.

Londoño M. Caracterización del queso momposino y comparación con otros elaborados con adición o no de cultivos iniciadores [Tesis de Maestría]. Medellín: Universidad de Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2009. 109p

López, M. Mejoramiento de la vida de anaquel en queso tradicional ranchero y queso de pasta hilada (Oaxaca) [Tesis de Maestría]. México D.F.: Universidad Iberoamericana. Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2004. 108p. disponible en: <http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/014485/014485.pdf> consulta: Agosto de 2011.

López, T., Rodríguez, E., Sepúlveda, J. Evaluación de las características físicas y texturales del pandebono. *Acta gastronómica* 2012; 61(3):273-281.

Maier S, Reich E, Martin R, Bachem M, Altug V, Hautman R.E, Gschwend J.E. Tributyrin induces differentiation, growth arrest and apoptosis in androgen-sensitive and androgen-resistant human prostate cancer cell lines. *International Journal of cáncer* 2000; 245-251.

Manual de elaboración de queso costeño amasado. ICTA y Junta de acuerdo de Cartagena. Disponible en:

[http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/14096/s2d54A108CB35791D5590520B9E1ABB5B3B\\_1.pdf](http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/14096/s2d54A108CB35791D5590520B9E1ABB5B3B_1.pdf)

Consulta: Septiembre de 2011.

Martínez, A., Yolanda, S., González, H., Hernández, J., Pinelli, A. Contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) en leche de ganado lechero Holstein estabulado en el noroeste de México. *Rev Mex Cienc Pec* 2010; 1(3):221-235. Disponible en: [www.redalyc.org](http://www.redalyc.org). Consulta Octubre de 2013.

Menzel T, Schauber J, Kreth F, Kudlich T., Melcher R., Gostner A. and Scheppach W. Butyrate and aspirin in combination have an enhanced effect on apoptosis in human colorectal cancer. *European Journal of cancer prevention* 2001;. 271-281.

Michaelidou, A, Katsiari, M., Voutsinas, L., Kondyli, E., Alichanidis, E. Effect of commercial adjunct cultures on proteolysis in low-fat Kefalograviera-type cheese. *International Dairy Journal* 2003; 13(9): 743-753.

Moatsou, G., Moschopoulou, E., Georgala, A., Zidou, E., Kandarakis, I., Kaminarides, S., *et al.* Effect of artisanal liquid rennet from kids and lambs abomasa on the characteristics of Feta cheese. *Food Chemistry* 2004; 88(4): 517-525.

Morales, M., Rodríguez, E., Sepúlveda, J. Evaluación de las propiedades físicas y texturales del buñuelo. *Revista lasallista de investigación* 2012; 9(2):112-121.

Moschopoulou, E. Review Characteristics of rennet and other enzymes from small ruminants used in cheese production. *Small Ruminant Research* 2011; 101:188-195.

Nájera, A., De Renobales, M., Barron, L. Effects of pH, temperature, CaCl<sub>2</sub> and enzyme concentrations on the rennet-clotting properties of milk: a multifactorial study. *Food Chemistry* 2003; 80(3):345-352.

Nolivos, M. Uso de cuajo vegetal (Leche de Higo Verde - *Ficus Carica Linnaeus*) para la elaboración de queso fresco. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos. Seminario de Graduación. Ambato-Ecuador. 2011.118p.

Norma Técnica Colombiana 750. Productos lácteos. Queso. 2009.

Ochoa, I.G. Caracterización de los procesadores y análisis de la calidad de la leche y el queso del municipio de Técpatan, Chiapas. Tesis de grado. Chiapas.

México. Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2013, 69p. Disponible en:

[http://cuencagrijalva.ecosur.mx/cuenca\\_grijalva/files/informe\\_Final/sp05\\_archivos/05\\_090\\_2\\_Tesis\\_Irene\\_Ochoa\\_UNACH.pdf](http://cuencagrijalva.ecosur.mx/cuenca_grijalva/files/informe_Final/sp05_archivos/05_090_2_Tesis_Irene_Ochoa_UNACH.pdf)

Consulta Septiembre de 2013.

Olguín, L., Rodríguez, H. Métodos en biotecnología, cromatografía de gases, 2004. Disponible en:

[http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/met/cromatografia\\_de\\_gases.pdf](http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/met/cromatografia_de_gases.pdf). Consulta

Agosto de 2011.

Osorio, A., Gómez, N., Sánchez, C. evaluación de diferentes fuentes de carbono y de nitrógeno para la producción de renina a partir del moho *Mucor miehei*. Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia 2008; 45:77-26.

Osorio, J., Ciro, H., Mejía, L. Caracterización textural y fisicoquímica del queso Edam. Rev.Fac.Agr Medellín 2004; 57(1).

Osorio, J. Influencia de diferentes cepas probióticas y el tiempo de fermentación en el contenido de ácido linolénico conjugado y el perfil de ácidos grasos durante el almacenamiento del kumis elaborado con dos sustratos diferentes. [Tesis de Maestría]. Medellín- Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.; 2008.122p.

Ordoñez, L. Evaluación del uso de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) como agente coagulante de la caseína de la leche de ganado bovino. [Informe Final, Seminario I]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario del Sur; 2008. 67p. Disponible en:

<http://es.scribd.com/doc/20585077/Elaboracion-de-Queso-Con-Acido-Acetico>

Consulta: Agosto de 2011.

Parodi, P.W. Milk fat in human nutrition. *Australian Journal of Dairy Technology* 2004; 59(1), 3-59.

Pérez, L. Estudio de factibilidad para el montaje de una planta productora y comercializadora de queso costeño empacado al vacío en la ciudad de Sincelejo [Tesis de Grado]. Sincelejo: Universidad de Sucre. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas; 2008. 124p. Disponible en:

<http://biblioteca.unisucre.edu.co:8080/dspace/bitstream/123456789/193/1/658.114P438.pdf>

f Consulta: Agosto de 2011.

Perotti, M., Bernal, S., Wolf, V., Zalazar, C. Perfil de ácidos grasos libres y características sensoriales de quesos reggianito elaborados con diferentes fermentos. *Grasas y aceites* 2008; 59 (2):152-159.

Poveda, J., Cabezas, L., McSweeney, P. Free amino acid content of Manchego cheese manufactured with different starter cultures and changes throughout ripening. *Food Chemistry* 2004; 84(2):213-218.

Powell, I.B., Broome, M.C., Limsowtin, J.K.Y. Cheese Starter Cultures: General Aspects. *Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition)*, 2011; 552-558.

Ramírez, R., González, J., Delgado, F. Estudio de los cambios en el perfil de compuestos volátiles y ácidos grasos libres durante la maduración de la Torta del Casar. Memoria proyecto interno INTAEX 2008. Disponible en:

<http://intaex.juntaextremadura.net/publicaciones/Memoria%20proyecto%20TORTA%20CASAR.pdf>

Consulta Septiembre de 2013.

Recinos H. Efecto de la temperatura de cocción de la cuajada y presión del prensado en las características físico-químicas y sensoriales del queso seco. [Tesis de Grado]. Zamorano-Honduras: Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. Programa de Ingeniería Agroindustrial; 2007. 40p.

Resolución No. 02310 de 1986 por la cual se reglamenta parcialmente el Título V de la ley 09 de 1979, en lo referente a procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de derivados lácteos. Ministerio de Salud Colombia.

Resolución No. 01804 de 1989 por la cual se modifica la Resolución No 02310 de 1986.

Rodríguez, G.L. Aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas a partir de leche cruda y queso paipa elaborado en los municipios de Pacho (Cundinamarca) y Belén (Boyacá). Tesis de grado. Bogotá. Universidad de la Salle. Facultad de Zootecnia; 2007. 84p.

Ruiz, J. Extracción y caracterización de proteasas de especies vegetales nativas y su potencial utilización en quesería. Valdivia- Chile. Tesis de Grado. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias; 2005. 79p.

Sánchez, M. Estudio sobre los ácidos grasos libres en queso blanco venezolano. Revista de la Facultad de Farmacia 2004; 46(2):29-32.

Sanjuán, E., Millán, R., Saavedra, P., Carmona, M.A., Gómez R., Fernández, J. Influence of animal and vegetable rennet on the physicochemical characteristics of Los Pedroches cheese during ripening. Food Chemistry 2002; 78(3) 281–289.

Santini, Z., Alzina, D.A., Athaus, R., Meinardi, C. Freyre, M., Díaz, J.R., *et al.* Evaluación de la textura en quesos de oveja. Aplicación de análisis factorial discriminante. Revista FAVE-Ciencias Agrarias 2007; 5/6(1-2):1666-7719. Disponible en: <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r74290.PDF>  
Consulta: Septiembre de 2013.

Scott, R. Fabricación de queso. Segunda edición. España: Editorial Acribia, S.A., 1991.449p.

Park, Y., Lee, J. Effect of freezing on organic acid contents and lipolytic index of plain soft and Monterey Jack goat milk cheeses. Small Ruminant Research 2006; 63(1-2): 58-65.

Tavaria, F., Tavares, T., Silva, A.C., Malcata F. Contribution of coagulant and native microflora to the volatile-free fatty acid profile of an artisanal cheese. International Dairy Journal 2006; 16(8):886-894.

Vásquez, N., Duran, L., Sánchez, C., Acevedo, I. Evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso blanco a nivel de distribuidores, estado Lara, Venezuela. Zootecnia Trop 2012; 30(3): 217-223.

Villegas, A. Tecnología quesera. 1 Ed. Zaragoza: Ed. Trillas; 2004.398p.

Zobrist, M., Huppertz, T., Uniacke, T., Fox, P., Kelly, A. High-pressure-induced changes in the rennet coagulation properties of bovine milk. International DairyJournal 2005; 15(6-9):655-662.

Zúñiga, L., Ciro, H., Osorio, J. Estudio de la dureza del queso Edam por medio de análisis de perfil de textura y penetrometría por esfera. Rev.Fac.Agr. Medellín 2007; 60(1):3797-3811.

# ANEXOS

**Anexo A. Formato de evaluación sensorial**

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

Frente a usted hay 4 muestras, califique las características de sabor y textura usando la escala que se presenta a continuación:

5. MUY BUENO 4. BUENO 3. REGULAR 2. MALO 1. MUY MALO

CARACTERISTICA	MUESTRAS			
	1	2	3	4
SABOR				
TEXTURA				

A continuación califique la intensidad:

1. NADA 2. POCO 3. NORMAL 4. MUCHO

CARACTERISTICA	MUESTRAS			
	1	2	3	4
<b>SABOR</b>				
Amargo				
Salado				
Acido				

1. NADA 2. POCO 3. NORMAL 4. MUCHO

CARACTERISTICA	MUESTRAS			
	1	2	3	4
<b>TEXTURA</b>				
Firme				
Elástica				
Granulosa				

**OBSERVACIONES:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_