

**CARACTERIZACIÓN DEL QUESO MOMPOSINO  
Y COMPARACIÓN CON OTROS ELABORADOS CON ADICIÓN O NO DE  
CULTIVOS INICIADORES**

**MYRIAM LONDOÑO OSPINA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS  
SEDE MEDELLÍN  
2009**

**DEL QUESO MOMPOSINO  
Y COMPARACIÓN CON OTROS ELABORADOS CON ADICIÓN O NO DE  
CULTIVOS INICIADORES**

**MYRIAM LONDOÑO OSPINA**

Trabajo de Tesis para optar el título de Magíster en Ciencia y Tecnología de  
Alimentos

**DIRECTOR DE TESIS  
JOSÈ URIEL SEPÙLVEDA VALENCIA. Msc.**

**CO-DIRECTOR DE TESIS  
VICTOR HIGUERA MARÍN. Msc.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
MAESTRIA EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
SEDE MEDELLÌN  
2009**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Medellín, 27 de julio de 2009

*“El conocimiento es como el Universo: infinito, y está rodeado de seres de energía, de colores y de aromas que se transmiten con mucho amor y una intensa dedicación para apuntar a un solo objetivo, el amor al conocimiento que lo da Dios en su inmensidad”.*

*Myriam Londoño Espina.*

## **DEDICATORIA.**

Este ramo de azucenas es como el grupo de personas que contribuyeron con su gran amor y dedicación al logro de este trabajo; especialmente dedico este logro a toda mi familia y a mi esposo con la mayor gratitud y amor del mundo.



## **AGRADECIMIENTOS.**

Agradezco a todo el personal del Laboratorio de Lácteos de la Universidad Nacional de Colombia, quienes hicieron posible la realización de este trabajo, con ayuda financiera, técnica y académica; especialmente a los asesores del presente proyecto, el profesor Uriel Sepúlveda Valencia y el profesor Víctor Higuera Marín y a los técnicos Johany Grisales, Javier Vallejo y Fernando Castro, que permitieron el procesamiento de las muestras para llegar a un análisis útil de los resultados.

Agradezco al profesor Álvaro Lema Tapias por su apoyo tan valioso en la parte estadística de esta investigación, a la señora Nancy Vanegas y Jair Gaviria por su colaboración en la parte del montaje en cromatografía para quesos hilados.

Agradezco muy cordialmente a las demás personas del Laboratorio de Bromatología y del Laboratorio de Alimentos que me brindaron todo su apoyo y conocimiento para el desarrollo de este trabajo.

A toda mi familia, amigos y amigas que siempre me brindaron su cariño y ayuda.

## TABLA DE CONTENIDO.

	Pág.
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>iv</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO.....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE ANEXOS.....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 LECHE.....</b>	<b>4</b>
3.1.1 Composición.....	5
3.1.1.1 El agua.....	5
3.1.1.2 Proteínas.....	5
3.1.1.3 La grasa.....	5
3.1.1.4 Ácidos grasos de la leche.....	5
3.1.2 Importancia socioeconómica de la leche en Mompós.....	5
<b>3.2 LOS QUESOS.....</b>	<b>6</b>
3.2.1 Definición.....	6
3.2.1.1 Quesos de pasta hilada.....	6

3.2.1.2	Química en quesos hilados.....	7
3.2.2	Quesos hilados a nivel mundial.....	8
3.2.2.1	El queso Oaxaca .....	10
3.2.2.2	Queso Mozzarella.....	10
3.2.3	Quesos hilados Colombianos.....	11
3.2.3.1	En la Costa Atlántica.....	11
3.2.3.2	Valle de Ubaté y Chiquinquirá.....	11
3.2.3.3	Huila y Tolima.....	11
3.2.3.4	En la Isla de Mompós, el queso Momposino.....	11
<b>3.3</b>	<b>QUESO MOMPOSINO.....</b>	<b>12</b>
3.3.1	Tecnología y composición.....	12
3.3.2	Queso auctóctono.....	12
3.3.3	Quesos tipo momposinos.....	12
	12	
<b>3.4</b>	<b>CULTIVOS LÁCTICOS Y SUERO.....</b>	
	13	
3.4.1	Fermentos mesófilos.....	14
3.4.1.1	Mesófilos.....	14
3.4.1.2	Termófilos.....	14
3.4.1.3	Leches fermentadas y desarrollo del sabor en quesos hilados...	16
3.4.1.4	Lipólisis.....	16
3.4.1.5	Proteólisis.....	16
3.4.2	Suero.....	17
3.4.2.1	Definición.....	17
<b>3.5</b>	<b>COAGULACIÓN.....</b>	<b>19</b>
3.5.1	Inicio de la coagulación.....	20
3.5.2	Fase secundaria.....	20
3.5.3	Formación del gel.....	20
3.5.4	Gelación inducida por un ácido.....	20
<b>3.6</b>	<b>DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS, ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES Y AMINOÁCIDOS POR CROMATOGRAFÍA.</b>	
3.6.1	Definición de cromatografía.....	21
3.6.2	Cromatografía para ácidos grasos y ácidos grasos volátiles...	22
3.6.3	Cromatografía en capa fina para aminoácidos.....	24



<b>3.7 PRUEBA SENSORIAL.....</b>	<b>26</b>
3.7.1 Pruebas objetivas.....	26
3.7.1.1 Pruebas descriptivas.....	27
3.7.1.2 Pruebas discriminativas.....	28
3.7.1.3 Evaluación a través de escalas.....	28
<b>3.8 PRUEBAS CON EL TEXTURÓMETRO.....</b>	<b>28</b>
3.8.1 Caracterización textural.....	28
3.8.1.1 Textura.....	28
3.8.2 Parámetros texturales.....	29
3.8.2.1 Dureza.....	30
3.8.2.2 Cohesión.....	30
3.8.2.3 Adhesión.....	30
3.8.2.4 Elasticidad.....	30
3.8.2.5 Gomosidad.....	30
3.8.2.6 Masticabilidad.....	30
3.8.2 Análisis de Perfil de Textura. (TPA).....	30
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>32</b>
4.1 Localización.....	32
4.2 Materiales.....	32
4.3 Equipos.....	32
4.4 Metodología.....	38
4.5 Pruebas químicas realizadas a los quesos.....	38
4.5.1 Determinación de proteínas.....	38
4.5.2 Determinación de cenizas.....	38
4.5.3 Determinación de sólidos totales.....	38
4.5.4 Determinación de acidez.....	38
4.5.5 Determinación de grasa.....	38
4.5.6 Determinación de pH. Por el método de potenciometría.....	38
4.5.7 Determinación de textura.....	38

<b>4.6 DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS, ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES Y AMINOÁCIDOS POR CROMATOGRAFÍA.....</b>	<b>39</b>
4.6.1 Determinación de ácidos grasos.....	39
4.6.2 Determinación de aminoácidos.....	39
<b>4.7 EVALUACIÓN SENSORIAL.....</b>	<b>39</b>
4.7.1 Sabor.....	39
4.7.2 Textura.....	39
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>40</b>
<b>5.1 PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS.....</b>	<b>41</b>
5.1.1 acidez y pH.....	41
5.1.2 Proteínas.....	41
5.1.3 Grasa.....	42
5.1.4 Cenizas.....	44
5.1.5 Sólidos totales.....	45
<b>5.2 PROPIEDADES TEXTURALES.....</b>	<b>45</b>
5.2.1 Dureza.....	45
5.2.2 Adhesividad.....	45
5.2.3 Cohesividad.....	45
5.2.4 Elasticidad.....	45
<b>5.3 EVALUACIÓN SENSORIAL.....</b>	<b>46</b>
5.3.1 Sabor.....	46
5.3.2 Textura.....	46
<b>5.4 PRUEBAS CROMATOGRÁFICAS.....</b>	<b>57</b>
5.4.1 Aminoácidos.....	
5.4.2 Ácidos grasos y ácidos grasos volátiles .....	62
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>83</b>

## LISTA DE TABLAS.

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Composición general de la leche en diferentes especies (en 100 gramos)	4
<b>Tabla 2.</b> Especies de bacterias lácticas (LAB) en varios tipos de cultivos típicos y su aplicación.	15
<b>Tabla 3.</b> Composición del suero de queso tipo ácido	17
<b>Tabla 4.</b> Propiedades físico-químicas de los quesos Momposinos.	40
<b>Tabla 5.</b> Valores promedios de la acidez y pH en quesos Momposinos.	40
<b>Tabla 6.</b> ANOVA para acidez.	41
<b>Tabla 7.</b> ANOVA de pH	42
<b>Tabla 8.</b> ANOVA – Proteínas por tratamiento.	43
<b>Tabla 9.</b> ANOVA - Grasa del Momposino.	43
<b>Tabla 10.</b> ANOVA - Cenizas por tratamiento	44.
<b>Tabla 11.</b> ANOVA - Sólidos totales por tratamiento.	45
<b>Tabla 12.</b> Textura por el texturómetro en gramos.	46
<b>Tabla 13.</b> Textura de quesos.ranchero	47
<b>Tabla 14.</b> Textura de quesos.oaxaca	
<b>Tabla 15.</b> ANOVA – Dureza por tratamiento.	47
<b>Tabla 16.</b> ANOVA – Elasticidad por tratamiento.	47
<b>Tabla 17.</b> ANOVA - Cohesividad por tratamiento.	48
<b>Tabla 18.</b> ANOVA para derretimiento.	48
<b>Tabla 19.</b> ANOVA – Resilencia por tratamientos.	48
<b>Tabla 20.</b> ANOVA para gomosidad.	49
<b>Tabla 21.</b> ANOVA de adhesividad por tratamiento	49.
<b>Tabla 22.</b> Calificación media del sabor por 9 panelistas de quesos Momposinos.50	50
<b>Tabla 23.</b> ANOVA para calificación de sabor por tratamiento.	51
<b>Tabla 24.</b> ANOVA para calificación de textura por tratamientos.	51
<b>Tabla 25.</b> ANOVA de sabor amargo.	51
<b>Tabla 26.</b> ANOVA para sabor salado.	51
<b>Tabla 27.</b> ANOVA para sabor acido.	52
<b>Tabla 28.</b> ANOVA para sabor cocido.	52
<b>Tabla 29.</b> Promedio de la intensidad del sabor en quesos Momposinos.	52
<b>Tabla 30.</b> ANOVA para textura quebradiza.	54
<b>Tabla 31.</b> ANOVA para textura arenosa.	54
<b>Tabla 32.</b> ANOVA para textura elástica	54
<b>Tabla 33.</b> ANOVA para textura pegajosa	54

<b>Tabla 34.</b> Texturas en quesos.	54
<b>Tabla 35.</b> Tratamientos 1 y 2, Marzo 11 y 12. Mompós	57
<b>Tabla 36.</b> Tratamiento 3, con cultivo y tratamiento 4 sin cultivo	59
<b>Tabla 37.</b> Relación aminoácidos y proteínas	60
<b>Tabla 38.</b> Ácidos grasos y ácidos grasos volátiles de quesos Momposinos.	67
<b>Tabla 39.</b> Anova de ácidos grasos.	71

## LISTA DE FIGURAS.

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Cromatograma de ácidos grasos libres en queso blanco tipo Semiduro.	22
<b>Figura 2.</b> Curva típica del análisis de perfil de textura en alimentos..	29
<b>Figura 3.</b> Muestras con 3 repeticiones elaboradas en el trabajo.	34
<b>Figura 4.</b> Flujograma queso Momposino autóctono,	35
<b>Figura 5.</b> Flujograma quesos sin cultivo	36
<b>Figura 6.</b> Flujograma quesos con cultivo.	37
<b>Figura 7.</b> Valores promedios de acidez y pH en quesos Momposinos.	41
<b>Figura 8.</b> Calificación media del sabor y la textura por 9 panelistas.	
<b>Figura 9.</b> Radial de la intensidad del sabor	54
<b>Figura 10.</b> Textura	56
<b>Figura 11.</b> Distancia recorrida por el patrón de aminoácidos por CCF Momposinos.	57
<b>Figura 12.</b> Distancia recorrida por el patrón de aminoácidos de quesos tipo.	60
<b>Figura 13.</b> Aminograma del quesos autóctonos.	61
<b>Figura 14.</b> Aminogramas de quesos autóctonos, señalando su recorrido	62
<b>Figura 15.</b> Aminograma de quesos tipo	62
<b>Figura 16.</b> Ácidos grasos volátiles del tto 1	63
<b>Figura 17.</b> Ácidos grasos volátiles tratamiento 2.	64
<b>Figura 18.</b> Ácidos grasos volátiles con cultivo	65
<b>Figura 19.</b> Ácidos grasos volátiles sin cultivo.	65
<b>Figura 20.</b> Comparación de ácidos grasos y cantidad de grasa en quesos	66

## LISTA DE ANEXOS.

	Pág.
<b>Anexo A.</b> Panel de degustación del queso Momposino.	83
<b>Anexo B.</b> Determinación de grasa en quesos.	84
<b>Anexo C.</b> Determinación del pH	85
<b>Anexo D.</b> Determinación de textura con el texturómetro (TPA).	86
<b>Anexo E.</b> Corte transversal del queso (forma de repollo).	87
<b>Anexo F.</b> Textura de momposinos autóctonos	88
<b>Anexo G.</b> Textura de momposinos tipo.	89
<b>Anexo H.</b> Determinación de ácidos grasos libres y volátiles	90
<b>Anexo I.</b> Pasos para Cromatografía en capa fina en quesos.	91

## RESUMEN

El trabajo recogió toda la información técnica del queso autóctono de Mompós, la cual se aplicó a los quesos elaborados en Medellín con cultivo y sin cultivo. A todas las muestras obtenidas se les realizaron pruebas físico-químicas como: contenido de proteínas, grasa, sólidos totales, pH, acidez, cenizas, pruebas de Análisis de Perfil de Textura (TPA) por el texturómetro, sensoriales y cromatográficas, éstas últimas permitieron identificar los aminoácidos libres, ácidos grasos y compuestos volátiles del queso. Los resultados permitieron hacer análisis y establecer diferencias entre los tratamientos. En cromatografía en capa fina en forma cualitativa, se determinaron aminoácidos libres mediante la comparación con aminoácidos estándar, donde se pudo establecer diferencias en los tratamientos. En la identificación de ácidos grasos y ácidos grasos volátiles por GC-MS se obtuvieron 225 compuestos con su respectiva fórmula química y estructura, los cuales fueron analizados para determinar cuáles factores influyen su producción para su identificación. El análisis mostró diferencias significativas ( $P < 0.05\%$ ) respecto a las variables de acidez, pH, grasa, cenizas, sólidos totales, intensidad del sabor cocido y en la textura quebradiza. No hubo diferencias significativas ( $P > 0.05\%$ ) en la calificación de textura por TPA, evaluación sensorial de sabor y textura.

**Palabras clave:** Textura, dureza, pH, compuestos volátiles, aminoácidos libres, evaluación sensorial, cromatografía de gases

## ABSTRACT

The work gathered overall the technique information of Mompos autoctonoc cheese, which applied to cheeses made in Medellin with culture starters and within culture starters. All samples obtained applied analysis of properties physico- chemical such as; proteins, fats, total solids, pH, acidity, ashes, analysis of Perfil texture (TPA), for texturometer, sensory evaluation and cromathograpich, its last permitted to identified free acids amino. Fatty acids and volatiles compounds of the cheese. Results permitted to do analysis and established differences between treatments. The study cromathograpich was important because permitted to identify free acids amino and volatiles compounds of cheese, influence it in flavour and the comparison with *filate* paste cheeses to level world, together see point of bibliographic revision of scientific articles. The analysis cromathograpich in cromathograpich in CCF in form qualitative, determined free acids amino for mean of comparison with standard acids amino, when can established differences between treatment. In the identified of fatty acids and volatiles fatty acids for GC-MS obtained 225 compounds with respective chemical formules and structure, which were analyzed for determined which factors influenced his production. The analysis showed significatives differences ( $P < 0.05\%$ ) with respect to variables of acidity, pH, fat, aszs, total solids, in the intensity of the cooking flavour and in the brittle texture. No had significative differences ( $P > 0.05\%$ ). calification of texture for TPA, sensorial evaluation of flavour and texture.

**Key Word:** Texture, Hardness, pH, Volatiles, free acid amino, sensory evaluation, chromatographic gases.



## INTRODUCCIÓN

Según Agrocadenas 2007 y Fedegan 2006, la producción de leche en Colombia fue de 6.024 millones de litros con un 18% (1.084 millones de litros que se destinó a la producción de quesos). Con un consumo per-cápita de 0.36 Kilogramos al año. La leche representa en nuestro país un alimento rico en proteínas, ésta contiene todos los aminoácidos esenciales. Además contiene otros nutrientes como calcio, fósforo, que son importantes en todas las etapas de la vida (Silva, 2000).

Ésta investigación constituye un hito para rescatar un queso patrimonio cultural nacional, de modo que se preserven elementos valiosos en nuestra gastronomía, se realizó en el Laboratorio de Lácteos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, pionero en investigaciones de este tipo en nuestro medio.

Con éste trabajo se buscan alternativas tecnológicas para la reproducción y mejoramiento del queso en estudio y además toda la información técnica y científica al respecto, caracterizar sus materias primas y el producto terminado y estandarizarlo para la replicación por pequeños, medianos y grandes productores.

El queso Momposino está clasificado como de pasta hilada, cuya tecnología es completamente artesanal, impactando en la economía del Municipio de Mompós, éste, no sólo tiene un rasgo cultural muy importante, sino que además posee una textura diferente a los otros quesos de pasta hilada que lo hacen muy atractivo. Se prepara con leche cruda de ganado de doble propósito, ésta es rica en sólidos totales (12,2 %) quedando el queso con contenido de (68,8 %) en sólidos totales, datos experimentales del trabajo.

## 1. JUSTIFICACIÓN

Se pretende con este trabajo recoger toda la información técnica y científica de la zona, para caracterizar sus materias primas y el producto terminado.

En una segunda etapa, con estos conocimientos de la zona, se elaborará dicho producto coagulando espontáneamente y con adición de cultivos para compararlo y caracterizarlo, mantener las cualidades o mejorarlas y para generar tecnologías para que el industrial y el productor artesanal pequeño y mediano aprovechen estas tecnologías para satisfacer las necesidades del consumidor.

Se hará caracterización química, sensorial, de dureza por el texturómetro, determinación de proteínas, grasas, sólidos totales, pH, cenizas, ácidos volátiles por cromatografía de gases.

El estudio cromatográfico es importante porque permite determinar los compuestos volátiles de este queso, como influyen estos en el sabor de éste y comparar con otros quesos hilados a nivel mundial, desde el punto de vista de la revisión bibliográfica de artículos científicos. Los resultados servirán de herramienta a la Ciencia y Tecnología de Alimentos para estudios posteriores en alimentos.

## **2. OBJETIVOS**

**2.1 OBJETIVO GENERAL.** Caracterizar el queso Momposino autóctono y compararlo con otros elaborados con cultivo y sin cultivo.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Caracterizar los quesos mediante análisis físico-químicos (contenido de proteína, grasa, acidez, pH, sólidos totales) y determinar compuestos volátiles de aminoácidos, ácidos grasos.
- Determinar la temperatura a la cuál se alcanza la acidificación óptima para la elaboración de los quesos.
- Evaluar sensorialmente los quesos, mediante panel de jueces, en sabor y textura.
- Evaluar la textura de los quesos con el texturómetro (TPA)

### 3. LITERATURA CITADA

#### 3.1 LECHE

Es el líquido segregado por las hembras de los de los mamíferos a través de las glándulas mamarias, cuya finalidad básica es alimentar a sus crías durante un determinado tiempo, su importancia se basa en su alto valor nutritivo, sus componentes se encuentran en la forma y en las proporciones adecuadas, de tal manera que cada una de las leches representa el alimento más balanceado y propio para sus correspondientes crías (Grupo Industrial AISA, S.A, 2009).

La definición de leche está dada por su origen y hace referencia al producto de la secreción normal de la glándula mamaria de animales bovinos sanos, obtenida por uno o varios ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos. Es un producto que aporta nutrientes básicos para la alimentación humana (Agudelo y Bedoya, 2005).

Es un líquido de composición compleja, blanco y opaco, de sabor dulce y pH cercano a la neutralidad. La leche presenta tres fases; una es una emulsión de materia grasa bajo forma globular; la segunda una suspensión de materias proteicas en un suero constituido por una solución verdadera que contiene, principalmente lactosa y sales minerales (Grupo Industrial AISA, S.A, 2009).

##### 3.1.1 Composición

**Tabla 1.** Composición general de la leche en diferentes especies (en 100 gramos)

Nutriente	Vaca	Búfala	Mujer
Agua	88.00	84.00	87.50
Energía (kcal.)	61.00	97.00	70.00
Proteínas	3.200	3.700	1.000
Grasa	3.400	6.900	4.400
Lactosa	4.700	5.200	6.900
Minerales	0.720	0.790	0.200

Fuente: Agudelo y Bedoya, 2005.

**3.1.1.1 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, hidrófobo (caseína y globulina) o liófilo (albúmina), mientras que la lactosa y las sales se hallan en forma de solución verdadera (Agudelo y Bedoya, 2005).

**3.1.1.2 Proteínas.** Estas se clasifican en dos grupos, 80% caseínas propias de los quesos y 20% de las proteínas séricas que son las que se precipitan por temperaturas. La proteína en la leche es de 3.5% aproximadamente, variando entre 2.9% y 3.9 %. La caseína es la proteína más abundante, característica de la leche y no se encuentra en otros alimentos, existen tres tipos (alfa, beta y kapa caseínas), también se encuentra la albúmina y la globulina (Agudelo y Bedoya, 2005).

**3.1.1.3 La grasa.** Ésta se sintetiza en su inmensa mayoría en las células secretoras de la glándula mamaria; puede alcanzar valores superiores al 4% dependiendo de la raza de ganado, se encuentra en forma de partículas emulsionadas o suspendidas en pequeños glóbulos microscópicos, cuyos diámetros pueden variar de 0.1 a 0.22 micrones, éstas están rodeadas de una capa de fosfolípidos que evitan que la grasa se aglutine y pueda separarse de la parte acuosa. La grasa de la leche puede sufrir alteraciones causadas por la acción de la luz. del oxígeno y enzimas lipasas (Agudelo y Bedoya, 2005).

**3.1.1.4 Ácidos grasos de la leche.** Constituyen los principales productos de la fermentación animal, principalmente de hidratos de carbono. Los ácidos grasos volátiles primarios son el ácido acético, propiónico y butírico. Otros ácidos grasos volátiles cuantitativamente menores pero metabólicamente importantes son: el valérico, isovalérico, isobutírico y el 2 metil -butírico.

Los principales ácidos grasos de la leche son: ácido oleico, vaccénico, linoleico, linolénico, Ruménico (Consejería de Educación y Ciencia y Sociedad Asturiana, de Servicios Agropecuarios, 2006-2008). Los ácidos grasos volátiles de la leche pasan a los quesos, dándoles sabor y aroma que resultan de la lipólisis, proteólisis y metabolismo de la lactosa, lactato y citrato (Marilley *et al.*, 2004).

**3.2.1.1, Importancia socioeconómica de la leche en Mompós.** La principal actividad económica de Mompós es la ganadería, la producción está estimada en 70.000 cabezas existiendo una densidad de 0.5 cabezas por hectáreas. Después de la ganadería y la agricultura, el principal renglón económico es el comercio. Las

industrias domésticas son el medio de sustento diario de muchas familias lo que se puede llamar unas pequeñas microempresas para la elaboración del queso de capas con suero. Este se prepara con leche fresca y suero ácido, la mezcla se coagula con suero y con cuajo por media hora, luego se parte en cuadros de 10 cm por 10 cm, éstos se quiebran con las manos hasta alcanzar una masa más dura y compacta.

Esta masa se sumerge en suero por espacio de 4 horas hasta que al sumergirla en agua caliente (temperatura superior a 70 °C), ésta forme hilos, luego esta masa se extiende sobre una mesa y se estira con rodillo, luego se corta en tiras de 4 cm de ancho y 50 cm de largo, se van enrollando hasta formar bolas redondas que al hacerles un corte transversal, quedan capas en forma de repollo (Santa Cruz de Mompos, 2009). Las queseras procesan en promedio 350 litros al día. en queso de capa de 250 gramos y quesadillas con bocadillo de 25 gramos, las cuales comercializan en tiendas y en puestos ambulantes.

## **3.2. QUESOS**

**3.2.1 Definición de quesos.** La Organización Internacional FAO (Food and Agricultural Organization) define el queso 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. Esta es la definición abreviada dada por dicha organización (Madrid, 1994).

Se entiende por queso el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado y que puede estar recubierto en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante: coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche desnatada/descremada, leche parcialmente desnatada/descremada, nata (crema), nata (crema) de suero o leche de mantequilla/manteca, o de cualquier combinación de estos materiales, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación, respetando el principio de que la elaboración del queso resulta en una concentración de proteína láctea (especialmente la porción de caseína) (CODEX , 2006).

**3.2.1.1 Quesos de pasta hilada.** Son aquellos quesos que han sido sometidos a una acidificación de la cuajada y por consiguiente a una desmineralización parcial

de ella, para que al aplicarles calor ésta sufra un estiramiento dando lugar a lo que se conoce como pasta hilada, por la facilidad de formar hilos, cuando la cuajada se estira. Esta práctica es muy antigua, ya que hombre trató de conservar por este método durante más tiempo, la cuajada, debido a la falta de medios de conservación y observó que al someterla al calor y al estiramiento la masa del queso tomaba otras características, tales como compactación y pérdida de humedad y por lo tanto duraba más tiempo que la cuajada inicial (Mejía y Sepúlveda 1999). Este tipo de quesos se elabora tradicionalmente en Italia. Bulgaria. Rumania y Turquía.

Según la norma venezolana (COVENIN 3822-2003), es el producto elaborado a base de leche pasteurizada, entera, parcialmente descremada o la mezcla pasteurizada de leche fresca entera y sólidos totales de leche o derivados lácteos, cuajo u otros coagulantes apropiadas por la autoridad sanitaria competente que después del proceso de coagulación, obtención de la cuajada y escurrido parcial del suero, es sometida a un proceso de amasado y estirado mecánico en caliente dando origen a una masa hilada y homogénea.

La elasticidad está relacionada con dos factores fundamentales: Una presencia de caseína intacta (lista para ser proteolizada) y una concentración crítica de calcio en la masa (Furtado, 1997).

**3.2.1.2 Química del estiramiento:** la reacción del ácido láctico procedente de gérmenes iniciadores con el paracaseínato puede realizarse de dos formas:

Paracaseínato dicálcico + ácido láctico  $\longrightarrow$  Paracaseínato monocálcico + Lactato cálcico.

Paracaseínato monocálcico + ácido láctico  $\longrightarrow$  paracaseína libre + lactato cálcico.

Cuando el ácido se produce en cantidades suficientes, el coágulo comienza a adquirir elasticidad (propiedad que se hace más notoria conforme aumenta la acidez), ocasionándose la posibilidad de estirar considerablemente el coágulo con calentamiento, alargándose en gruesos filamentos. Se presenta baja elasticidad cuando hay exceso de proteólisis. Cuanto más alta es la cantidad de sal, menor será la proteólisis y por lo tanto mayor la elasticidad de la masa (cerca del 1 al 3 % de la masa final) mejora la elasticidad de la masa porque hay un intercambio iónico calcio - sodio que resulta en una masa con mayor flexibilidad, porque el calcio es

divalente y el sodio monovalente (una carga positiva) tiende a disminuir puentes entre el paracaseinato de calcio (Furtado, 1997).

Los factores que afectan la proteólisis, también afectan la separación de grasas, como por ejemplo usos de coagulantes muy proteolíticos, almacenamiento de curado muy prolongados, temperaturas altas de almacenamiento (Furtado, 1997).

**3.2.2 Quesos hilados a nivel mundial.** Quesos de pasta hilada (*filata*): el Oaxaca y el Mozzarella, Asadero, queso Trenza, Provolone y el Caciocavallo y el Telita en Venezuela entre otros. Se explicará el Queso Oaxaca y el Mozzarella. Dos quesos de pasta *filata* bien conocidos en México son el Oaxaca y el Mozzarella tipo Americano. Ambos se pueden elaborar con leche cruda o pasteurizada y guardan mucha similitud en sus procesos de fabricación, la importancia del pH, el contenido de calcio y la texturización de la pasta, así como la calidad de la leche cruda adecuada. En particular, sobre ambos quesos se consideran sus rasgos generales, composición, clasificación y protocolos de elaboración.

El Oaxaca y el Mozzarella pertenecen al grupo de los quesos de pasta hilada (*filata*, en italiano), debido a que durante su elaboración la cuajada, previamente acidificada, se somete a un amasado con agua caliente que permite plastificarla y estirarla; de tal forma que pueda formar bandas, a su vez constituídas por estructuras un tanto alineadas que se pueden separar como “hilos. No obstante, en el país existen otros quesos de pasta-hilada, como el Asadero, el Guaje (elaborado en la Huasteca Potosina) y el Queso Trenzado, de Veracruz (Villegas, 1993).

**3.2.2.1 El queso Oaxaca.** Se presenta en “bolas” o madejas, de distinto tamaño, elaboradas con una tira de la pasta ya hilada; su peso puede oscilar entre unos cuantos gramos (unos 30) hasta varios kilogramos.

Es un queso fresco, cuya vida de anaquel puede situarse hasta en unas 2 semanas, dependiendo del empaque y las condiciones de conservación en refrigeración. Puede considerarse de clima templado como tropical; en este caso, se elabora con leche de ganado de doble propósito, del sistema lechero extensivo (de cruce cebú-pardo-suizo).

La fabricación del Oaxaca requiere mucha destreza, al igual la determinación del “punto de hebra” y el amasado de la pasta. Un punto crítico para su elaboración estriba en lograr una pasta con pH entre 5.1 y 5.3. o de la cual exude suero la acidez



titulable, se ubica entre 32° D y 36° D (esto, cuando la masa no se haya secado mucho todavía) (Mehmet y Sundaram 1997).

**3.2.2.2 Queso Mozzarella.** Es frecuentemente usado como un ingrediente funcional sobre las pizzas y su habilidad de estirarse cuando se derrite, ha hecho de éste queso el escogido para ser usado en ellas. La grasa provee el efecto de lubricación en los quesos durante el calentamiento, cuando se reduce el contenido de grasa del Mozzarella al 10%, se reduce la funcionalidad demandada por la industria de pizzas (McMahon *et al.*, 1996). Los cambios ocurren en toda la composición y estructura de quesos que incluyen disminución en la cantidad de humedad, aumento de proteínas y disminución de aceite libre liberado, causando una reducción en el desempeño de cocido de la pizza al horno.

Varias publicaciones reportan que los quesos Mozzarella bajos en grasa (5-10%), tienen derretimiento inferior (por ejemplo tienen menos tendencia a estirarse) y las propiedades de oscurecimiento (es el color más fuerte en la cocción), cuando se compara con alto contenido de grasa en los quesos (cerca del 15% al 25% de grasa) elaborado en una forma idéntica (Fife; McMahan y Oberg, 1996; Rudan y Barbano 1998b).

**3.2.3 Quesos hilados Colombianos** Según, (Pineda, 2002) para su elaboración. la leche más utilizada es la de vaca. Hoy día las diferentes industrias han estandarizado los procesos de fabricación, haciendo de estos quesos productos de consumo seguro y de calidad más uniforme.

**3.2.3.1 En la Costa Atlántica. Queso Pera.** Este es de pasta hilada con lo que adquiere una de sus características, la formación de capas, se puede elaborar por mezcla de leche acidificada con leche fresca o por acidificación de la cuajada, aunque existen regiones donde se elabora con la microflora natural lo ideal es elaborarlo con cultivos lácticos, como quiera que se elabore la fase de hilado garantiza la inocuidad del queso debido a la temperatura que alcanza; entre 70 ° C y 75 ° C. Con la misma pasta hilada se elabora el quesadillo (bocadillo recubierto con una lámina de queso pera).

**3.2.3.2 Valle de Ubaté y Chiquinquirá. Doble Crema.** Es semi-ácido, de pasta hilada, de color amarillo, elaborado principalmente en la región del Valle de Ubaté y Chiquinquirá, para su fabricación se utiliza leche ácida y fresca mezcladas en proporciones adecuadas y coagulado con renina. Es utilizado en la elaboración de pizzas, sandwiches, combinado con bocadillo, en general para elaborar platos gratinados. Nutricionalmente aporta por cada porción de 100 gramos; grasa 22 - 25 %. Proteína: 18 - 21%. Humedad 51 - 53%. Carbohidratos: 2 - 2.3 %, un

contenido de sal de cocina de 1.6 a 1.18 %, por su contenido de grasa aporta vitaminas A, D, E y K.

**3.2.3.3 Huila y Tolima. Quesillo Huilense.** Es un producto semi-ácido, de pasta hilada, en algunos casos exuda suero, se elabora en las regiones de los departamentos del Tolima y el Huila (centro de Colombia), su comercialización en algunas poblaciones como el Espinal (Tolima) se hace en hojas verdes. En su elaboración se utiliza leche bovina y suero ácido (Pineda, 2002).

**3.2.3.4 En la isla de Mompós. Queso Momposino.** Queso fresco, es de pasta hilada, de textura en capas y elástica, autóctono de Mompós, elaborado artesanalmente con leche de ganado doble propósito. El hilado se hace manualmente a temperaturas de 70 °C aproximadamente, de baja humedad (promedios entre 27 a 35 %), semigrasa, con contenido de grasa (28.5 % y 30%).

#### **Precondiciones para elaborar un queso de pasta hilada**

- Obtención de una cuajada parcialmente desmineralizada. El punto esencial para elaborar un queso de esta familia es obtener una pasta semi-descalcificada.
- Relación entre el pH, el contenido de calcio y las propiedades de textura de una cuajada de queso. el pH esté en 5.0 a 5.1; el calcio pase de dicálcico a monocalcico; la textura sea elástica. La evolución del pH en la pasta de queso en proceso, durante el manejo de los bloques en tina, o chedarizado, influye decisivamente en la estructura y textura del producto. Al descender el pH, el fosfato de calcio coloidal, ligado a la caseína y a la para  $\kappa$ -caseína que forman la "malla" (o red) de la cuajada, se vuelve soluble y migra hacia la fase acuosa (sérica), dejando la matriz estructural parcialmente desmineralizada (Lawrence *et al.*, 1984; Lucey y Fox 1993). Esto afecta profundamente la textura de la pasta. "tibia" (como en los quesos Chihuahua, Cheddar o Cheshire) o sometida a calentamiento para mejor plastificación e hilado (en el Mozzarella y Oaxaca).
- La textura característica de los quesos de pasta hilada puede explicarse, por el rearrreglo estructural que las moléculas de caseína ( $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\kappa$ , que forman parte de las micelas descalcificadas) sufren al someterse la pasta a calentamiento y trabajo mecánico. Éste desarrollado durante el amasado y el ascenso de temperatura por el aporte de agua caliente, provocaría la desnaturalización de parte de las moléculas de caseína alterando su conformación  $\beta$ -lámina y  $\alpha$ -hélice. (Mehmet y Sundaram 1997). La continuación de la acción mecánica y el estiramiento al que se somete la

pasta en un sentido (dirección) espacial, orientarían y “alinearían” a las proteínas, cual si fueran agregados de “hilos”.

- Entre moléculas contiguas de proteínas alineadas se establecerían enlaces químicos de distinta naturaleza (por puentes de hidrógeno) que las mantendrían unidas.
- La grasa butírica, ya en la pasta amasada e hilada, se distribuiría en “columnas” largas, siguiendo la orientación de los arreglos de las fibras caseínicas, según lo describen para el queso Mozzarella (Mehmet y Sundaram 1997). La grasa estaría flotando, también, en “microsisternas” de suero y de alguna forma, funcionaría como un lubricante durante la alineación de las fibras de caseína durante el trabajo mecánico del amasado e hilado.

### 3. QUESO MOMPOSINO

#### 3.1 TECNOLOGÍA Y COMPOSICIÓN.

Es un queso artesanal, originario de Mompós, pertenece a los quesos de pasta hilada, su textura es en forma de capas es elaborado con leche de ganado de doble propósito, cuyo contenido en sólidos es alto, lo que permite obtener quesos con un rendimiento mayor que otros elaborados con otros tipos de leche.

#### 3.2 QUESO AUTÓCTONO.

Este queso se obtiene por coagulación ácida y coagulación enzimática, completada por bacterias ácido lácticas termófilas propias del queso y de la región. El queso es conservado a temperatura ambiente (33 a 39 ° C) por espacio de 3 días o en refrigeración a 4 ° C por un mes.

**Características Organolépticas:** Consistencia dura, textura compacta y quebradiza, color blanco amarillento, levemente salado y levemente picante.

Según el contenido de humedad está clasificado como de baja humedad, <36% y es conocido como de pasta dura. El contenido de grasa está en el rango entre 25% y 44.9%, perteneciente a la clasificación de quesos semigrasas. Presentación del queso: Bolas de 500 gramos.

#### 3.3 QUESOS MOMPOSINOS TIPO.

Es un queso artesanal, de pasta hilada y elaborado en dos formas, uno con coagulación enzimática con cuajo de origen animal y con cultivo láctico; y el otro elaborado con coagulación ácida por medio de suero y coagulación enzimática por cuajo de origen animal. La temperatura ambiente fue de 20 a 22 ° C, el hilado se realizó a un pH de 5.0 a 5.2 para alcanzar la elasticidad y estiramiento adecuado de la masa. Presenta valores promedios de humedad del 50 %, de grasa 25 %, acidez de 0.25 a 0.33 % de A. L (porcentaje de ácido láctico).

**Características Organolépticas:** consistencia semi-dura, textura compacta y húmeda, color blanco amarillento, levemente salado y levemente picante.

### 3.4 CULTIVOS LÁCTICOS Y SUERO

El proceso de la fermentación se inicia con la adición de cultivos “starter” a la leche. Los cultivos mesófilos y termófilos con temperaturas de crecimiento óptimas entre 30 ° C y 45 ° C respectivamente, son usados. Los cultivos termófilos son adicionados para la producción de quesos semi-duros y duros (Cogan, 1993).

Sin embargo, la presencia de cultivos “starter” no es suficiente para desarrollar la formación del sabor en la leche cruda para quesos. La microflora nativa juega un papel importante, Lactobacilos heterofermentativos, son encontrados en bajas concentraciones en la leche (Weinrichter, 2001).

Las bacterias ácido lácticas, como cultivos “starter” son usados para diferentes propiedades en la elaboración del queso, incluyendo la acidificación de la leche y la producción de sabor por diversas actividades enzimáticas (Fonseca *et al.*, 2000).

Los Lactobacilos Termófilos Homofermentativos son usados como “starter” y mezclados con cultivos de Streptococos, para variedades de quesos duros como el Suizo (Frohlich-Wyder y Bachmann. 2005). Una importante contribución de los cultivos “starter” a la maduración del queso, es hacia su actividad autolítica y hacia la liberación de enzimas intracelulares, las cuales son peptidasas o lipasas o enzimas del catabolismo de aminoácidos, que son responsables del desarrollo del sabor.

Durante la maduración, las proteinasas y peptidasas de lactobacilos, son muy importantes por el rompimiento de la caseína, el *Lactobacillus delbrueckii* ssp. Lactis. es usado más frecuentemente en la elaboración de quesos duros debido a su actividad peptidolítica balanceada, comparado con el uso tradicional de *Lactobacillus helveticus* (Frohlich-Wyder y Bachmann 2005).

Los cultivos “starter” para quesos son provistos en forma líquida, en concentraciones congeladas y cultivos secos congelados, ampliamente usados por inoculación al bache, los cultivos tienen ventajas en cuanto a almacenamiento y costos de transporte. Los Streptococos y Lactococos son usualmente resistentes a la liofilización, pero los Lactococos son más sensibles al secado, cuando se muestran como cadenas (Kets, 1996).

La pérdida de viabilidad ha sido relacionada a cambios en el estado físico de las membranas de los lípidos o a cambios en la estructura de proteínas sensibles.(Carvalho *et al.*, 2002).

Los productos de la leche fermentada han ido incrementando en popularidad. en las últimas décadas, especialmente sobre los beneficios de salud humana (Lucey y Singh 2003). Los cambios físico-químicos inducidos por la acidificación o la combinación de la acción de la acidificación y la acción del cuajo, ejercen una

influencia importante sobre las propiedades reológicas de los productos de leches fermentadas (Lucey *et al.*, 2001).

Horne (1999) consideró que la información detallada sobre la acidificación por bacterias ácido lácticas influye en la textura percibida de productos fermentados y es una propiedad sensorial muy importante. la cual ayuda a determinar las preferencias y aceptabilidad del consumidor.

El ácido láctico es considerado como uno de los ingredientes más importantes en la industria de alimentos. Es usado como preservativo natural y como acidulante, los *Streptococos* y otras bacterias lácticas son frecuentemente usados (Tango y Ghaly 1999).

Los *Lactobacillus Helveticus* son los más efectivos debido a sus altas producciones de ácido láctico comparado con otros LAB. (Roy *et al.*, 1986).

Aunque la producción de ácido láctico puede darse por la fermentación de una gran variedad de sustratos de azúcar, el queso de suero contiene entre 5% - 6% de lactosa (Kargi y Ozmlhel. 2000; Silveira *et al.*, 2005 y Belem y Lee, 1999).

### **3.4.1 Fermentos mesófilos y termófilos.**

**3.4.1.1 Mesófilos** Las LAB (Bacterias ácido Lácticas) utilizadas en cultivos lácteos para la industria quesera y productos fermentados pueden ser clasificadas en dos grandes grupos: El grupo de los cultivos mesófilos, con un óptimo crecimiento en temperaturas cercanas a 30 ° C; y el grupo de cultivos termófilos, con un óptimo crecimiento en temperaturas cercanas a 43 ° C. En la tabla 2 se ilustran los cultivos típicos de quesos y productos fermentados, con las especies de bacterias que involucran. 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. 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 esta en la acidificación constante. por ejemplo en la producción de mozzarella, cheddar, feta, cottage, bebidas fermentadas, etc (Bruno, 2009)

**Tabla 2.** Especies de bacterias lácticas (LAB) en varios tipos de cultivos típicos y su aplicación.

Tipos de cultivo	Nombres de especies	Aplicación del producto
<i>Mesófilos tipo O</i>	<i>Lactococcus lactis</i> Subs.. <i>lactis</i> <i>Lc. Lactis</i> Subs.. <i>cremoris</i>	Queso Cheddar Queso Feta Queso Cottage
<i>Tipo LD</i>	<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>Leuconostoc mesenteroides</i> Subs.. <i>cremoris</i>	Queso Gorda Queso Tyleiter Quesos blandos con hongos
<i>Thermophile</i> <i>Tipo Streptococcus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Queso Mozzarella Estabilizado Brie Queso tipo suizo
<i>Tipo Yoghurt</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lb. Delbrueckii</i> Subs.. <i>bulguricus</i>	Queso Mozzarella Queso pizza
<i>Tipo Lactobacillus</i>	<i>Lactobacillus helveticus</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
<i>Tipos de mezcla</i> <i>Tipo RST</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Queso Cheddar
<i>Tipos FRC</i>	<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>bulguricus</i>	Queso Feta Quesos blancos en salmuera

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

Fuente: Bruno, 2009

Los cultivos LD son utilizados en quesos semiduros tipo continental, tales como: Gorda, Tilsit, Samsøe y en quesos blandos tales como Camembert y Port salud.

Los cultivos LD tienen un rol muy importante en la formación de ojos y desarrollo del aroma y sabor.

**3.4.1.2 Termófilos.** Estos cultivos pertenecen a las Bacterias Ácido Lácticas (LAB) que son bacterias benéficas, producen ácido láctico como principal metabolito y juegan un papel esencial en la elaboración de alimentos y de bebidas fermentadas (Martín *et al.*, 2008). Es usado como cultivo iniciador en la elaboración de productos lácteos. Crecen a temperatura de 45 °C. Para elaborar quesos se utiliza sólo o en combinación con lactobacilos y cultivos mesófilos. En la fermentación de la leche, convierte la lactosa en ácido láctico causando una rápida disminución en el pH y en la producción de metabolitos importantes. Son aislados frecuentemente de medios lácteos (Michaylova *et al.*, 2002). Las cepas identificadas son anaeróbicas, facultativas, aerotolerantes, catalasa negativa y gram positiva.

Crecen como cadenas lineales de células ovoides y un medio disponible de crecimiento a 10 °C, a pH de 9.6 (Moschetti *et al.*, 1998).

Un estudio sobre el queso panela en México usando Exopolisacáridos de *S. Thermofilos*, éste incrementó la retención de humedad y de grasa en la matriz del queso cuando la leche fue rica en sólidos totales, lo que se reflejó en el aumento del rendimiento del queso y hubo una tendencia más baja para presentar sinéresis. La retención de agua y de grasa produjo una textura más blanda y con características sensoriales diferentes al queso control que no tenía este cultivo. (Jiménez *et al.*, 2009)

**3.4.1.3 Leches fermentadas y desarrollo del sabor en quesos hilados.** Las Bacterias Ácido Lácticas (LAB) son la principal microflora en las conversiones bioquímicas de productos dietarios esenciales para determinar el sabor específico. Aunque la lactosa es convertida principalmente a lactato por LAB (Bacterias Ácido Lácticas), una fracción de piruvato intermedio puede alternativamente ser convertido a varios compuestos del sabor como diacetil, acetaldehído o ácido acético. (Hugenholtz, 1993).

**3.4.1.4 Lipólisis.** Resulta de la formación de ácidos grasos libres, los cuales pueden ser los precursores de compuestos de sabor tales como metil cetonas, alcoholes., lactonas y ésteres (Molimard y Spinnler, 1996).

**3.4.1.5 Proteólisis.** Es el proceso más importante para la formación del sabor y la textura, en quesos duros y semi-duros. La degradación de las caseínas por actividades del cuajo y de células proteinasas y peptidasas en péptidos pequeños y aminoácidos libres. Un buen balance entre la proteólisis y peptidólisis previene la formación de sabores amargos en el queso. Aunque es conocido que los péptidos pueden producir sabores amargos (Lemieux y Simard 1992).



### 3.4.2 SUERO

**3.4.2.1 Definición.** Éste es un subproducto de la industria de los quesos, el cual está dispuesto en forma líquida, ocasionando contaminación al medio ambiente. En años pasados se han realizado esfuerzos para encontrar nuevas salidas para la utilización del suero y reducir la contaminación ambiental (González y Martínez *et al.*, 2002). Las tecnologías modernas como ultrafiltración y secado por aspersion, no son costosas y permiten la separación de diferentes fracciones del suero (lactosa, proteínas, proteínas de suero concentrada, lacto-albúminas, lacto-globulinas, etc. La creciente preocupación en mejorar el aprovechamiento de recursos naturales evitando, de esta forma, perjuicios al medio ambiente, hace que exista una búsqueda permanente de nuevos productos y tecnologías que optimicen los procesos, disminuyendo costos de producción y dando valor agregado a residuos con potencial comercial. La utilización de proteínas como ingredientes funcionales, es un ejemplo de estas nuevas tecnologías que torna posible el desarrollo de productos con características especiales, mejorando la calidad de los productos tradicionales, además de agregar valor a subproductos, que con frecuencia representan un problema para industrias, como es el caso del suero de queso (Atra *et al.*, 2005; Richards, 2002).

Todo proceso que incluye el fraccionamiento y la concentración de las proteínas del suero debe considerar también la recuperación de la lactosa, que es el componente que se encuentra en mayor cantidad y la principal responsable por la elevada carga orgánica del suero. Por otra parte, la lactosa por ser una fuente de material energético puede ser utilizada en diversos procesos biotecnológicos y es un componente muy usado en las industrias alimenticias y farmacéuticas. Así el fraccionamiento del suero en lactosa y proteínas representa una posibilidad que permite la utilización de los constituyentes de mayor importancia comercial presentes en los suero de queso (Chollangi y Hossain; 2007 y Bund y Pandit 2007)

**Tabla 3.** Composición del suero de queso tipo ácido

Componentes	Suero de queso ácido		
	(%ST)	1* (%ST)	2* (%ST)
Sólidos Solubles	6.8 ± 0.15	-	-
Sólidos Totales	6.5 ± 0.15	6.200	6.480
Proteínas	0.85 ± 0.05	0.750	0.760
Lactosa	4.94 ± 0.47	4.200	4.860
Grasa	0.49 ± 0.07	0.040	0.090
Cenizas	0.57 ± 0.03	0.800	0.610
Calcio	0.045	0.125	0.103
Fósforo	0.040	0.065	0.078

Fuente: (Antunes; 2003 y Nakay y Modler 2000)

El suero y sus proteínas concentradas son usadas, como ingredientes en la industria de alimentos por sus propiedades emulsificantes (Ji y Hauque 2003). Además las proteínas del suero proveen una excelente forma para fortificar los alimentos incrementando la calidad nutricional de quesos, productos de panadería, etc. (Carunchia *et al.*, 2005).

El suero líquido está compuesto de lactosa (5%), agua (93%), proteínas (0.85%), minerales (0.53%) y una mínima cantidad de grasa (0.36%). Las principales proteínas son Beta- Lactoalbúmina (BLG) (58 %) y alfa- lactoalbúmina (ALA) (13 %). Mientras que las inmunoglobulinas, albúminas séricas y peptonas proteasas están presentes en menor cantidad. La fermentación del suero por LAB (Bacterias Ácido Lácticas), podría disminuir el alto contenido de lactosa del suero produciendo principalmente ácido láctico y otros metabolitos tales como compuestos de aroma que contribuyen al sabor y a la textura e incrementan la solubilidad de los carbohidratos y la dulzura del producto final (Mauriello *et al.*, 2001).

Especies LAB (Bacterias Ácido Lácticas) tales como *Lactobacillus delbruekii Subs. bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* han sido estudiados recientemente por su habilidad para degradar proteínas del suero (El – Zahar *et al.*, 2009). También Prioult *et al.*, (2005), sugirió que las *bifidobacterium lactis* NCC 362 puede ser un prebiótico potencial para la prevención de alergias por la leche de vaca por medio de la degradación de la porción alergénica de BLG que generó la hidrólisis de Tripsina / Quimotripsina (Maier *et al.*, 2006).

Varios productos son elaborados con la adición de suero como son las bebidas lácticas, de las cuales el suero constituye su base de estas bebidas (Gallarda Escamilla *et al.*, 2007). Otro producto importante son los quesos de suero, donde el suero constituye una parte grande en la constitución del queso de acuerdo a protocolos tradicionales (Pintado y malcasa, 2000a). La producción de quesos de suero está basada en la desnaturalización y coagulación de las proteínas de la leche solubles en agua presentes en el suero (alfa- lactoalbúmina y Beta - lactoglobulina) cuando el suero es calentado a 85 ° C y la cuajada es recogida como producto del sistema de coagulación del suero para enriquecer el queso en proteínas y grasa (Kontominas, 2003).

### 3.5 COAGULACIÓN

El contenido de caseína en bovinos es de aproximadamente 80% de las proteínas de la leche. Las principales fracciones son alfa, Beta y k-caseína (Farell *et al.*, 2004).

La coagulación en los quesos se da por la adición de cuajo y por la acidez producida por adición de cultivos “starter” (Lucey *et al.*, 2003).

**3.5.1 Inicio.** La coagulación se inicia cuando se le agrega la enzima a la leche, esto incluye una rápida y altamente división de Phenilalanina (Phe) 105- Metionina (Met) 106 de k- caseína (Visser, 1993).

La coagulación de la leche significa que la enzima proteolítica (cuajo) es un paso esencial en la elaboración del queso. El cuajo contiene quimosina, que cataliza la hidrólisis específica de k-caseína en la leche en términos del rompimiento de Phenilalanina y Metionina, esto es la fase enzimática primaria de la parte hidrofílica de la k-caseína.

**3.5.2 Fase secundaria.** La fase secundaria no enzimática, es iniciada cuando una cantidad suficiente de k-caseína es hidrolizada. Las fuerzas de repulsión son disminuídas y las interacciones hidrofóbicas son aumentadas. La hidrofobicidad resultante para las micelas de k-caseínas permite la agregación y finalmente un tercer gel tridimensional es formado por las cadenas de micelas floculantes (Belitz *et al.*, 2001).

Las micelas de caseína en la leche contienen cuatro tipos de caseínas, las cuales están unidas al Fosfato Cálcico-Coloidal (Walstra *et al.*, 1999). El CCP (Fosfato Cálcico Coloidal) disponible contribuye a la estructura de la micela. Las micelas de caseína constituyen la construcción de los geles inducidos por el cuajo, el CCP es importante para la estructura del nuevo gel y sus propiedades reológicas (Lucey, 2002).

En la elaboración del queso, el CCP (Fosfato Cálcico-Coloidal) y el pH disminuyen al adicionar cloruro de calcio y cloruro de sodio. En la disminución del pH más CCP es solubilizado, especialmente a un pH de 5.8 (Le Graet y Gaucheron 1999), esto es considerado una de las principales causas de los geles flojos cuando se utilizan leches descremadas y el pH es bajo (Lucey *et al.*, 2003).

La adición del cloruro de calcio, generalmente incrementa la hidratación de la caseína, disminuye el pH, incrementa la actividad del ión calcio en el suero de la leche e incrementa cambios sobre las caseínas (Karlsson *et al.*, 1989).

**3.5.3 La formación del gel.** La formación del gel puede estar influenciada por factores como pH, concentraciones de calcio, tratamiento térmico de la leche (Kessler, 1996; Waungana; Sing y Bennett. 1996) y también por el entrecruzamiento enzimático de las micelas de caseína.

El TG es una proteína transglutaminasa que forma uniones Inter e intramoleculares isopéptidas moleculares en y entre muchas proteínas cruzando residuos de aminoácidos. de glutamina y lisina. (Kashiwagi *et al.*, 2002 y Seguro *et al.*, 1996).

La cantidad de fracción de caseína de proteínas de productos de leche representa un sustrato favorable para la transglutaminasa (TG). (Bonisch *et al.*, 2006).

**3.5.4. Gelación inducida por un ácido.** En el caso de la gelación inducida por un ácido, el cruzamiento de la caseína incrementa la firmeza del gel y provee retención del suero (Faergemand y Quist. 1997 y Schorsch *et al.*, 2000).

El tratamiento térmico prolongado, incrementa el tiempo de coagulación de la leche y reduce la firmeza del coágulo (Lucey *et al.*, 1993).

### 3.6 DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS, AMINOÁCIDOS Y COMPUESTOS VOLÁTILES POR CROMATOGRAFÍA DE GASES

**3.6.1 La cromatografía.** La cromatografía de gases es una técnica en la que la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de una columna cromatográfica. 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 moléculas del analito; su única función es la de transportar el analito a través de la columna. Existen dos tipos de cromatografía de gases (GC): la cromatografía gas-sólido (GSC) y la cromatografía gas-líquido (GLC), siendo ésta última la que se utiliza más ampliamente y que se puede llamar simplemente cromatografía de gases (GC). En la GSC la fase estacionaria es sólida y la retención de los analitos en ella se produce mediante el proceso 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 (Skoog y Leary 1994).

Los compuestos volátiles son detectados por CG-MS y juegan un papel importante en la percepción del sabor del queso. El aroma en los quesos es el resultado de la formación de compuestos volátiles formados por el metabolismo de la lipólisis, proteólisis y de la lactosa, del lactato y citrato (Marilley y Casey 2004).

Los ácidos grasos son los principales precursores de los compuestos secundarios derivados de la grasa (metil, cetonas, ácidos grasos libres, aldehídos, lactosas y etil ésteres (Alewijn *et al.*, 2005). Los lípidos, proteínas y lactosa son los principales constituyentes de la leche para la formación del sabor del queso (Marilley *et al.*, 2000). La lactosa, lactato y citrato contribuyen a la formación de diacetyl. Acetoína, etanol y acetato (Cogan y Hill 1993).

Durante la maduración del queso, la degradación enzimática de los aminoácidos permite la formación de compuestos volátiles que le dan sabor a éste (Marilley *et al.*, 2004). Las caseínas son degradadas en péptidos y aminoácidos. La metionina, compuesto aromático y los aminoácidos de cadena ramificada son los precursores de compuestos sulfurados (metional, dimetil, disulfuro, dimetil trisulfuro (Engels *et al.*, 2002). Para compuestos aromáticos y aldehídos de cadena ramificada benzaldehído, fenilacetaldehído, 3-metylbutanal, 2-metylbutanal, 2- metylpropanal) y para ácidos volátiles de cadena ramificada y

alcoholes (ácido 3- methylbutírico. 2- ácido 2- methylbutírico, ácido isobutírico, 3- methylbutanol 2- methylbutanol) (Engels *et al.*, 2002).

Varios parámetros determinan la formación del sabor en el queso, por ejemplo los cultivos iniciadores (Kleronczyk *et al.*, 2005) bacterias ácidos lácticas no iniciadoras (NSLAB) flora de la planta del queso (Beresford y Cogan, 2000; Ostlie *et al.*, 2005). La tecnología de la elaboración del queso. la sal y el contenido de grasa (Bank. *et al.*, 1993). La formación del sabor está influenciada también por el tipo de leche (leche cruda o pasteurizada) y el período de maduración a la que se somete el queso.

Los aldehídos y los alcoholes de cadena ramificada son formados por el catabolismo de aminoácidos ramificados iniciada por una aminotransferasa. (Atilés *et al.*, 2000; Marilley y Casey 2002). Del catabolismo de aminoácidos aromáticos se forman compuestos como benzaldehído. fenilacetaldéhído. 2- feniletanol. e indol (Marilley y Casey. 2004; McSweeney y Sousa 2000). Dependiendo de su concentración, estos volátiles tienen impacto sobre el aroma del queso. El benzaldehído es caracterizado por un sabor amargo, el fenilacetaldéhído por un aroma como a miel, flores, a rosas y como a violeta; 2 feniletanol como un olor a rosas, violeta y floral; indol por un olor a fecal, (Curioni *et al.*, 2002).

Determinación de los ácidos grasos libres (AGL)

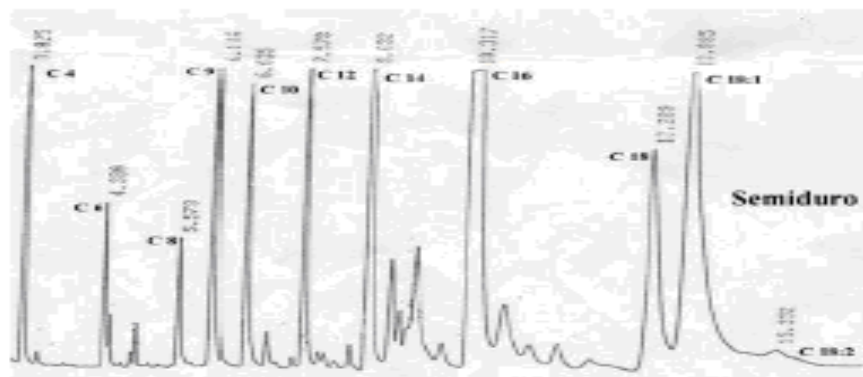


Figura 1. Cromatograma de ácidos grasos libres en queso blanco tipo semiduro Tomado de (Deeth *et al.*, 1983).

En un estudio sobre ácidos grasos en queso blanco se analizaron los ácidos grasos libres (AGL), éstos fueron: butírico (C4), caproico (C6), caprílico (C8), caprico (C10), laurico (C12), mirístico (C14), palmitico (C16), estearico (C18), oleico (C18:1) y linoleico (C18:2) (Marilley y Casey 2004).

### **3.6.2 Determinación de ácidos grasos y ácidos grasos volátiles.**

**3.6.2.1 Extracción de los lípidos del queso.** En el estudio, se mezclaron 2 g de queso rallado con 6 g de sulfato de sodio anhidro para absorber la humedad y 0.6 ml de ácido sulfúrico 2.5 mol/l. Se procedió a la extracción de los lípidos con 6 ml de éter/n-heptano (1:1 v/v) en un tubo de centrifuga de 75 ml mediante centrifugación a 2.500 rpm / min por 2 min, ésta extracción se repitió dos veces añadiendo la misma cantidad de éter / n- heptano (1:1 v/v) al residuo. Los tres extractos se mezclaron.

**3.6.2.2 Separación de los ácidos grasos libres.** Se utilizó como estándar interno el ácido pelargónico (C9) (0.043 mg) el cual se adicionó al extracto lipídico antes de proceder al aislamiento de los ácidos grasos libres. Para tal fin se utilizaron columnas aminopropílicas de 3 cm (Supelclean LC-NH2 de Supelco. Inc), acondicionadas con 2 ml de n- heptano. El volumen total del extracto se aplicó a la columna con presión positiva.

Los lípidos neutros fueron eluidos con 3 ml de cloroformo/2-propanol 2:1 v/v. A continuación los ácidos grasos libres adsorbidos en la columna fueron eluidos con 3 ml de dietil éter con 2% de ácido fórmico. El primer ml se descartó por no contener ácidos grasos libres. De los siguientes 2 ml eluidos, con la totalidad de los AGL, se inyectó 1 µl al cromatógrafo para su determinación. Se realizaron 2 extracciones de cada muestra de queso y cada extracción se inyectó por duplicado al cromatógrafo (Deeth 1983 y de la Fuente y Juárez, 1993).

**3.6.2.3 Cuantificación de los AGL.** Se utilizó un cromatógrafo de gas Hewlett Packard 5890 equipado con un detector de ionización de llama y una columna capilar de sílica de 15 m x 0.53 mm (Nukol de Supelco. Inc.) calibrado con soluciones de referencia de los ácidos grasos a analizar (Sigma) (Ikings *et al.*, 1988). Se adaptó inyección directa debido a las bajas concentraciones de los ácidos grasos. La cuantificación se realizó relacionando las áreas de los picos con el área del estándar interno (C9) mediante un integrador Hewlett Packard 3393A. Se obtuvo la media y la desviación.

**3.6.2.4 Análisis de relaciones entre lipólisis y caracteres sensoriales.** De acuerdo a lo demostrado por diferentes autores algunos ácidos grasos libres, especialmente los de cadena corta aunque están presentes en baja concentración,

contribuyen directamente al flavor de quesos muy madurados, o bien influyen positivamente en el sabor de fondo de ciertos quesos como el Cheddar (Fox *et al.*, 1993; Collins *et al.*, 2003). Por esta razón, se trató de encontrar la existencia de una relación entre los AGL de cadena corta (C6:0 y C8:0) y el atributo de aroma y el flavor genuino. Para ello se aplicaron métodos de regresión lineal simple y múltiple, considerando estos dos atributos como variables dependientes y los ácidos como variables independientes. En ninguno de los casos se obtuvo un modelo de regresión lineal que permitiera explicar la variabilidad en el aroma y flavor, ya que los coeficientes de correlación obtenidos fueron muy bajos indicando una falta de asociación entre las variables. Esto se justifica por el hecho que la contribución de los ácidos al aroma es difícil de definir, debido a distintos factores como las características de la pasta, el pH, el calcio, el contenido de humedad y porcentaje de grasa, el grado de maduración. Los niveles de concentraciones se dan en trazas (ppm ó ppb), los compuestos volátiles interactúan con una proteína G que se acopla al receptor del olor de los epitelios olfativos localizados en la cavidad nasal.

En los comienzos de los 70 menos de 1500 sabores químicos fueron identificados en los alimentos (Rowe 2005). La percepción de la nariz humana para compuestos volátiles y fragancias liberados del alimento, depende de la liberación de la extensión de la matriz y de las propiedades de olor de los compuestos. Se conoce que sólo una porción pequeña de un número grande de volátiles ocurre en una matriz fragante que contribuye a toda la percepción del olor (Van Ruth 2001 y Grosch 1994). Alcoholes, aldehídos, de 6 y 9 carbonos, cetonas, metil, etil ésteres, de 4 y 8 carbonos, ácidos grasos de 4 a 14 carbonos, hidrocarbonos y terpenos han sido encontrados en los quesos madurados (Van Ruth, 2001).

### **3.6.3 Determinación de aminoácidos por cromatografía en capa fina.**

La cromatografía en capa fina es un caso de cromatografía de reparto en la que los componentes de una mezcla se separan por diferencia de solubilidad entre dos sistemas disolventes. Los elementos del sistema cromatográfico son: soporte, fase estacionaria (disolvente A), y fase móvil o eluyente (disolvente B). Es una técnica simple en cuanto al equipamiento necesario (placa y tanque cromatográfico) y de fácil desarrollo.

El parámetro experimental asociado a la técnica es el R<sub>f</sub> (coeficiente de reparto), relacionado con la solubilidad relativa de un compuesto entre la fase estacionaria y fase móvil y que depende de su estructura química y su hidrosolubilidad/liposolubilidad.



A modo de ejemplo, y dentro de la presente práctica, se llevará a cabo la separación de una mezcla de aminoácidos, que se revelarán e identificarán mediante la reacción con la ninhidrina (Jarrín, 2009).

### **3.7 PRUEBAS DE ANÁLISIS SENSORIAL.**

El análisis sensorial está relacionado con la evaluación de los atributos organolépticos de un producto mediante los sentidos. Esto comprende la medición y la cuantificación de las características de un producto, ingrediente o modelo, las cuales son percibidas por los sentidos humanos. Entre dichas características se pueden mencionar las siguientes:

- Apariencia: color, tamaño, forma, entre otros.
- Olor, existen miles de compuestos volátiles odoríferos (alrededor de 50.000, el hombre sólo detecta aproximadamente 3.000).
- Gusto: dulce, amargo, salado y ácido (son los cuatro gustos básicos y existen otros como el umami).
- Textura: dureza, viscosidad, granulosidad, entre otros.
- Sonido: se correlaciona con la textura, crujido, efervescencia.

#### **Aplicaciones.**

La correcta aplicación de ésta debe contar con los puntos fundamentales indicados a continuación: La distinción entre los análisis sensoriales analíticos de laboratorio y las pruebas afectivas en el nivel del consumidor. La necesidad de efectuar los análisis sensoriales de una manera científica, con tantos cuidados como si se tratara de un análisis químico o físico. Entre las numerosas aplicaciones del análisis sensorial se pueden citar las siguientes.

- Desarrollo de un nuevo producto
- Mejora de un producto o de un proceso
- Reducción de costos
- Selección de nuevos proveedores
- Mantenimiento de la calidad
- Estabilidad de un stock
- Prueba de mercado para un nuevo producto

El analista sensorial es el responsable de determinar cuáles son los objetivos de la prueba sensorial, conocer las muestras que se van a evaluar, diseñar y conducir las diferentes pruebas sensoriales de manera adecuada e interpretar y exponer los resultados con claridad y eficacia.

Las pruebas para análisis sensorial son:

**3.7.1 Pruebas objetivas.** Las pruebas objetivas que se subdividen en discriminativas y descriptivas y las pruebas no objetivas también denominadas ensayos hedónicos (principios básicos del análisis sensorial de alimentos, 2008).

Una de las principales metas perseguidas por el análisis sensorial de alimentos es el desarrollo de una metodología, idealmente objetiva, para la determinación de parámetros organolépticos en los alimentos. Hasta la fecha y pese a numerosos intentos, el hombre no ha conseguido crear un instrumento que sustituya al análisis sensorial. Dicho instrumento debería englobar todos los métodos analíticos encaminados a evaluar el aspecto exterior, el sabor y el aroma de nuestros alimentos.

Aparatos como los texturómetros universales (muy utilizados en empresas alimentarias y centros de investigación de alimentos) y la gran variedad de test encaminados a determinar parámetros reológicos como la dureza, fibrosidad, harinosidad, adhesividad, jugosidad pueden, en el mejor de los casos, llegar a tener una buena correlación en sus medidas con el juicio sensorial, pero parece muy difícil que puedan sustituir al ser humano. En última instancia son las personas las que deben valorar la calidad de un alimento, expresar la compleja apreciación sensorial y valorar su grado de satisfacción al ser degustado. Existen otras evaluaciones instrumentales, también de gran uso en laboratorios alimentarios, denominadas técnicas semi objetivas. Incluimos dentro de este grupo a las cromatografías y las valoraciones físico-químicas y bioquímicas, indicadoras de la composición cualitativa del producto (sus vitaminas, elementos minerales, proteínas, ácidos y azúcares, colorantes, edulcorantes artificiales), aspecto íntimamente ligado a las propiedades sensoriales y al margen de aceptabilidad del alimento.

En resumen, se puede decir que hoy en día no existe ninguna técnica capaz de simular las sensaciones que un catador experimenta, por lo que es necesaria una valoración sensorial de los alimentos por un equipo de personas. Sin embargo, la complejidad del análisis sensorial profesional es tal que no se abandonan los esfuerzos por intentar hallar correlaciones válidas entre el análisis sensorial y el instrumental, en determinados parámetros y con diferentes test y analíticas en función de cada alimento en particular. En este sentido la reunión de un grupo de catadores seleccionados, entrenados específicamente en la degustación de un alimento y que funcione como un grupo compacto, coherente y homogéneo es premisa fundamental para el éxito y la validez de los ensayos. El grupo de catadores debe llegar, a lo largo de varias sesiones, a acuerdos sobre los conceptos sensoriales que van a evaluar y la mejor técnica para hacerlo.

El tipo de pruebas diseñadas es completamente diferente de los ensayos hedónicos. No se aceptan términos poco precisos como *bueno*, *muy poco*, *regular*; el hombre debe actuar como una máquina perfecta. Los análisis objetivos se dividen en dos grandes grupos: pruebas discriminativas y descriptivas (principios básicos del análisis sensorial de alimentos, 2008).

#### **3.7.1.1 Pruebas descriptivas.**

**3.7.1.2 Pruebas discriminativas.** Tienen como objeto detectar la presencia o ausencia de diferencias sensoriales entre dos o más productos; el proceso suele contar con varias etapas: la primera de ellas engloba la selección cuidadosa del personal (siempre es conveniente que exista un número de personas superior a quince para establecer un diseño estadístico cuidadoso), evitando catadores con enfermedades crónicas (alergias, problemas respiratorios, nasales y cardiopulmonares) e incapacidades para discernir alguna propiedad sensorial por ejemplo el daltonismo y el color. Quedan excluidas, igualmente, aquellas personas sujetas a una medicación que merme su percepción sensorial; no se tendrán en cuenta las pautas médicas de ínfima duración aunque los catadores aquejados de afecciones temporales no deben participar en las sesiones.

Indudablemente debe valorarse la disponibilidad para el análisis sensorial de cada juez y su grado de compromiso y profesionalidad (principios básicos del análisis sensorial de alimentos, 2008).

**3.7.1.3 Evaluación a través de escalas.** El juez catador responderá a las diferentes cualidades organolépticas evaluadas dándoles una puntuación o situando su valoración sobre una escala que puede traducirse a valores numéricos. La puntuación obtenida será tratada estadísticamente. Con esta prueba podemos conocer la calidad organoléptica de un producto para el atributo sensorial evaluado. El catador, marcará con una señal perpendicular a la escala el punto que considere más adecuado. Es habitual en estos análisis basarse en escalas previas constituidas por alimentos (González y de Lorenzo 2002).

### **3.8. PRUEBAS CON EL TEXTURÓMETRO**

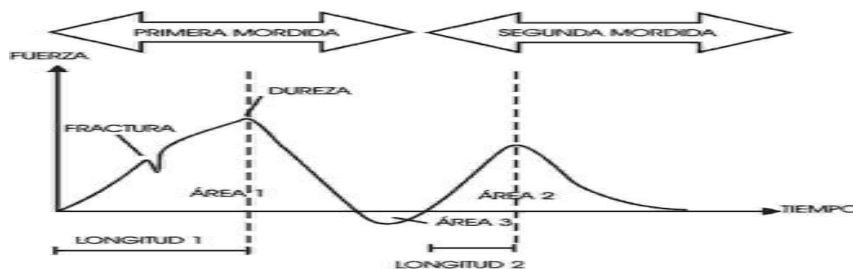
#### **3.8.1 CARACTERIZACIÓN TEXTURAL.**

**3.8.1.1 Textura.** Puede ser definida como los atributos que tiene un alimento resultado de la combinación de las propiedades físicas y las percibidas por nuestros órganos sensoriales (Chand, 1986) y es muy importante en la selección y

preferencia de los alimentos. La evaluación de dicho parámetro es empleada en el desarrollo de nuevos alimentos. en el mejoramiento de los existentes en el control de los procesos de elaboración y en el control de la calidad. ya que muchas de las propiedades texturales de los alimentos como la firmeza, dureza, terneza, etc. y están directamente relacionadas con las propiedades mecánicas de los alimentos, es por ello que es importante su estudio y conocimiento para el control de calidad (Lu y Chen 1998).

Para Demonte (1995). la textura se puede evaluar mediante un Análisis de Perfil de Textura (TPA), el cual fue diseñado para permitir la evaluación instrumental de los parámetros de textura y se basa en imitar la acción de las mandíbulas por medio de un Texturómetro. Para determinar las propiedades reológicas y texturales de los alimentos se usa un instrumento llamado Texturómetro o Instron Universal Testing Machine y en la prueba de TPA se comprimen muestras de alimentos aproximadamente de 80 a 90% de su altura inicial, lo cual resulta casi siempre en la ruptura del alimento. Una cantidad apreciable de alimentos fueron probados en un Texturómetro, obteniéndose excelentes correlaciones para las medidas de dureza, fracturabilidad, masticabilidad, adhesividad y gomosidad que las obtenidas en el panel de degustaciones. En la Figura 2, se muestra una curva típica del análisis de perfil de textura en alimentos.

Figura 2. Curva típica de análisis de perfil de textura.



**3.8.2 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 ésta se obtienen 7 parámetros y Demonte (1995), los define así:

**3.8.2.1 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.

**3.8.2.2 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.

**3.8.2.3 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.

**3.8.2.4 Adhesión.** Área negativa después de la primera compresión (Área 3) y representa el trabajo necesario para despegar el plato de compresión de la muestra. Representa el trabajo necesario para despegar el alimento y una superficie (paladar).

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

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

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

El queso es de naturaleza viscoelástica y su comportamiento reológico no lineal ya ha sido reconocido, pero solo recientemente las técnicas experimentales han sido desarrolladas y Rao (1999) indica que en particular para quesos sólidos la prueba de compresión uniaxial puede proporcionar información acerca de muchas propiedades mecánicas, las cuales pueden ser modeladas por medio de los modelos viscoelásticos, a través de las pruebas de "Creep" y Relajación.

(Castañeda 2002), asegura que el proceso de maduración genera la textura final del mismo y que éste proceso es influenciado por su tamaño, forma y por las condiciones de la maduración, principalmente: tiempo, temperatura, humedad, bacterias y enzimas presentes.

**3.8.3 ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA. (TPA).** Las características de perfil de los quesos incluyen la dureza, cohesividad, elasticidad. analizadas con Instron Universal Testing Machine (UTM) a temperatura ambiente a 22 ° C (Pons y Fiszman 1996).

La grasa en los quesos Mozzarella contribuye a la textura. Cuando la grasa es removida, se presentan cambios adversos que resultan en disminución de la humedad y aumento de las proteínas. Este fenómeno contribuye a la dureza de los quesos. Cuando se calientan, los quesos bajos en grasa pierden la capacidad de

estirarse, derretirse y fluír adecuadamente y liberan ácidos grasos libres, durante el calentamiento de la pizza y muestran un grado de quemado e incompleta fusión de sus fragmentos (Fife *et al.*, 1996; Rudan y Barbano 1998b).

El contenido de calcio es alto comparado con quesos que tienen toda la grasa y existe en la forma de fosfato cálcico unido a la caseína en la fase coloidal. El calcio contribuye a la textura de los quesos al igual que las proteínas que permiten la dureza de los quesos (Metzger *et al.*, 2000). Desestabilizando y removiendo alguna parte del calcio de las micelas de caseína por pre-acidificación de la leche de los quesos con un ácido grado alimentario, previo a la adición del coagulante, la cantidad de cruzamientos entre los polímeros de caseína es reducida. La pre-acidificación aumenta la susceptibilidad de la caseína a la proteólisis primaria interactuando con el coagulante residual.

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **4.1 Localización.**

El trabajo de investigación se desarrolló en la planta de procesamiento de leches de la Universidad Nacional. Sede Medellín y en una quesera de Mompós donde se siguió por dos días el procesamiento de los quesos.

La caracterización reológica y textural se realizó en el laboratorio de procesos de Alimentos de la Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín, la caracterización físico química se realizó en los laboratorios de control de calidad de la planta de leches y en el laboratorio de bromatología de la misma Universidad. Las pruebas de cromatografía en los laboratorios de Productos Naturales y en el Laboratorio de Análisis Instrumental, de la misma Universidad.

### **4.2 MATERIALES.**

- Leche fresca de vaca: Leche cruda de la finca Paysandú, leche cruda de Mompós.
- Cuajo
- Cultivos lácticos.
- Sal.
- Quesos.
- Bolsas plásticas
- Papel absorbente
- Cuchillo, cucharas.
- Materiales para tomar pruebas con el texturómetro:
- Sacabocados cilíndricos en acero inoxidable de 2 cm de diámetro.
  
- Variables: velocidad, tiempo, fuerza, distancia.
- Tiempo en segundos.
- Velocidad mm/s
- Distancia en mm, Fuerza en gramos.

### **4.3 EQUIPOS.**

- Caldera



- Marmita de 300 litros
- Un mecedor
- Moldes para quesos.
- una mesa en acero inoxidable.
- una cava de refrigeración.
- Balanza electrónica 500 gramos.
- Báscula. 100 Kilogramos.

#### **4.4 METODOLOGÍA.**

Se visitó una quesera de Mompós, se trajeron muestras de queso guardando todas las condiciones para que se conserven hasta el análisis. En las visitas a las queseras. se observó y se anotó todo el proceso de elaboración del queso y las materias primas utilizadas para éste. En la Universidad se hizo quesos tipo con cultivo y sin cultivo. a todas las muestras obtenidas se les aplicó pruebas de acidez, pH, contenido de proteínas, sólidos totales, de grasas, de cenizas, parámetros texturales, cromatografía para determinar aminoácidos y ácidos grasos. Se utilizó cultivos termófilos de una casa comercial.

Las muestras se tomaron completamente al azar, fueron 4 muestras o tratamientos con 3 repeticiones.

**El tratamiento 1**, corresponde a los quesos momposinos autóctonos de un día.

**El tratamiento 2**, corresponde a los quesos momposinos autóctonos del otro día.

**Tratamiento 3**, son los quesos tipo, elaborados en la Planta de Lácteos de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, elaborados con leche pasteurizada y cultivos termófilos.

**Tratamiento 4**, queso tipo, elaborado con leche cruda y suero al 5%.

Los datos obtenidos, se promediaron y se trabajaron en excell 2007, se procesaron estadísticamente por Staphgraphic Centurión versión xv.l

La temperatura de maduración del suero y para la elaboración del queso, se estableció según los parámetros en Mompós y a nivel de estándares nacionales para los quesos elaborados en la planta de leches de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. La temperatura de maduración del suero se hizo a temperatura ambiente, teniendo en cuenta todas las normas higiénicas para que no crezcan microorganismos patógenos. La temperatura ambiente de la isla de Mompós, es de aproximadamente 39 grados centígrados. (Tomado de

[http://clima.msn.com/local.esp?wealocations = WC: 21696](http://clima.msn.com/local.esp?wealocations=WC:21696). agosto 30 de 2008). En Medellín es de 26 grados centígrados aproximadamente. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Medellin\\_Colombia](http://es.wikipedia.org/wiki/Medellin_Colombia). Septiembre 12 de 2008).

La temperatura de coagulación, fue a 32 ° C (Mejía y Sepúlveda 1999).

Temperatura de hilado fue entre 65 y 70 ° C (Mejía y Sepúlveda 1999)

Temperatura de refrigeración fue de 4 ° C (Mejía y Sepúlveda 1999).

Todos los datos se evaluarán por pruebas estadísticas de ANOVA.

En el siguiente gráfico, se esquematiza las muestras a tomar y las medidas para formar el queso Momposino.

## DISEÑO ESTADÍSTICO.

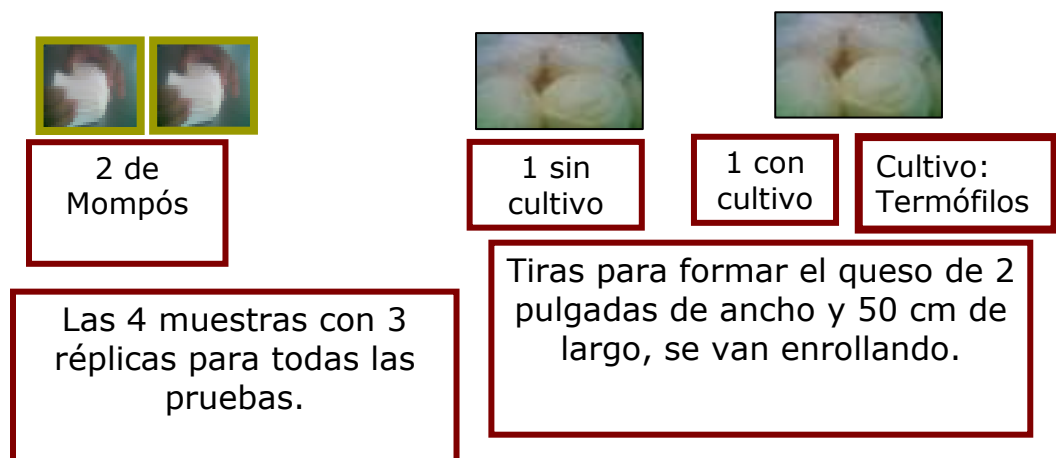


Figura 3. Muestras con 3 repeticiones elaboradas en el trabajo.

# QUESO SIN CULTIVO DE MOMPÓS

acidificación lenta

coagulación ácida y enzimática

temperatura ambiente entre 36 y 39 °C

LECHE FRESCA: cantidad 50 kilogramos.  
% de A.L 0.18  
Suero: % de A.L 0.60

CUAJO: 1 gramo para 100 litros.

MEZCLA DE LECHE, SUERO Y CUAJO SE REVUELVE POR 2 MINUTOS.

COAGULACIÓN POR 30 MINUTOS.

SE PARTE LA CUAJADA, EN CUADROS DE 10 X 10 CENTÍMETROS.

REPOSO DE 15 MINUTOS.

DESUERAR

SE QUIEBRA LA CUAJADA CON LOS DEDOS POR ESPACIO DE 30 MINUTOS  
LA CUAJADA SE PARTE EN CUBOS, SUMERGIDOS EN SUERO POR 4 Ó 5 HORAS

HILAR, A UNA TEMPERATURA DEL AGUA DE 60 °C POR 2 MINUTOS

PARTIR LA MASA EN TIRAS Y SALAR

ENROLLAR LAS TIRAS Y FORMAR

Figura 4. Flujograma queso autóctono.

## QUESO TIPO MOMPOSINO SIN CULTIVO

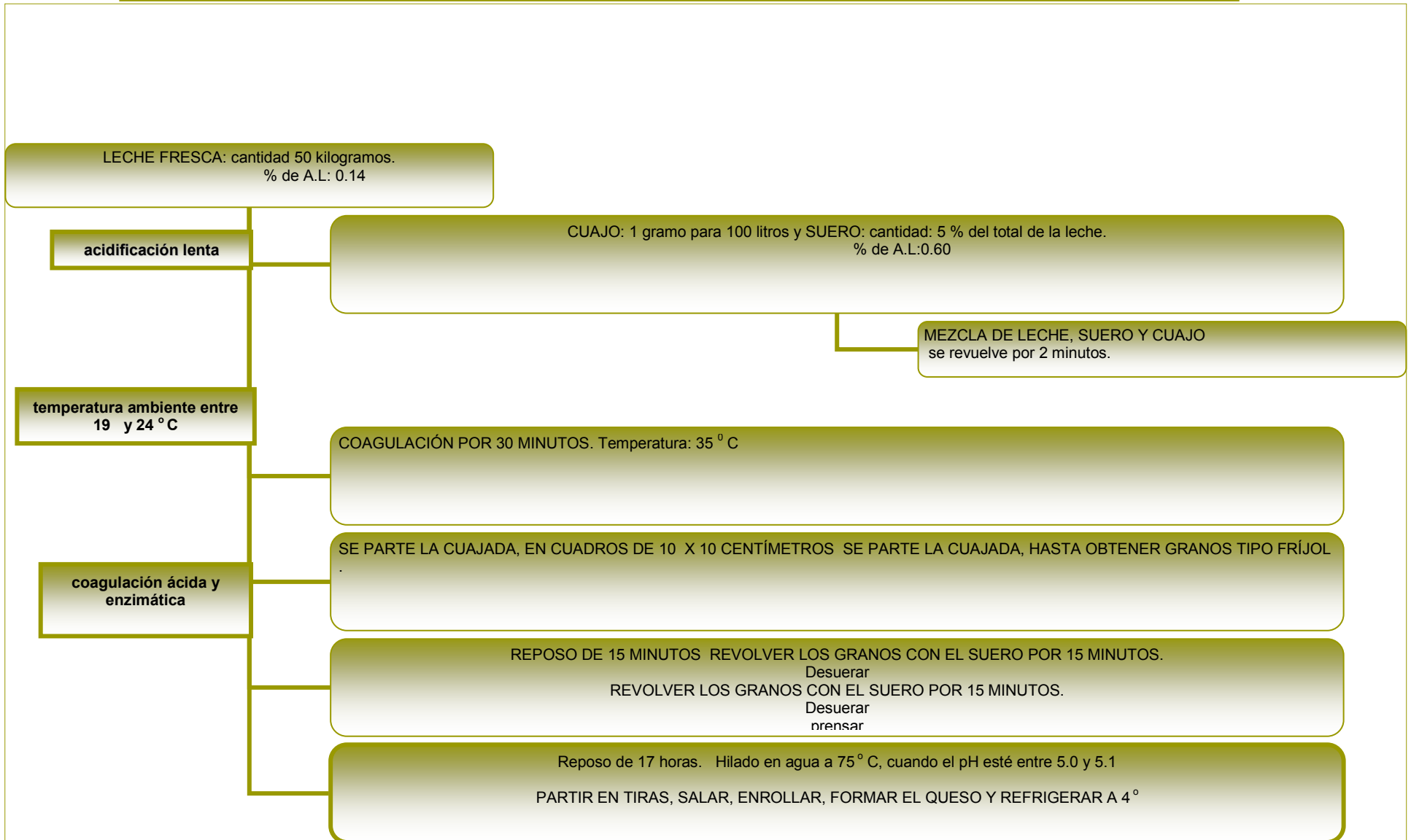


Figura 5. Flujograma queso tipo sin cultivo

# QUESO TIPO MOMPOSINO CON CULTIVO

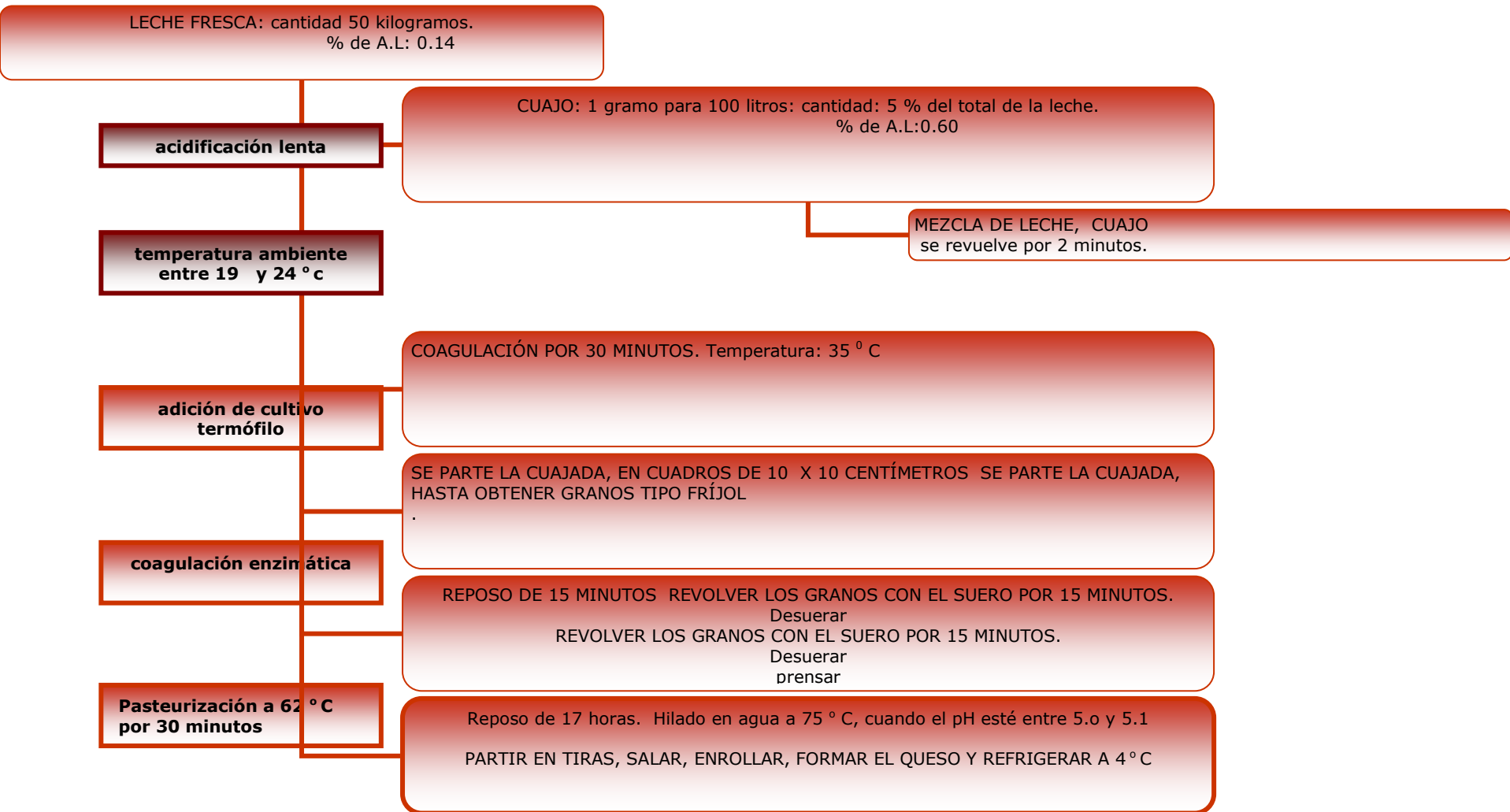


Figura 6. Queso tipo con cultivo

## **5 Pruebas químicas realizadas a los quesos.**

**4.5.1 Determinación de proteínas.** Se realizó a los 4 días de elaboración de los quesos. se analizaron 12 muestras. en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Se realizará por el método de Kjeldahl (NTC-4657).

**4.5.2 Determinación de cenizas.** Se realizó a los 4 días de elaboración de los quesos, se analizaron 12 muestras, en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Prueba de Cenizas: por el método de incineración directa (AOAC 942.05. Cáp. 4. Pág. 5).

**4.5.3 Determinación de sólidos totales.** Para la determinación de éstos, primero se tomó el porcentaje de humedad, para la cual se tomaron dos métodos diferentes. Uno fue someter las muestras de queso a secado en estufa por 6 horas a 60 ° C en forma continua, en el Laboratorio de Alimentos. La otra se hizo en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín por el método Termogravimétrico a 103 ° C (Basado en ISO 6496).

**4.5.4 Determinación de acidez.** Se utilizó el método 920.124 (AOAC), se elaboró una solución de hidróxido de sodio al 0.1 N y fenoftaleína como indicador. El resultado se reportó en % de ácido láctico.

**4.5.5 Determinación de grasa.** Prueba de Grasa: la materia grasa se mide por el método butirométrico de Babcock. Ver anexo B.

**4.5.6 Determinación de pH.** Por el método de potenciometría. La determinación del pH se hizo sobre 12 muestras de queso momposino, el peachímetro previamente se calibró con las soluciones buffer y se hizo tres mediciones sobre cada muestra de queso que fue de 125 gramos aproximadamente. Las mediciones se hicieron a temperatura ambiente. los quesos se conservaron en refrigeración a 4 ° C hasta 10 minutos antes de la medición del pH. Ver anexo C.

## **4.6 PRUEBAS TEXTURALES.**

**Determinación de textura.** Se evaluó la textura de 12 muestras de queso Momposino, además de la dureza, se evaluó elasticidad, cohesividad, resiliencia. Ver anexo E;F;G.

#### **4.7.4 EVALUACIÓN SENSORIAL**

La evaluación sensorial se realizó en la Planta de Lácteos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Se utilizó un panel compuesto por 9 catadores, los cuales se seleccionaron según su disponibilidad y aptitudes sensoriales. Se entregaron a cada uno de los panelistas 12 muestras de los diferentes quesos, de Mompós y los elaborados en Medellín, todos se evaluaron con 9 días desde su elaboración y se mantuvieron en refrigeración hasta 20 minutos antes de evaluarlos. Evaluaron los quesos siguiendo un formato (anexo A). Esta evaluación se hizo a una temperatura ambiente entre 20 y 22 ° C.

#### **4.8 DETERMINACIONES POR CROMATOGRAFÍA**

**4.8.1 Determinación de ácidos grasos libres y volátiles por cromatografía de gases.** Se determinó por Cromatografía de gases (GC-MS), en el Laboratorio de análisis Instrumental de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Se obtuvo los siguientes resultados que se consolidan en los gráficos. Las muestras analizadas fueron 12. 6 de muestras de queso momposino autóctono y 6 de queso elaborados en Medellín. 3 con cultivo y 3 sin cultivo. En las figuras 4, 5, 6 y 7 se representan todos los compuestos volátiles que se identificaron.

**4.8.2 Determinación de aminoácidos libres por cromatografía en capa fina.** El método fue cromatografía en capa fina unidimensional, según Egon Stahl, con extracción previa de la grasa por el método de SOXLHER PARA EXTRACCIÓN DE GRASA.

Las 12 muestras de queso están refrigeradas a 4 ° C hasta el momento de empezar con el Método de Soxhlet para la extracción de la grasa.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 5.1 PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS.

Tabla 4. Propiedades físico-químicas de los quesos Momposinos.

Tratamientos	Acidez	pH	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Sólidos totales (%)
1 Queso autóctono	0.65	4.86	25.07	29.83	3.67	71.00
2 Queso autóctono	0.43	4.91	24.97	30.00	3.70	66.60
3 Queso con cultivo	0.33	5.29	23.27	27.00	4.20	52.34
4 Queso sin cultivo	0.25	5.36	24.90	25.00	4.90	55.84

#### 5.1.1 Acidez y pH.

Tabla 5. Valores promedios de la acidez y pH en quesos Momposinos.

Tratamientos	Acidez	pH
1	0.65	4.86
2	0.43	4.91
3	0.33	5.29
4	0.25	5.36

En la tabla 5, se muestra que a menor pH (4.86) mayor acidez (0.65% de A.L) del queso correspondiente al tratamiento 1 y a mayor valor de pH (5.36), el valor de acidez fue menor (0.25% de A.L), que corresponde al tratamiento 4, quesos elaborados en Medellín con adición de suero al igual que el tratamiento 1, la diferencia en valores de acidez y pH dependen de la temperatura ambiente y del tiempo de acidificación que se da más rápido en Mompós, debido a que las bacterias descomponen más rápido el sustrato a temperaturas mayores a 35 ° C.

Según (Castillo, 2001), el pH fue de 5.3 y la acidez fue de 0.91 más o menos 0.07; el pH está dentro del rango de este estudio y el porcentaje de acidez está por encima del valor máximo.



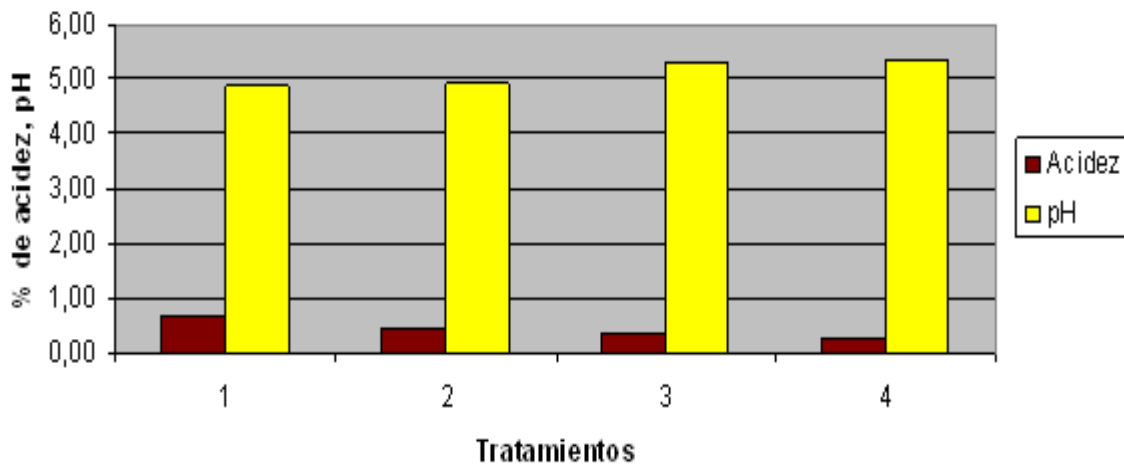


Figura 7. Valores promedios de acidez y pH en quesos Momposinos.

En la figura 7, se muestran los valores medios de acidez y pH. a mayor valor de pH. la acidez es menor y viceversa; guardando una relación inversa entre las dos variables. En la gráfica se puede apreciar que a medida que aumenta la acidez, disminuye el pH y viceversa. Estas diferencias en el pH y la acidez entre tratamientos, está influenciada por la temperatura ambiente, a mayor temperatura ambiente como en Mompós los quesos se acidifican más rápido y adquieren mayor acidez. En una investigación realizada por (Maldonado y Llanca 2008) en quesos de mano venezolanos se encontró que el pH fue de 4.51 y la acidez de 0.76, los valores de pH están dentro de los rangos obtenidos en esta investigación (Bennik, 1999) reportó para pH rangos de 4.90 a 5.35. Por otra parte (Jay, 2000) obtuvo en acidez valores de 0.47 a 0.53%. Todos los valores obtenidos en los quesos de mano comerciales, entran dentro de los rangos señalados en la literatura (Jay, 2000; Bennik, 1999).

Tabla 6. ANOVA para acidez.

Fuente de variación	SC	GL	Cuadrado de medias	F	P
Entre grupos	0.265367	3	0.0884556	65.93	0.0000
Sin grupos	0.0107333	8	0.00134167		
Total	0.2761	11			

SC: Suma de cuadrados; GL: Grados de Libertad; F: P

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

Tabla 7. ANOVA de pH

Fuente de variación	SC	GL	Cuadrado de medias	F	P
Entre grupos	0.586692	3	0.195564	28.87	0.0001
Sin grupos	0.0542	8	0.006775		
Total	0.640892	11			

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 %.

**5.21.2 Proteínas.** Según la tabla número 5, el valor más alto de proteínas corresponde al primer tratamiento de los quesos elaborados en Mompós (25.07%) y el valor más bajo corresponde a los quesos con cultivo, tratamiento 3 elaborados en Medellín (23.27%). Según (Maldonado y Llanca 2008), el estudio de la calidad del queso de mano comercializado en el municipio Girardot, estado Aragua, Venezuela obtuvo un valor medio de proteínas de 22.17%, éste es inferior a los obtenidos en los 4 tratamientos, con un valor mínimo de 19.71 y 24.97, éste último es igual al obtenido en el tratamiento 3.

Según, De Alba *et al.*, 1991, el queso asadero, presenta un porcentaje de proteínas entre 21 y 30% y el queso Oaxaca del 24%, ambos son quesos hilados, su tecnología es similar al queso Momposino y los valores reportados son similares a los obtenidos en este trabajo.

Según (Furtado, 2001). el porcentaje de proteínas para los quesos Mozzarella está en 21%, valor que es inferior a los obtenidos en el trabajo.

Tabla 8. ANOVA – Proteínas por tratamiento.

Fuente de variación	SC	GL	Cuadrado de medias	F	P
Entre grupos	6.63	3	2.21	3.62	0.0646
Sin grupos	4.88	8	0.61		
Total	11.51	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 %

**5.1.3 La grasa.** El valor más alto corresponde al tratamiento 2 (30%), quesos elaborados en Mompós y el menor valor (24%), corresponde al tratamiento 4, quesos sin cultivo elaborados en Medellín. Según (Maldonado y Llanca 2008), el valor medio de grasa está en 24.05%, el valor mínimo está en 20.4 % y el valor máximo está en 27.6 %. El valor medio corresponde al valor mínimo del trabajo y el valor máximo está por debajo del valor máximo del trabajo, éstas diferencias están dadas por el contenido de grasa de las leches utilizadas en la elaboración de los quesos.

Según (COVENIN 3822:2003). Norma Venezolana. el contenido de grasa para los quesos de pasta hilada semigrasos está entre mayor o igual a 25% y menor de 45%, el valor más alto de grasa en este estudio está en 30 % que se encuentra en este rango.

Castillo, 2001, encontró que el porcentaje de grasa para los quesos Mozzarella fue de 22.5 % con una desviación estándar de más o menos 3, valor que está por debajo del valor mínimo de grasa obtenido.

Tabla 9. ANOVA - Grasa del Momposino.

Fuente de variación	de SC	GL	Cuadrado de medias	F	P
Entre grupos	52.0625	3	17.3542	15.15	0.0012
Sin grupos	9.16667	8	1.14583		
Total	61.2292	11			

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

**5.1.4 Cenizas.** El valor más alto fue de 4.9% para los quesos sin cultivo elaborados en Medellín y el valor más bajo para los quesos elaborados en Mompós con un porcentaje de 3.67 para los quesos del primer tratamiento elaborados en Mompós.

Según Villegas, 1993, el contenido de cenizas en queso Oaxaca fue de 3.5 % a 3.7 %.

Tabla 10. ANOVA - Cenizas por tratamiento.

Fuente de variación	SC	GL	Cuadrado de medias	F	P
Entre grupos	3127.54	3	1042.51	90.88	0.0000
Sin grupos	91.7667	8	11.4708		
Total	3219.31	11			

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

**5.1.5 Sólidos totales.** Se obtuvo los valores más altos en los quesos autóctonos y esto se explica porque los quesos son hechos con leche de ganado cruzado que es rica en sólidos, especialmente en grasa y proteína.

A mayores sólidos totales, la dureza del queso disminuye comparado con los que tienen menor cantidad de sólidos totales, como en el caso de los quesos tipo que presentaron menor contenido en sólidos totales y por lo tanto mayor dureza.

Tabla 11. ANOVA - Sólidos totales por tratamiento.

Fuente de variación	de	SC	GL	Cuadrado de medias	F	P
Entre grupos		859.677	3	286.559	64.47	0.0000
Sin grupos		35.5581	8	4.44476		
Total		895.235	11			

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%

La figura 9 muestra mayor promedio de sólidos totales en los tratamientos 1 y 2.

A mayores sólidos totales como en el tratamiento 1 con 71%, menor es la dureza dada en gramos (12820.72 gramos).

Tabla 12. Textura por el texturómetro en gramos.

Tratamiento	Dureza	Adhesividad	Elasticidad	Cohesividad	Gomosidad	Derretimiento	Resiliencia
1	12820.72	-151.50	-791.52	0.43	3678.43	2224.80	0.12
2	38656.82	-795.31	0.51	0.39	16018.52	7789.07	0.15
3	66975.84	-185.18	0.75	0.39	26912.98	19111.07	0.23
4	87962.50	-55.14	0.78	0.41	41233.19	30884.94	0.22

La mayor dureza se dio en los quesos sin cultivo elaborados en Medellín y la menor dureza en los quesos sin cultivo elaborados en Mompós la dureza está relacionada con la acidez, a mayor acidez menor dureza y viceversa.

En un estudio realizado por (Fredick, 1987) en quesos de pasta hilada, la dureza del queso disminuyó de 270 a 196 N (valores medios) cuando el pH disminuyó de 6.0 a 5.5 respectivamente. Los quesos con bajos pH tienen matrices con menos uniformidad estructural y comportamiento como de sólido ésta disminución no permitió el desarrollo del estiramiento en el queso. Hubo una pequeña disminución en la cohesividad de 0.39 a 0.38 al disminuir el pH.

La pasteurización de la leche disminuye la dureza, lo cual puede ser debido al incremento de la humedad, la dureza en los quesos elaborados con leche cruda debido a la proteólisis, la dureza y la proteólisis han sido reportadas por tener una buena correlación (Fredick. 1987).

**5.2 Análisis de textura por (TPA).** (Fox *et al.*, 2000), encontró que la dureza se incrementa durante los primeros 60 días de maduración y permanece constante hasta el final. El incremento en la dureza está relacionado con la disminución en la humedad lo cual se refleja en una matriz proteica con más plasticidad y además se hace menos elástica y más susceptible a la fractura bajo compresión. La cohesividad, incrementa gradualmente durante los primeros 120 días de maduración y luego disminuye lentamente. El estiramiento incrementa lentamente durante el período de maduración, progresa por encima de los 120 días y luego baja. La chedarización fue más alta en quesos frescos elaborados con leche cruda que en quesos elaborados con leche pasteurizada. El derretimiento de los quesos con leche cruda fue más bajo que los quesos elaborados con leche pasteurizada debido a la alta proteólisis (López, 2004).

Tabla 13. Textura de quesos.

Propiedad	Queso ranchero comercial	Queso ranchero obtenido
Resortividad	0.73	0.912
Cohesividad	0.41	0.527
Masticabilidad (N)	2.54	5.391
Gomosidad (N)	3.48	5.913
Adhesividad (Nm)	0.89	0.212
Dureza (N)	8.49	11.211

Tomado: López. M. 2004.

En la tabla 13, se muestran los resultados de la textura y las propiedades de masticabilidad, adhesividad y dureza, el queso ranchero es significativamente diferente al comercial al usar una prueba de comparación pareada utilizando LSD al 85 % de seguridad. El queso ranchero obtenido presenta mayor masticabilidad, gomosidad y dureza pero menor adhesividad que el queso ranchero comercial, debido a que el queso fresco obtenido fue elaborado con leche entera sin adicionar ni sustituir ningún ingrediente y éste le confiere mejores características de textura, siendo más consistentes, reflejándose en mayores valores en las propiedades de masticabilidad y dureza y menores valores de adhesividad (López, 2004).

Tabla 14. Textura de quesos.

Propiedad	Queso Oaxaca comercial	Queso Oaxaca obtenido
Resortividad	0.858	0.858
Cohesividad	0.709	0.715
Masticabilidad (N)	11.267	22.846
Gomosidad (N)	13135	26.632
Adhesividad (Nm)	0.125	0.421
Dureza (N)	18.526	37.233

Tomado: López, 2004.

En la tabla 14 se muestran los resultados de la textura y las propiedades de masticabilidad, adhesividad y dureza, el queso Oaxaca es diferente al queso Oaxaca comercial, debido a que el queso Oaxaca obtenido, fue elaborado con leche entera, presentando mayor consistencia como se refleja en las propiedades de masticabilidad y dureza y además debido al procesamiento para obtener una pasta elástica al modificar su acidez sin adicionar ningún ingrediente análogo le confiere mayor adhesividad (López, 2004).

Tabla 15. ANOVA – Dureza por tratamiento.

Fuente de variación	SC	GL	Cuadrado de medias	F	P
Entre grupos	9.69002E9	3	3.23001E9	2.35	0.1485
Sin grupos	1.09936E10	8	1.3742E9		
Total	2.06836E10	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 dureza y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %

Tabla 16. ANOVA – Elasticidad por tratamiento.

Fuente de variación	SC	GL	Cuadrado de medias	F	P
Entre grupos	0.14217	3	0.04739	3.17	0.0855
Sin grupos	0.119762	8	0.0149702		
Total					

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

Tabla 17. ANOVA - Cohesividad por tratamiento.

Fuente de variación	SC	GL	Cuadrado de medias	F	P
Entre grupos	0.00282225	3	0.00094075	0.04	0.9897
Sin grupos	0.203128	8	0.025391		
Total	0.2059	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 cohesividad y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %

Tabla 18. ANOVA para derretimiento.

Fuente de variación	de	SC	GL	Cuadrado de medias	de F	P
Entre grupos		1.45331E9	3	4.84436E8	1.95	0.2001
Sin grupos		1.98662E9	8	2.48327E8		
Total		3.43992E9	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 derretimiento y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %

Tabla 19. ANOVA – Resilencia por tratamientos.

Fuente de variación	de	SC	GL	Cuadrado de medias	de F	P
Entre grupos		0.0279662	3	0.00932208	1.65	0.2531
Sin grupos			8			
Total			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 resiliencia y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %

Tabla 20. ANOVA para gomosidad.

Fuente de variación	SC	GL	Cuadrado de medias	de F	P
Entre grupos	2.29651E9	3	7.65505E8	1.98	0.1958
Sin grupos	3.09495E9	8	3.86869E8		
Total	5.39147E9	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 gomosidad y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

Tabla 21. ANOVA de adhesividad por<sup>48</sup> tratamiento.



Fuente de variación	SC	GL	F	P
Entre grupos	1.02146E6	3	2.20	0.1656
Sin grupos	1.23725E6	8		
Total	2.25872E6	11		

El P-value de la prueba F es más grande de 0.05, no hay diferencia significativa entre la media de adhesividad de un nivel de tratamiento. con un nivel de confianza del 95%.

**5.3 EVALUACIÓN SENSORIAL.** Análisis de evaluación sensorial. Para ésta, se utilizò un formato de evaluación descriptiva. (ver anexo A).  
3 a 4 bueno.  
4 a 5 muy bueno.

Tabla 22. Calificación media del sabor por 9 panelistas de quesos Momposinos.

tratamiento	media de sabor	media de textura
1	4.00	4.07
2	4.15	4.22
3	3.96	4.07
4	3.96	4.11

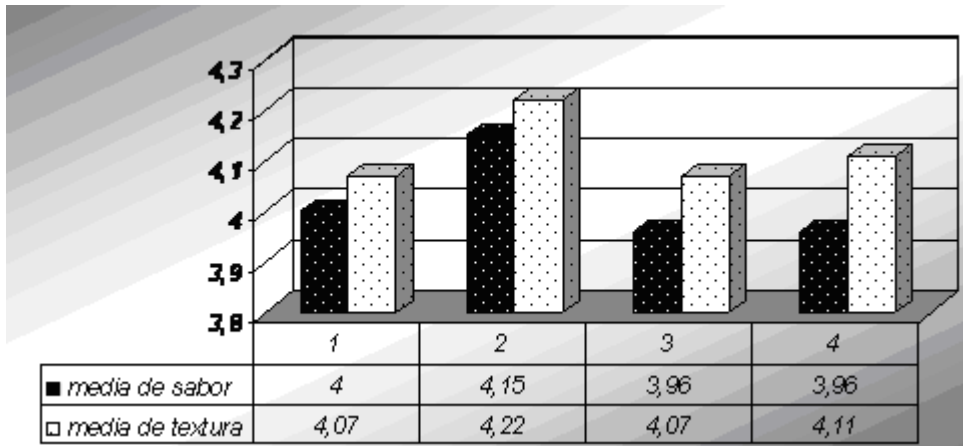


Figura 8. Calificación media del sabor y la textura por 9 panelistas.

Tabla 23. ANOVA para calificación de sabor por tratamiento.

Fuente de variación	de SC	GL	Cuadrado medias	de F	P
Entre grupos	0.0685667	3	0.0228556	0.12	0.9461
Sin grupos	1.5314	8	0.191425		
Total	1.59997	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 sabor y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %

Tabla 24. ANOVA para calificación de textura por tratamientos.

Fuente de variación	de SC	GL	Cuadrado medias	de F	P
Entre grupos	0.0454	3	0.0151333	0.31	0.8152
Sin grupos	0.3858	8	0.048225		
Total	0.4312	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 la<sup>50</sup> textura y el nivel del tratamiento

con un intervalo de confianza del 95 %

Tabla 25. ANOVA de sabor amargo.

Fuente de variación	de SC	GL	Cuadrado de medias	de F	P
Entre grupos	0.913333	3	0.304444	3.45	0.0718
Sin grupos	0.706667	8	0.0883333		
Total	1.62	11			

El P-value de la prueba F es más grande de 0.05, no hay diferencia significativa entre la media de sabor amargo y el nivel de tratamiento. con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 26. ANOVA para sabor salado.

Fuente de variación	de SC	GL	Cuadrado de medias	de F	P
Entre grupos	1.0984	3	0.366133	1.32	0.3341
Sin grupos	2.22107	8	0.277633		
Total	3.31947	11			

El P-value de la prueba F es más grande de 0.05, no hay diferencia significativa entre la media de salado de un nivel de tratamiento, con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 27. ANOVA para sabor ácido.

Fuente de variación	de SC	GL	Cuadrado de medias	de F	P
Entre grupos	0.256667	3	0.0855556	0.48	0.7081
Sin grupos	1.44	8	0.18		
Total	1.69667	11			

El P-value de la prueba F es más grande de 0.05, no hay diferencia significativa entre la media de sabor ácido de un nivel de tratamiento. con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 28. ANOVA para sabor cocido.

Fuente de variación	de SC	GL	Cuadrado de medias	de F	P
Entre grupos	0.529167	3	0.176389	23.52	0.0003
Sin grupos	0.06	8	0.0075		
Total	0.589167	11			

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

Tabla 29. Promedio de la intensidad del sabor en quesos Momposinos.

Tratamientos	sabor amargo	sabor salado	sabor ácido	Sabor cocido
1	2.17	2.07	2.67	2.17
2	2.37	2.5	2.4	2.2
3	1.7	2.7	2.3	1.8
4	1.7	2.9	2.3	1.8

La tabla 29, muestra las intensidades en el sabor. se encontró que en el tratamiento 2 correspondiente a quesos elaborados en Mompós presentó el mayor valor en la intensidad de amargo, seguido del tratamiento 1 y el tratamiento 3 y 4 que presentaron los valores más bajos pero en la misma proporción. Los mayores

contenidos de sal los presentaron los tratamientos 4 y 3 con 2.9 y 2.7 y la menor intensidad en el sabor salado fue de 2.07 para el tratamiento 1.

Los mayores tratamientos ácidos, los presentaron los tratamientos 1 y 2 con 2.67 y 2.4 respectivamente y el tratamiento 3 y 4 con 2.3.

El puntaje mayor a sabor cocido, lo presentaron el tratamiento 2 y el 1 con 2.2 y 2.17 respectivamente. El 3 y 4 el menor puntaje (1.8).

Los quesos del tratamiento 3 y 4 presentaron valores iguales de sabor amargo, ácido y cocido, éstos fueron elaborados en la Planta de Lácteos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín donde se controlaron todas las variables de tiempo y temperatura.

Los tratamientos 1 y 2 fueron elaborados en Mompós y en la evaluación sensorial presentaron diferencias en todas las intensidades del sabor, lo que probablemente es debido al no control de variables que hacen que el producto final sea cambiante.

La variable más sobresaliente fue para el sabor ácido con 2.67 en el tratamiento 1, se puede observar en tabla 29 y el valor más alto de acidez fue de 0.65 % A.L para el mismo tratamiento, lo que indica que los panelistas detectaron muy bien el sabor ácido en estos quesos e hicieron la diferenciación con los otros. La variable menos sobresaliente fue el sabor amargo con 1.7 para los tratamientos 3 y 4.

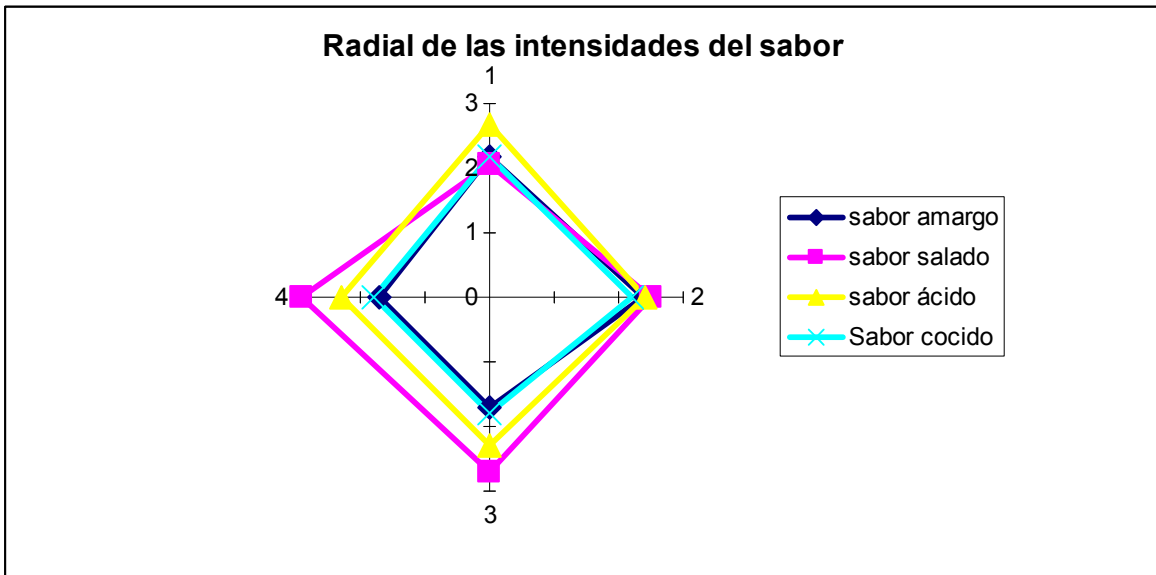


Figura 9. Radial de la intensidad del sabor.

Tabla 30. ANOVA para textura quebradiza.

Fuente de variación	de	SC	GL	Cuadrado medias	de F	P
Entre grupos		0.906667	3	0.302222	10.07	0.0043
Sin grupos		0.24	8	0.03		
Total		1.14667	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 textura quebradiza y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %

Tabla 31. ANOVA para textura arenosa.

Fuente de variación	de	SC	GL	Cuadrado medias	de F	P
Entre grupos		0.0891667	3	0.0297222	1.32	0.3335
Sin grupos		0.18	8	0.0225		
Total		0.269167	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 textura arenosa y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

Tabla 32. ANOVA para textura elástica.

Fuente de variación	SC	GL	Cuadrado de medias	F	P
Entre grupos	0.0425	3	0.0141667	0.61	0.6288
Sin grupos	0.186667	8	0.0233333		
Total	0.229167	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 textura elástica y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %

Tabla 33. ANOVA para textura pegajosa

Fuente de variación	SC	GL	Cuadrado de medias	F	P
Entre grupos	0.436667	3	0.145556	2.96	0.0976
Sin grupos	0.393333	8	0.0491667		
Total	0.83	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 textura pegajosa y el nivel del tratamiento con un intervalo de confianza del 95 %.

Tabla 34. Texturas en quesos.

tratamiento	quebradiza	arenosa	elástica	pegajosa
1	1.9	1.37	2.2	2
2	2.07	1.5	2.4	2.1
3	1.53	1.3	2.3	1.7
4	1.4	1.37	2.3	1.8

Al evaluar las intensidades en la textura, se encontró el mayor valor (2.07) en el tratamiento 2 y el menor con 1.4.

En textura arenosa el mayor valor fue de 1.5 en el tratamiento 2.

Todos los quesos fueron evaluados con sabor bueno, presentando la mejor evaluación el tratamiento 2 con un valor de 4.15; los tratamientos 3 y 4 con un puntaje de 3.96 corresponden a quesos evaluados en la planta de lácteos.

El valor más alto para la textura fue de 4.22 para el tratamiento 2 y el menor valor corresponde al tratamiento 1 y 3 con un valor de 4.07.

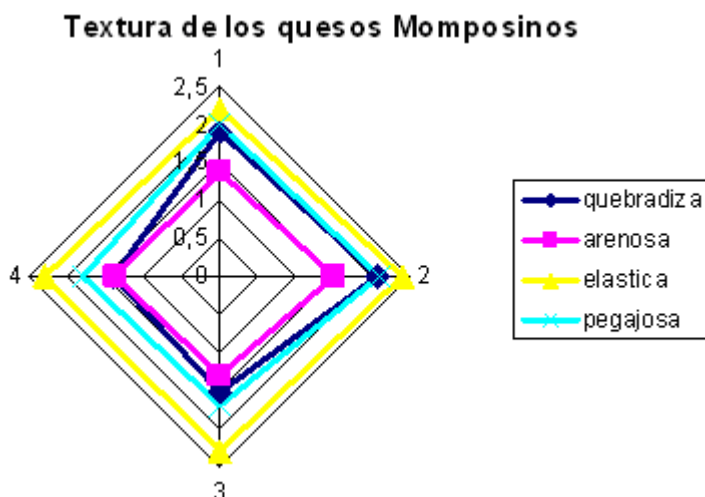


Figura 10. Texturas en quesos.

#### 5.4 CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA PARA AMINOÁCIDOS

La relación se obtiene de dividir la distancia recorrida por el aminoácido sobre la distancia recorrida por el solvente.  $R_f = D_m / D_f$

En este trabajo, la distancia recorrida por el solvente para las pruebas de Mompós fue de 5.0 cm y para las de Medellín 5.5 cm, estableciendo la relación con cada aminoácido patrón. En las figuras 1, 2 y 3 se muestra como se hace la siembra para cada aminograma y en el anexo se describe el proceso.



Tabla 35. Tratamientos 1 y 2. Marzo 11 y 12. Mompós.

Patrones de aas	Relación de aa / distancia rec. por eluyente	Distancia recorrida por el aminoácido en cm	Distancia recorrida por el solvente en cm	Muestras Distancia recorrida en cm	Rf
arginina	0.28	1.4	5	4.5	0.9
valina	0.76	3.8	5		
triptófano	0.80	4.0	5		
histidina	0.66	3.3	5		
treonina	0.64	3.2	5		
lisina	0.36	1.8	5		
tirosina	0.96	4.8	5		
alanina	0.60	3.0	5		
cisteína	0.70	3.5	5		

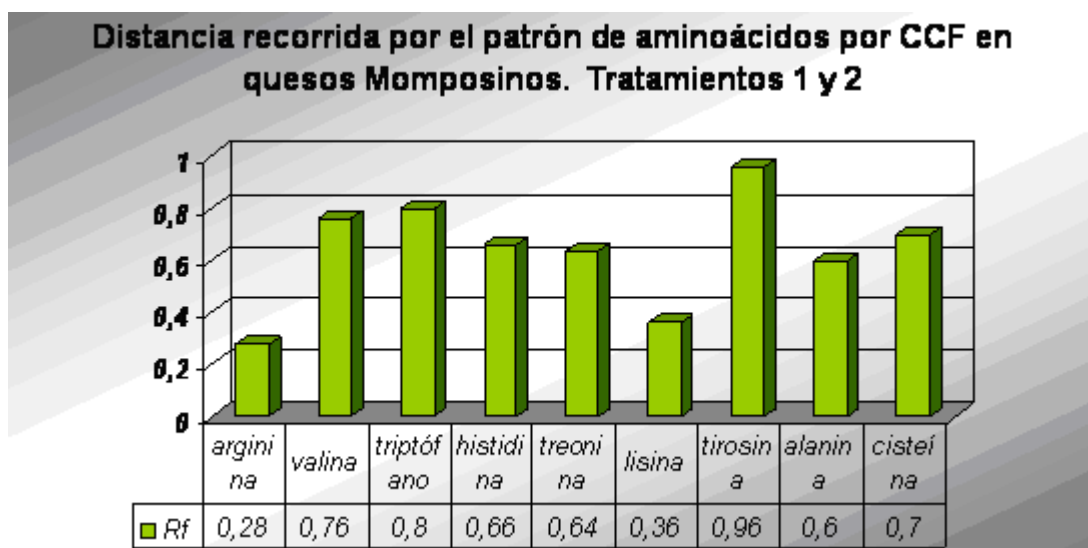


Figura 11. Distancia recorrida por el patrón de aminoácidos por CCF en quesos Momposinos. Tratamientos 1 y 2.

En el tratamiento 1 y 2, el aminoácido con menor recorrido fue la arginina y con mayor recorrido fue la tirosina.

En el tratamiento 3 y 4, el aminoácido de menor recorrido fue la alanina y el de mayor fue la arginina.

La distancia recorrida por el aminoácido arginina fue mayor en los tratamientos 3 y 4 que en los otros dos, lo que se refleja en un  $R_f$  menor para arginina en los tratamientos 1 y 2; y un  $R_f$  mayor en los tratamientos 3 y 4, lo que indica que este compuesto tuvo más solubilidad en el solvente y por lo tanto un mayor desplazamiento, lo que indica que puede indicar que en los quesos elaborados en Medellín, la arginina está en mayor cantidad.

La formación del sabor por medio de aminoácidos por bacterias ácido lácticas depende de reacciones complejas donde se degradan las caseínas (Poquet *et al.*, 2000).

Los aminoácidos aromáticos de cadena ramificada y la metionina parecen los más relevantes para los sustratos del sabor del queso. La conversión de aminoácidos aromáticos puede resultar en la formación de sabores indeseables, como feniletanol, fenilacetaldehído, indol que contribuyen a sabores a sucio o fecales (Christensen *et al.*, 1999).

La selección inicial de la bacteria puede evitar la formación de sabores indeseables como el Benzaldehído que también puede ser formado a partir de triptófano o fenilalanina. Este compuesto se encuentra en diversos quesos blandos (Engels, Dekker, de Jong, Neeter y Visser, 1997; Molimard y Spinnler, 1996). La conversión de fenilalanina a benzaldehído por *Lactobacillus plantarum* y otros LAB es iniciado por un 50-piridoxal fosfato (PLP)-dependiente de las aminotransferasas (Nierop Groot. y de Bont, 1998, 1999). El resultado es el ácido fenilpirúvico convertido a benzaldehído en presencia de oxígeno y manganeso.

Los aminoácidos de cadena ramificada son los precursores de compuestos aroma como isobutirato, isovalerate, 3-metilbutanal, 2-metilbutanal y 2-metilpropanal, que se encuentran en diversos tipos de queso (Christensen *et al.*, 1999; Dobric, Limsowtin. Hillier. Dudman. y Davidson. 2000. Gao y Steele. 1998; Rijnen. Bonneau y Yvon ; 1999; Yvon *et al.*, 1997; Engels *et al.*, 2000). Compuestos volátiles de azufre procedentes de la metionina. como metanetirol. dimetil sulfuro. y trisulfuro de dimetil, se consideran como componentes esenciales en muchas variedades de queso (Urbach, 1995). El sabor de un queso Gorda, puede ser generado por la incubación de la metionina con extractos de células de *L. lactis* (Engels y Visser. 1996).

Tabla 36. Tratamiento 3. con cultivo y tratamiento 4 sin cultivo

patrones de aas	Relación de aa / distancia rec. por eluyente	Distancia recorrida por el aminoácido en cm	Distancia recorrida por el solvente en cm	Muestras Distancia recorrida en cm	Rf
arginina	0.82	4.5	5.5	4.8	0.87
valina	0.82	4.5	5.5		
triptófano	0.80	4.4	5.5		
histidina	0.60	3.3	5.5		
treonina	0.73	4.0	5.5		
lisina	0.13	0.7	5.5		
tirosina	0.33	1.8	5.5		
alanina	0.15	0.8	5.5		
cisteína	0.93	5.1	5.5		

El reparto de los aminoácidos en el papel se debe a su naturaleza química. Las fórmulas de los compuestos usados como patrón son:

Valina (apolar)

Leucina (apolar)

Fenilalanina (apolar)

Lisina (básico)

Prolina (neutro)

Glutámico (ácido)

El reparto que se obtienen es el siguiente: los aminoácidos apolares son los que mejor interaccionan con el solvente y son arrastrados por él; la lisina presenta la menor movilidad debido a que el pH del solvente, este aminoácido presenta sus dos grupos amino cargados positivamente por lo que interacciona mal con el solvente. Los demás aminoácidos se separan entre los aminoácidos apolares y el básico (Peinado y Meléndez 2003)

En el estudio, el solvente fue propanol y amoníaco en una relación 7:3. En el tratamiento 1 y 2, el aminoácido que más recorrido hizo fue la tirosina (0.96), lo que indica que este aminoácido es más soluble en este solvente. El que menos recorrido hizo fue la arginina (0.28), probablemente menos soluble en el solvente, en el tratamiento 3 y 4, el que mayor desplazamiento fue la cisteína (0.93). seguido, de valina y arginina con (0.82) y el de menor desplazamiento fue lisina (0.13).

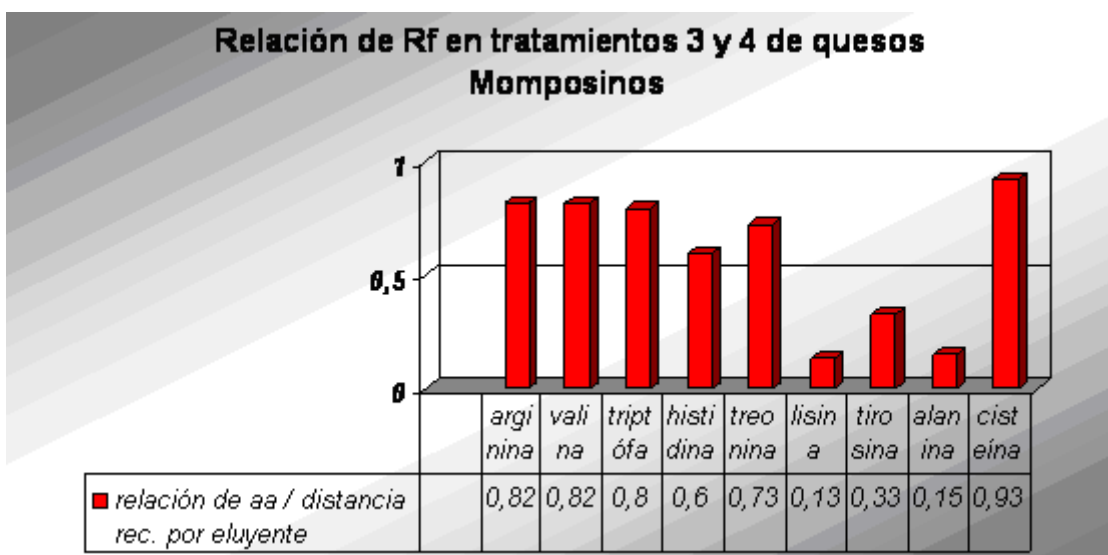


Figura 12. Relación de Rf en tratamientos 3 y 4 de quesos Momposinos.

Tabla 37. Comparación del porcentaje de proteína 1

tratamiento	distancia en cm	% proteína
1	4.5	25.07
2	4.5	24.97
3	4.8	23.27
4	4.8	24.9

La tabla 37 muestra cómo fue la distancia recorrida en (cm), por los aminoácidos de los quesos por cromatografía en capa fina, de acuerdo al contenido de proteínas del queso. Según la tabla 39 hay una relación inversa entre el contenido de proteínas y la distancia recorrida.



Figura 13. Aminograma de quesos autóctonos.



Figura 14. En esta figura se señala la distancia recorrida por cada aminoácido de los quesos autóctonos comparada con los aminoácidos estándar.



Figura 15. Aminogramas de quesos tipo con cultivo y sin cultivo.

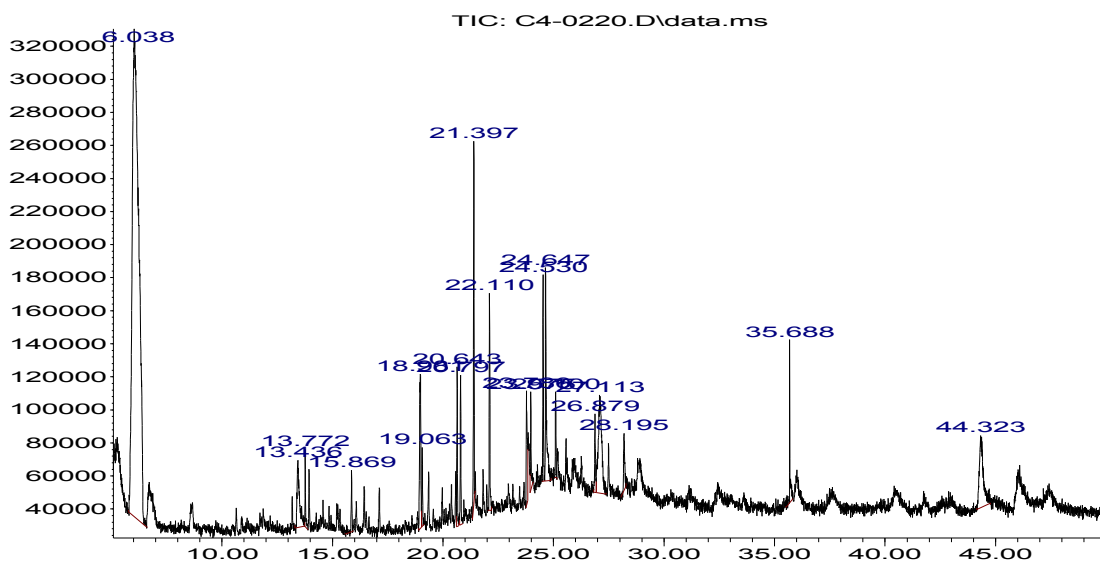
Al analizar los aminogramas, se encontró que las muestras suben más que los aminoácidos que alcanzaron más recorrido como fueron: histidina y triptófano, las muestras van subiendo como en electroforesis y algunas con coloraciones más intensas que otras. Las del día doce de Mompós presentan coloraciones rosadas más intensas y con bolas más grandes que la del día 11, cuando terminan el recorrido, las del día 12 continúan más oscuras pero ya en medio círculo al igual que las del día 11, pero estas son más claras. Todas las muestras tienen color rosado impregnado de amarillo. Arginina y Lisina presentan un color morado intenso.

Las muestras con cultivo y sin cultivo de Medellín presentan coloraciones rosadas amarillentas más claras que los de Mompós. El aminoácido Alanina, Lisina, Triptófano, Treonina y valina presentan colores más oscuros casi violeta.

Las muestras suben casi hasta la distancia alcanzada por el solvente, presentando las elaboradas con cultivos y la muestra 3 sin cultivo coloraciones más oscuras que la 2 y la 1 sin cultivo, que se ven rosadas muy pálidas.

## 5.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE ÁCIDOS GRASOS Y ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES.

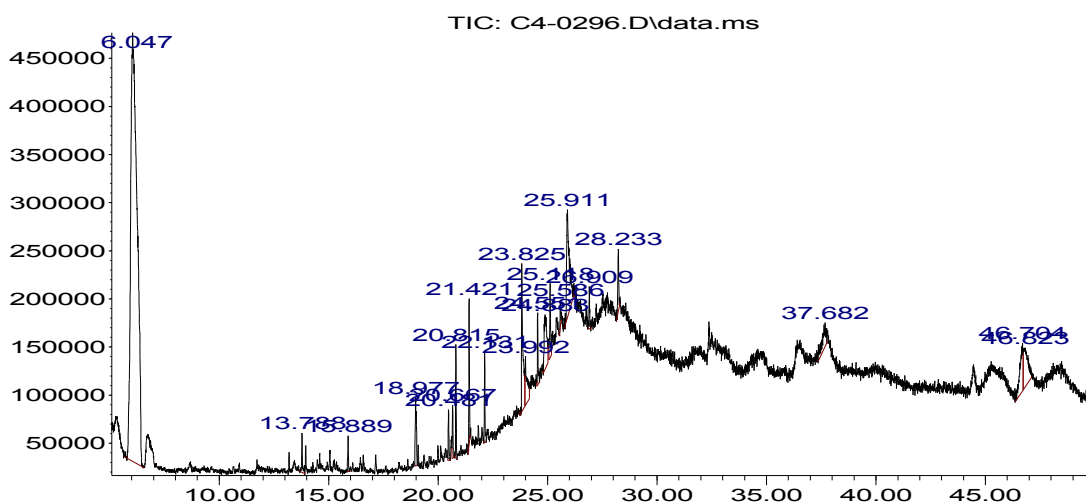
Abundance



Time-->

Figura 16. ácidos grasos volátiles del tratamiento 1.

Abundance



Time-->

Figura 17. Ácidos grasos volátiles del tratamiento 2.



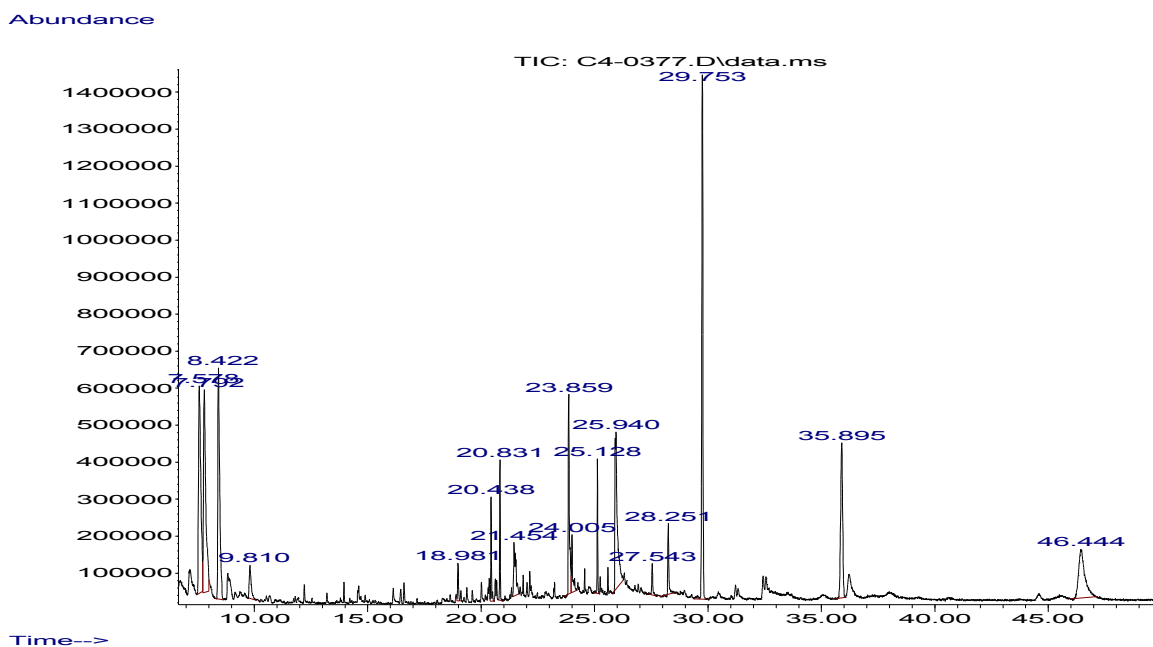


Figura 18. Ácidos grasos volátiles del queso tipo con cultivo.

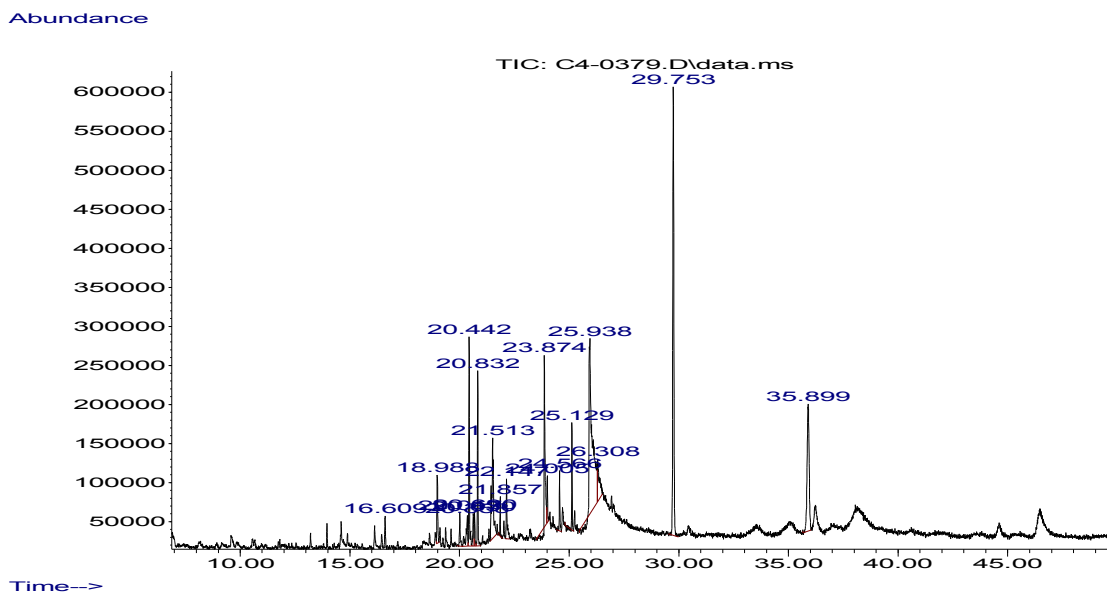


Figura 19. Ácidos grasos volátiles del queso tipo sin cultivo.

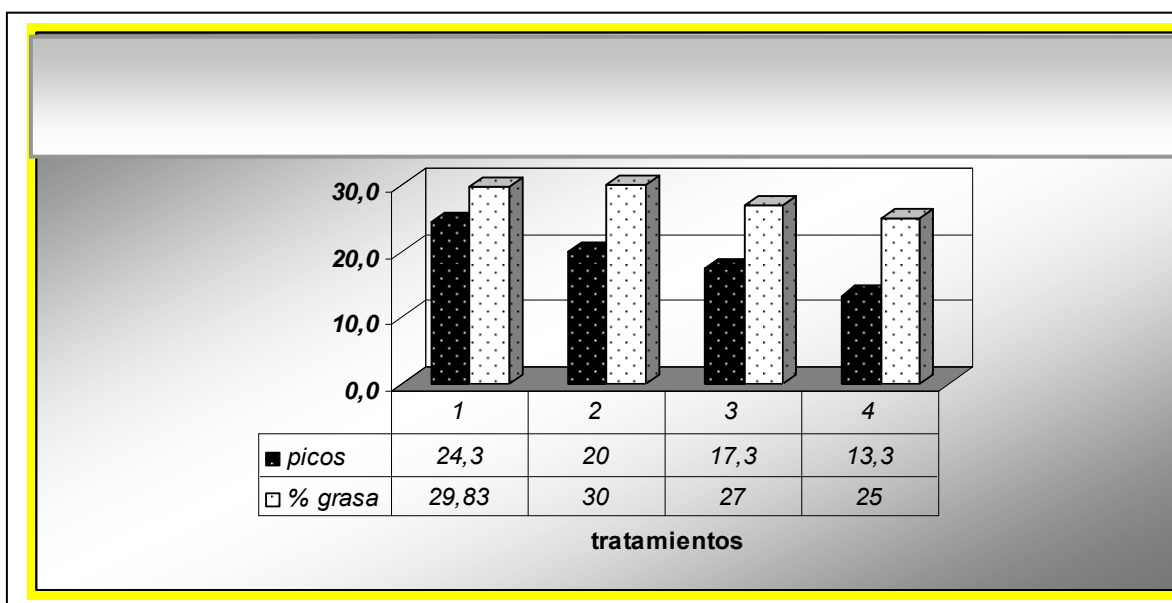


Figura 20. Comparación del n

En la figura 20, se muestra que a mayor cantidad de grasa, se produjeron más ácidos grasos volátiles, que corresponde al tratamiento 1 de Mompós y a menor cantidad de grasa menos compuestos. lo que indica que hay una relación directa entre las dos variables.

En este trabajo, se identificaron 225 compuestos, de los 4 tratamientos de los quesos elaborados. De cada tratamiento se corrieron 3 muestras. Los quesos elaborados en Mompós presentaron los mayores picos, tratamiento 1. 60 y tratamiento 2. 73 picos, tratamiento 3 presenta 52 y tratamiento 4. presenta 40 picos, estos dos últimos elaborados en Medellín. En el tratamiento 1 y 2, el pico más alto correspondió al benceno. 1.2- dimetil. compuesto aromático relacionado con la presencia de carotenos en la leche y luego pasa al queso cuando los pastos son muy frescos y son consumidos por las vacas lecheras o también se relaciona cuando los quesos son almacenados por mucho tiempo en congelación, en este caso lo más probable es que es debido al consumo de pasto fresco por los animales que son ordeñados y estos pasan de la leche a los quesos. En el tratamiento 3 y 4, el compuesto más alto correspondió al 9- ácido octadecenoico (ácido oleico), el cual no permite el desarrollo de microorganismos anaeróbicos que darían mal sabor al queso. Disponible en: <<http://www.google.com.co/search>. Julio 23 de 2009>

Hubo producción de ácidos, alcoholes, ésteres, alcanos, acetonas y compuestos aromáticos. El ácido hexadecanoico se produjo tanto en los quesos de Mompós como en los de Medellín, el cual influye mucho en el sabor ya que da un sabor fuerte y astringente.

El compuesto Dietil thalato, se produjo en todos los quesos, este está relacionado con el almacenamiento prolongado en refrigeración.

Tabla 38. Ácidos grasos y ácidos grasos volátiles de quesos Momposinos.

Compuesto	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Dietil talato	X			
Pentadecano		X		
Heptadecano	X	X		X
1.3- ciclopentadieno		X		
Ciclohexadecano		X		
Octadecano	X	X		X
Hexatriacontano	X			
Cobalto dicarbonil	X			
Ciclohexeno	X			
Hexadeceno	X	X		X
Delta nonalactona	X			
1.2- benzenedicarxílico. dipropil ester	X			
Tributil fosfato	X			
Azetidina. 1- metil	X			
Dibutil talate	X		X	
Silano	X			
18-crown-6	X			
15-crow-5	X			
Ácido hexadecanoico	X		X	X
Acido maleámico	X			
Ciclopentanol. 1-metil	X			
Ether. 1-hexadecenyl metil	X			

Tabla 38. Continuación...

Compuesto	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
1-hexadecanol	X			
1-hidroxmetil	X			

Octadeceno		X			
Hexadeceno. 3.7.11.15-tetrametil			X	X	X
3.7- dimetil-oxo-dioxa		X			
3-ácido carboxílico		X			
1-ciano		X			
2-penteno. 5-(pentiloxo)		X			
Acido hexanoico		X			
Acido propiónico		X			
Acido acético		X			
Hexaoxonadecano. 18-(2-propenil)		X			
Acido butírico. 4-metoxo-trimetil silil ester		X			
Indol		X			
etanol		X			
pirrolidina			X		
spiro		X	X		
Hidrometil-1.2-etanediy ester		X	X		
Acido hexadecanoico			X		
ciclobeteno					
2-hexenal. 2-metil			X		
Etanol			X		
Nitropropano-1.3-diol			X		
Benceno. 1.2-dimetil			X		
Isopropil miristate			X	X	
Hexametil			X		
2-metoxiciclohexasona			X		
Antraceno			X		
Acetamida			X		
Metil propil ester			X		
Acido n-hexadecano			X		
Glicocianidina			X	X	
ciclotetracosano			X	X	
Azuleno				X	
octacosano				X	
Colesterol				X	
1-dodecanol				X	
Acido pentanoico				X	
Acido oleico			X	X	X
Acido octadecenoico				X	
Fenol				X	
naftaleno				X	
Tabla 37. Continuación...					
Compuesto	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	
Acido 2- carboxílico			X		
Acido tetradecanoico			X		
Eter. 1-hexadecenil metil			X		
Butano			X		
2-penteno. 5-pentyloxy			X		X
Metil-isoxazol			X		
Biciclo			X		
ciano			X		
3-octadeceno			X		
hexadecanol					X
Acetamida					X
Benceno 1. 2- dimetil					X

glicocianidina	X
1-dodecanol	X
Dibutil talate	
Diocil ester	X
Ciclotetracosano	X
3. 7. 11. 15 tetrametil	X

En la tabla 38, se muestran los ácidos grasos volátiles (hexadeceno, octadeceno, heptadeceno, ácido hexadecanoico), que se encuentran en quesos elaborados con leche cruda y son típicos en quesos como: Pecorino, Siciliano, queso Idiazabal y queso Gouda.

En el estudio de ácidos grasos volátiles del queso Fontina Valle analizados por DHS-GC-MS se analizaron 74 compuestos volátiles de los cuales 14 eran alcoholes, 11 ésteres, 10 cetonas, 9 aldehidos, 7 terpenos, 6 hidrocarburos aromáticos, 4 hidrocarburos, 4 compuestos sulfurados, 3 ácidos orgánicos, 3 furonas y 3 compuestos halógenos. El análisis se hizo por triplicado.

La acetoina ha sido identificada en altas concentraciones en quesos elaborados con leche pasteurizada que los elaborados con leche cruda. (Fernández *et al.*, 2002).

Las metil-cetonas son consideradas derivadas de ácidos grasos libres enzimáticamente oxidados a B-cetoácidos. Consecuentemente estos productos son descarboxilados a alcanos-2 onas con la pérdida de un átomo de carbono. (McSweeney y Sousa. 2000). El diacetilo es metabolizado por la actividad de las bacterias adventicias a 2- butanol. el cual fue encontrado en el queso y confirma la no actividad de las bacterias iniciadoras.

Los alcoholes.

2- butanol, fue el compuesto más abundante, seguido por 3- metyl – 1- butanol. 1- propanol y etanol, casos similares han sido observados en la fracción volátil de otros quesos elaborados con leche cruda, cuyos compuestos se encontraron en cantidades más altas que los elaborados con leche pasteurizada (Carbonell *et al.*, 2002). En esta investigación se encontraron alcoholes como fenol, propanol entre otros en los quesos elaborados con leche cruda.

Hidrocarburos aromáticos.

El tolueno fue el compuesto más abundante en otros quesos (Carbonell *et al.*, 2002).

Terpenos.

Alfa pinene, B- pinene y campene, fueron los compuestos más abundantes y fueron reportados en otros estudios. su presencia puede estar relacionada con el forraje dado a las vacas. (Carbonell *et al.*, 2000).

Altos niveles de octano han sido reportados en quesos elaborados con leche cruda (Fernández-García y Carbonell y Nuñez 2002).

Hidrocarburos.

Pueden ser de origen alimentario o de la maduración como resultado de la oxidación de los lípidos (Barbieri *et al.*, 1994), En la investigación se encontró pentadecano, heptadecano, octadecano, ciclohexadecano.

Compuestos Halógenos.

Estos han sido reportados en otros quesos y es probablemente por una contaminación externa (Fleming *et al.*, 2003).

Ácidos grasos en el queso Idiazabal Se analizaron ácidos grasos en los quesos elaborados con leche cruda y con leche pasteurizada. En la investigación, se encontraron ácido acético, propiónico, hexadecanoico entre otros.

El ácido butírico contribuye al sabor rancio y al sabor típico a queso y el hexanoico tiene un sabor pungente y a queso azul. El octanoico tiene un sabor típico a jabón, cera, a cabra, rancio, humedad y frutal. Dependiendo de la concentración y del umbral de percepción. los ácidos grasos volátiles pueden contribuir positivamente al aroma del queso o también al defecto de rancidez. El efecto de los ácidos grasos libres en el sabor del queso está influido por el pH. Por ejemplo en quesos con elevados valores de pH, puede desaparecer el sabor debido a la neutralización de los ácidos grasos.

El ácido hexadecanoico se produjo tanto en los quesos de Mompós como en los de Medellín, el cual influye mucho en el sabor ya que da un sabor fuerte y astringente.

El compuesto Dietil thalate se produjo en todos los quesos, este está relacionado con el almacenamiento prolongado en refrigeración.

Variable Dependiente: número de ácidos.  
Factor: tratamientos  
Número de observaciones: 12

Tabla 39. ANOVA –número de ácidos grasos volátiles por tratamientos

Fuente de variación	SC	GL	Cuadrado de medias	F	P
Entre grupos	192.25	3	64.0833	4.13	0.0481
Sin grupos	124.0	8	15.5		
Total	316.25	11			

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

## 6. CONCLUSIONES

- Se caracterizaron los quesos Momposinos y se implementó dos tecnologías diferentes que permitieron obtener quesos muy semejante al Auctóctono.
- El queso elaborado con cultivo permitió obtener un queso con mayor número de compuestos volátiles que el que no se le adicionó cultivo, lo que mejora el sabor y textura. En los quesos elaborados con cultivo se entrega una tecnología más apropiada evitando contaminaciones y manteniendo calidades propias de los quesos de pasta hilada.
- Se caracterizaron los quesos Momposinos y se implementó dos tecnologías diferentes que permitieron obtener quesos muy semejante al Auctóctono.
- Los quesos con mayor cantidad de grasa contienen más compuestos volátiles que hacen que el sabor de éste sea más agradable.
- El ácido oleico se encontró en todos los quesos y es un protector contra las bacterias que alteran el sabor.



## **7. RECOMENDACIONES.**

Las dos tecnologías desarrolladas para el queso momposino, en la planta de lácteos de la Universidad Nacional de Colombia, permiten obtener quesos con características muy similares al autóctono y se puede replicar procedimientos muy sencillos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AGROCADENAS 2007. Disponible en:  
[http://www.agrocadenas.gov.co/documentos/coyuntura/Inf\\_coyuntura\\_leche\\_4.pdf](http://www.agrocadenas.gov.co/documentos/coyuntura/Inf_coyuntura_leche_4.pdf). Mayo 2008.
2. AGUDELO Divier Antonio y BEDOYA, Oswaldo. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno (en línea) 18 de junio de 2009, disponible en
3. ANTUNES, 2003; NAKAY y MODLER, 2000. Funcionalidade de proteínas do soro de leite Bovino, 1ra edition, p.135. Manole baruen Sao Paulo, Brazil 2003. En:Inf. Tecnol.V.1.N.2 La serena2008
4. (ATRA *et al.*, 2005; Richards, 2002). Investigation of ultra and nanofiltration for utilization of whey protein and lactose. Journal of Food. Engineering 67 (3); 325- 332
5. BELITZ, H. D., Grosch, W., y Schieberle, P. (2001). Lehrbuch der Lebensmittelchemie (5th ed.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer. Citado por: Food Hydrocolloids 22 (2008) 288–297. Influence of transglutaminase protein cross-linking on the rennet coagulation of casein Martin P. Boñ nisch\_1, Thomas C. Heidebach, Ulrich Kulozik Technische Universita't Mu' nchen, Weihenstephan, Germany 30 November 2006.
6. BOÑNISCH, M. P., TOLKACH, A., y KULOZIK, U. (2006). Inactivation of an indigenous transglutaminase inhibitor in milk serum by means of UHT-treatment and membrane separation techniques. Internacional Dairy Journal, 16, 669–678.Citado por: Food Hydrocolloids 22 (2008) 288–297.Influence of transglutaminase protein cross-linking on the rennet coagulation of casein Martin P. Boñ nisch\_1, Thomas C. Heidebach, Ulrich Kulozik Technische Universita't Mu' nchen, Weihenstephan, Freising-Weihenstephan, Germany 30 November 2006
7. BRUNO *et al.*, 2009. Foro Internacional Electrónico . Producción, Aplicación y Acción de los Cultivos Lácticos. Primera parte. Disponible en: <[www.Fepale.com](http://www.Fepale.com) junio 25 de 2009>
8. CASTAÑEDA, R. La reología en la tipificación y la caracterización de quesos. En: Tecnología Láctea Latinoamericana. Vol.20, No.26 (2002); p. 48- 53.
9. CASTILLO, Jessica. Elaboración de queso mozzarella con diferentes porcentajes de grasa en la leche de vaca. Trabajo de grado de Ingeniería

agronoma. Guácimo. Costa Rica.: Universidad EARTH. Facultad de Ingeniería agronómica, 2001, p 36.

10. CARUNCHIA *et al.*, 2005. Caracterización of dried whey protein concentration and isolate flavor. En; J. Dairy Sci.Vol:88, p. 3826-3839.
11. CARVALHO *et al.*, 2002. Survival of freeze-dried Lactobacillus plantarum and Lactobacillus rhamnosus during storage in the presence of protectants. Biotechnology Letters, 24, 1587–1591.
12. CODEX STAN A-6-1978, Rev.1-1999, Enmendado en 2006.
13. COGAN, T.M., Hill, C. Cheese. Starter cultures. In: Fox, P.F.(Ed), Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, 2 ed. Chapman y Hall, London, 1993. pp. 193-255.
14. (Consejería de Educación Y Ciencia y Sociedad Asturiana, de Servicios Agropecuarios. Importe: 107161 E. Duración: 2006-2008).
15. COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES COVENIN 3822:2003. Queso de pasta hilada. Fondonorma. Caracas. Venezuela
16. CHAND, Nagin. Textural Classification of foods based on Warner-Bratzler Shear.: En Journal of Food Science and Technology. Vol.23, No.1 (1986);p.49-54
17. DEETH, H.C, FITZ, GERALD, C.H, Y SNOW, S.J.1983. A gas chromatographic method for the quantitative determination of free fatty acids in milk and milk products. 18:13-20. SANCHEZ P. MARÍA DOLORES. 31:53-63. Estudio sobre los ácidos grasos libres en queso blanco venezolano. Revista de la Facultad de Farmacia. Vol.46(2).2004
18. DEMONTE, Philippe. Evaluación sensorial de la textura y búsqueda de correlaciones con medidas instrumentales. Memorias de Seminario textura y reología de alimentos. Cali, Abril 20 de 1995.
19. Disponible: <<http://www.santacruzdemomposbolivar.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m1fl.&m=f>.Última rev.Nov.17 de 2006>.

20. Disponible en:<<http://clima.msn.com/local.esp?wealocations> = WC: 21696, agosto 30 de 2008)>.
21. Disponible en:<(http://es.wikipedia.org/wiki/Medellin\_Colombia.Septiembre 12 de 2008)>.
22. El – Zahar *et al.*, 2003. Proteolytic degradation of ewe milk proteins during fermentation of yoghurts and storage. En: *Nahrung*.Vol.47.p.199-206.
23. FÆRGEMAND, M., y QVIST, K. B. (1997). Transglutaminase: Effect on rheological properties, microstructure and permeability of set style acid skim milk gel. *Food Hydrocolloids*, 11, 287–292. Citado por: *Food Hydrocolloids* 22 (2008) 288–297 Influence of transglutaminase protein cross-linking on the rennet coagulation of casein Martin P. Boñisch\_1, Thomas C. Heidebach, Ulrich Kulozik Technische Universität München, Weihenstephan, Weihenstephaner Berg 1, D-85354 Freising-Weihenstephan, Germany .November 2006
24. FARRELL, H. M., Jiménez - Flóres, R., Bleck, G. T., Brown, E. M., Butler, J. E., Creamer, L. K., *et al.*,(2004). Nomenclature of the proteins of cows\_milk – Sixth revision. *Journal of Dairy Science*, 87(6), 1641–1674. Citado por: Effect of b-casein concentration in cheese milk on rennet coagulation properties, cheese composition and cheese ripening *Food Research International* 38 (2005) p. 523–531.
25. FIFE, R. L., MCMAHON, D. J., y OBERG, C. J. (1996). Functionality of low fat Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 79, 1903–1910.
26. FROHLICH\_WYDER Y BACHMANN, 2005. Cheeses with propionic acid fermentation. In P. F. Fox, P. L. H. McSweeney, T.M. Cogan, y T. P. Guinee (Eds.), *Cheese: Chemistry, physics and microbiology*, Vol. 2 (pp. 141–156). London, UK: Elsevier. Citado por:
27. FURTADO, M.M. Manual Prático da Mussarela. (Pizza Cheese). Editorial master GRAF, Campinas, Brasil. 1997. p. 23-55.
28. GÓNZALEZ y de LORENZO, 2002. Análisis sensorial de Alimentos. Metodología discriminativa y descriptiva en: <http://www.observatorio-alimentario.org/especiales/consumidores/2.htm>. Febrero de 2008.

29. GALLARDA *et al.*, 2007. Mouthfeel and flavor of fermented whey with added hydrocolloids. *Int. En : Dairy J.* Vol :17.p.308-315.
30. GONZÁLEZ *et al.*, 2002. Influence of substituting milk powder for whey powder on yogurt quality. *En: trends Food Sci.Technol.*13.p.334-340. Citado por: PESCUMA Micaela. Whey fermentation by thermophilic lactic acid bacteria: Evolution of carbohydrates and protein content. Universidad Nacional de Tucuman, Argentina. *Food Microbiology* . Enero de 2008. p.1-10.
31. GRUPO INDUSTRIAL AISA, S.A. Leche (en línea). 18 de junio de 2009, disponible en <<http://www.geocities.com/grupoIndustrialaisa/leche.html>.junio 18 de 2009>
32. HORNE, D. S. (1999). Formation and structure of acidified milk gels. *International Dairy Journal*, 9, 261–268.
33. IKINS, E.G, *et al*; 1988. Comparison of methods for quantitation of free fatty acids in cheese. *J.Food.Sci.*53:1915-1916. SANCHEZ P. MARÍA DOLORES. 31:53-63. Estudio sobre los ácidos grasos libres en queso blanco venezolano. *Revista de la Facultad de Farmacia*. Vol.46(2).2004
34. KASHIWAGI, T., Yokoyama, K., Ishikawa, K., Ono, K., Ejima, D., Matsui, H., *et al.*, (2002). Crystal structure of microbial transglutaminase from *Streptovorticillium mobaraense*. *The Journal of Biological Chemistry*, 277, 44252–44260. Citado por: *Food Hydrocolloids* 22 (2008) 288–297. Influence of transglutaminase protein cross-linking on the rennet coagulation of casein. Martin P. Bönisch<sup>1</sup>, Thomas C. Heidebach, Ulrich Kulozik. Technische Universität München, Weihenstephan, Weihenstephaner Berg 1, D-85354 Freising-Weihenstephan, Germany. 30 November 2006
35. KARGI, F., OZMLHEL, S, 2006. Utilization of cheese whey powder (CWP) for ethanol fermentations: Effects of operating parameters. *Enzym Microbial Technol.* 38, 711–718. Citado por: Lactic acid production by mixed cultures of *Kluyveromyces marxianus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* and *Lactobacillus helveticus* S. Plessas a\*, L. Bosnea a, C. Psarianos a, A.A. Koutinas a, R. Marchant b, I.M. Banat b a Food Biotechnology Group, Section of Analytical Environmental and Applied Chemistry, Department of Chemistry, University of Patras, 23 October 2007; p.5951.accepted 24 October 2007

36. KARLSSON, PISEN. Karlsson, A. O., Ipsen, R., Schrader, K., y Ardo, Y. (2005). Influence of physical properties of casein on the rheology of ultrafiltrated skim milk concentrate. *Journal of Dairy Science*, 88, 3784–3797. Citado por: Influence of pH and NaCl on rheological properties of rennet-induced casein gels made from UF concentrated skim milk. A.O. Karlsson, R. Ipsen, Y. Ardo. *International Dairy Journal* 17 (2007) p.1056, 1057,1058.
37. KESSLER, H. G. (1996). *Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik—Molkereitechnologie*. Citado por: Food Hydrocolloids 22 (2008) 288–297 Influence of transglutaminase protein cross-linking on the rennet coagulation of casein. Martin P. Bönisch, 1, Thomas C. Heidebach, Ulrich Kulozik. Technische Universität München, Weihenstephan, Weihenstephaner Berg 1, D-85354 Freising-Weihenstephan, Germany. Received 31 July 2006; accepted 30 November 2006
38. KETS, *et al.* 1996. Effect of compatible solutes on survival of lactic acid bacteria subjected to drying. *applied and environmental microbiology*, 62, 259–261.
39. LAWRENCE. Lawrence, R. C., Gilles, J., y Creamer, L. K. (1993). Cheddar cheese and related dry-salted cheese varieties. In P. F. Fox (Ed.). *Cheese: Chemistry, physics and microbiology* (vol. 2). London: Chapman and Hall. citado por: Effect of b-casein concentration in cheese milk on rennet coagulation properties, cheese composition and cheese ripening *Food Lucisano, M., Peri, C., y Donati Research International* 38 (2005) 523–531. P. 529
40. LÓPEZ, Melva. *Mejoramiento de la vida de anaquel del queso tradicional ranchero y queso de pasta hilada*. Oaxaca. 2004
41. LUCEY, J. A., Y FOX, P. F. (1993). Importance of calcium and phosphate in cheese manufacture – a review. *Journal of Dairy Science*, 76(6), citado por: Effect of b-casein concentration in cheese milk on rennet coagulation properties, cheese composition and cheese ripening *Food Lucisano, M., Peri, C., y Donati Research International* 38 (2005) 523–531. P. 529
42. LE GRAE, T. y Gaucheron, F. (1999). pH-induced solubilization of minerals from casein micelles: Influence of casein concentration and ionic strength. *Journal of Dairy Research*, 66, 215. Citado por: Influence of pH and NaCl on

rheological properties of rennet-induced casein gels made from UF concentrated skim milk A. O. Karlsson\_, R. Ipsen, Y. Ardo. *International Dairy Journal* 17 (2007) 1056.

43. LUCEY, J. A. (2002). Formation and physical properties of milk protein gels. Citado por: Influence of pH and NaCl on rheological properties of rennet-induced casein gels made from UF concentrated skim milk A.O. Karlsson\_, R. Ipsen, Y. Ardo. *Journal of Dairy Science*, 85, 281–294. p. Citado por: Influence of pH and NaCl on rheological properties of rennet-induced casein gels made from UF concentrated skim milk A.O. Karlsson\_, R. Ipsen, Y. Ardo. *International Dairy Journal* 17 (2007) 1056.
44. LUCEY, GORRY Y FOX, 1993 *et al.* Citado por: Effect of b-casein concentration in cheese milk on rennet coagulation properties, cheese composition and cheese ripening *Food Research International* 38 (2005) p.524.
45. LUCEY, J. A., Johnson, M. E., y Horne, D. S. (2003). Invited review: Perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese. *Journal of Dairy Science*. Citado por: Influence of pH and NaCl on rheological properties of rennet-induced casein gels made from UF concentrated skim milk A.O. Karlsson\_, R. Ipsen, Y. Ardo. *Journal of Dairy Science*, 85, 281–294. p. 1054.
46. LUCEY Y SINGH, 2003. Acid coagulation of milk. In P. F. Fox, y P. L. H. McSweeney (Eds.), *Advanced Dairy Chemistry, Proteins*, Vol. I (pp. 1001–1025). New York: Kluwer Academic.
47. LUCEY *et al.*, Effect of heat treatment on the physical properties of milk gels made with both rennet and acid. *International Dairy Journal*, 11, 559–565. Citado por: *LWT* 40 (2007) 220–224. Effect of sodium chloride and pH on the rennet coagulation and gel firmness Sameh Awad\_ Department of Dairy Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Alexandria, Egypt 21 October 2005.
48. MALDONADO Ronald y LLANCA Luis. 2008. Estudio de la calidad del queso de mano comercializado en el municipio de Girardot, estado Aragua. Venezuela. *Revista Científica* v.18 N.4. Maracaibo.

49. LU RENFE y CHEN Yud Ren. Characterization of nonlinear elastic properties of beef products under large deformation. *En: TRANSACTIONS OF THE ASAE*. Vol.41, No.1 (1998). p.163.
50. MADRID, A. Nuevo Manual de Tecnología Quesera. Editorial mundiprensa. AMV Ediciones. Madrid. España. 1994. p. 9-31.
51. MAURIELLO *et al.*, 2001. Characterization of lactic acid bacteria strains on the basis of neutral volatile compounds produced in whey. *En: J.Appl.Microbiol.* Vol: 10. p.928-942.
52. MEHMET y SUNDARAM, 1997. Anisotropy in tensile properties of mozzarella cheese. *Journal of Food Science*, Vol 62.No.5:1031-1033.
53. MEJIA, G. Y SEPÚLVEDA J. Tecnología de los quesos procesados y madurados. Medellín: los autores; Trabajo de Investigación. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ingeniería Agrícola. 1999. p. 29-39.
54. MYCHAYLOVA *et al.*, 2002. Study on yogurt bacteria isolated from plant in Bulgaria. Book of Abstract of the 7th Symposium on Lactic Acid Bacteria, Egmond aan Ze; The Netherlands, p.A 40.
55. MOSCHETTI *et al.*, 1998. Random amplified polymorphic DNA spacer polymorphism powerful methods to differentiate *Streptococcus thermophilus* strain. *En: Journal of Applied Microbiology*. Vol:85,p.25-36.
56. PINEDA, 2002. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA; ICTA, JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA.. Manual de lácteos-elaboración artesanal. UDCA. 2002. Disponible en: <http://virtual.udca.edu>.
57. Principios básicos del análisis sensorial de alimentos. ANÁLISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS. METODOLOGÍA DISCRIMINATIVA Y DESCRIPTIVA. Abril. 2008. Disponible en: <http://www.observatorioalimentario.org/especiales/consumidores/2.htm>



58. RAO, V.N.M. Rheology of Fluid and semisolid Foods: Principles and Applications. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers, Inc., 1999. p184.
59. ROY, D., GOULET, J., LEDUY, A., 1986. Batch fermentation of whey ultrafiltrate by *Lactobacillus helveticus* for lactic acid production. Appl. Microb. Biotechnol. 24, 206–213. Citado por: Lactic acid production by mixed cultures of *Kluyveromyces marxianus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* and *Lactobacillus helveticus* S. Plessas a,\* , L. Bosnea a, C. Psarianos a, A.A. Koutinas a, R. Marchant b, I.M. Banat b a Food Biotechnology Group, Section of Analytical Environmental and Applied Chemistry, Department of Chemistry, , UK.p.5953. 24 October 2007
60. SKOOG. Douglas A. y LEARY, James J. Disponible en: <[http://es.wikipedia.org/wiki/Cromatograf&C3%ADa\\_de\\_gases](http://es.wikipedia.org/wiki/Cromatograf%C3%ADa_de_gases) >”Categoria:Cromatografía. Referencias (1994), Análisis Instrumental.Madrid: McGraw-Hill.84-481-0191
61. TANGO, M.S.A., GHALY, A.E., 1999. Amelioration of lactic acid production from cheese whey using micro-aeration. Biomass Bioenerg. 17 (3). 221–238. Citado por: Lactic acid production by mixed cultures of *Kluyveromyces marxianus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* and *Lactobacillus helveticus*.S. Plessas a,\* , L. Bosnea a, C. Psarianos a, A.A. Koutinas a, R. Marchant b, I.M. Banat b a Food Biotechnology Group, Section of Analytical Environmental and Applied Chemistry, Department of Chemistry, University of Patras, 24 October 2007.p.5951.
62. VILLEGAS, Abraham.1993. Dos famosos quesos de pasta hilada. (filata). El Oaxaca y el Mozzarella. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma de Chapingo.
63. VISSER, S. (1993). Proteolytic enzymes and their relation to cheese ripening and flavour, an overview. Journal of Dairy Science, 76, 329–350. Citado por: LWT 40 (2007) 220–224. Effect of sodium chloride and pH on the rennet coagulation and gel firmness.Sameh Awad\_ Department of Dairy Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Alexandria, Egypt 21 October 2005.p.22

64. WALSTRA, P., GEURTS, T. J., NOOMEN, A., JELLEMA, A., y VAN BOEKEI, M. A. J. S. (1999). Dairy technology—Principles of milk, properties and processes. New York, USA: Marcel Dekker, Inc. Citado por: Influence of pH and NaCl on rheological properties of rennet-induced casein gels made from UF concentrated skim milkA. O. Karlsson\_, R. Ipsen, Y. Ardo. International Dairy Journal 17 (2007) p.1056.
65. WEINRICHTER, B. et al. Differentiation of facultatively heterofermentative lactobacilli from plants milk, and hard type cheese by SDS-PAGE, RAPD, FTIR, energy source utilization and autolysis type. Food Sci.Technol. 2001.Vol 34.p.556-566.

**ANEXO A. Panel de degustación del queso Momposino.**

Califique las características de los siguientes productos (4 MUESTRAS) usando la escala que se presenta a continuación:

5. Muy bueno. 4. Bueno. 3. regular. 2. Malo. 1. Muy malo.

	<b>MUESTRAS.</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>SABOR</b>				
<b>TEXTURA</b>				

A continuación califique la intensidad:

1. Nada 2. Poco 3. Normal 4. Mucho.

	<b>MUESTRAS.</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>SABOR</b>				
amargo				
salado				
ácido				
cocido				

1. Nada 2. Poco 3. Normal 4. Mucho.

	<b>MUESTRAS.</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>TEXTURA</b>				
quebradiza				
arenosa				
elástica				
pegajosa				

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## ANEXO B. Determinación de grasa en quesos.



- Se tomaron 12 muestras de queso. de cada uno se tomó 3 gramos y se ralló sobre una hoja blanca de papel.
- Se dobla la hoja y se adiciona el queso al butirómetro de 50 ml. Este se empaca con utensilios metálicos. no con la mano para evitar errores en la medida.
- Se adicionó agua caliente con una temperatura de 65 °C.
- De cada muestra se hizo un duplicado.
- A cada muestra se le adiciona ácido sulfúrico grado reactivo, se agrega lentamente hasta obtener un color vinotinto claro.
- Se centrifuga por 5 minutos.
- Se adiciona agua caliente a temperatura de 65 °C.
- Se centrifuga por 2 minutos.
- Se adiciona agua caliente a temperatura de 65 °C.
- Se centrifuga por un minuto.
- Se lee con un compás y se anota el valor obtenido. el cual se multiplica por tres y este equivale al contenido en porcentaje de la grasa del queso.

### ANEXO C. Determinación del pH



- Se tomó la acidez a 12 muestras de queso momposino.
- De cada muestra se tomaron 12 gramos y se ralaron.
- El queso rallado se colocó en una botella de 100 ml.
- Se adicionó agua destilada a temperatura de 35° C. se mezcló el contenido.
- Se filtra la mezcla, se toma la acidez y se cuantifica los NaOH gastados.

**ANEXO D.** Determinación de textura con el texturómetro (TPA).

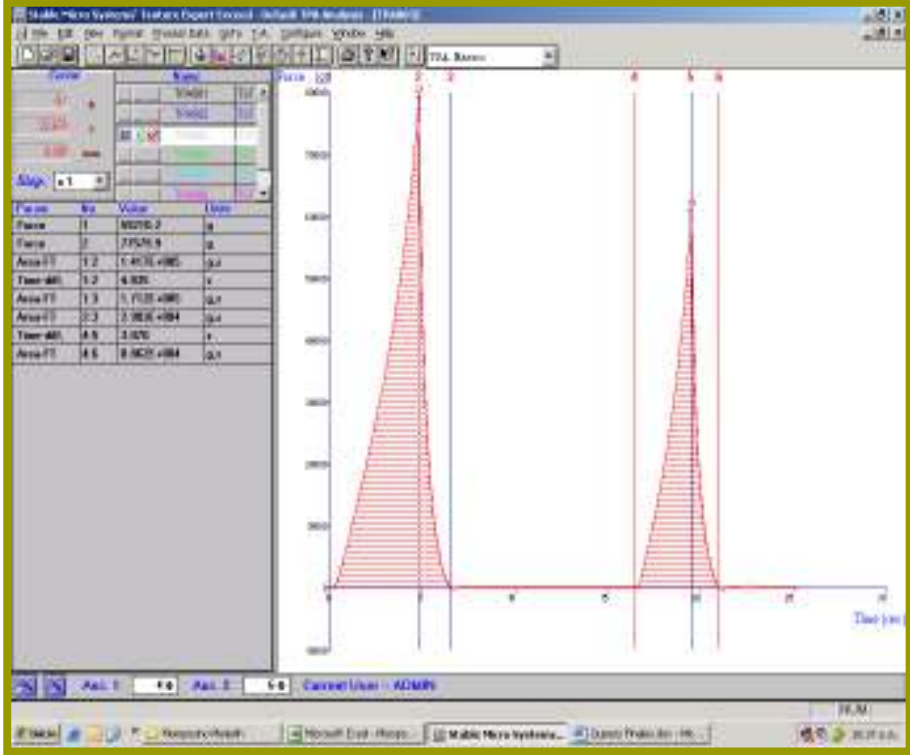


- Las muestras se sacaron del queso con un sacabocados, quedando en forma cilíndrica. de 40 mm de altura
- Las mediciones se hicieron a temperatura ambiente.
- Se trabajó con el programa textura Expert
- Se aplicó la prueba de TPA.
- Se trabajó a una velocidad de 5 mm/seg.
- Se comprimió hasta el 50 %
- La distancia fue de 24 mm
- La celda utilizada fue de 50.

**ANEXO E.** Corte transversal del queso momposino, quedando en forma de repollo.

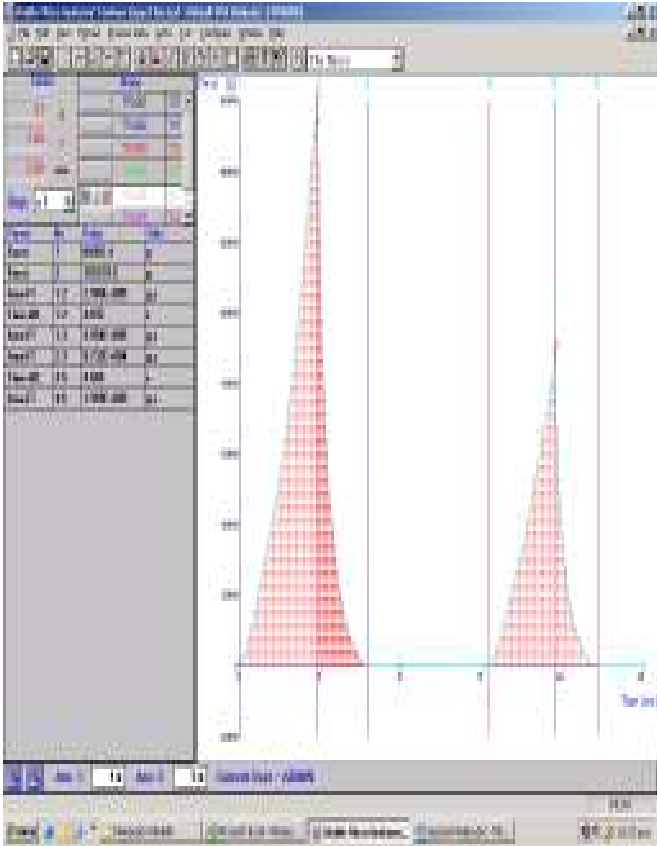


**ANEXO F. Curvas de TPA para los quesos momposinos autóctonos**





**ANEXO G.** Curva de TPA de un queso tipo.



## ANEXO H. Determinación de ácidos grasos libres y volátiles



Se determinaron los ácidos grasos por CG-MC, donde se utilizó una columna ZB - 35 de 30 metros de longitud y a una temperatura máxima de 340 ° C

## ANEXO I. Cromatografía en capa fina.





1. El peso del queso se hizo en una balanza electrónica Precisa 180 A. Cada muestra con un peso aproximado de 30 gramos.
2. El queso se ralla y se introduce en los cromatofolios que luego se incorporan a los equipos para hacer el método de Soxhlet (ver anexo 3)
3. La muestra de proteína obtenida se disuelve en etanol.

4. Los aminoácidos para sembrar fueron: Arginina. Valina. Triptófano. Histidina. Cisterna. Alanina. Tirosina. Lisina. Treonina.
5. Las muestras se siembran junto con los aminoácidos estándar.
6. La placa se somete a una cámara con Propanol y amoníaco en una relación de 7:3. por espacio de aproximadamente 2 horas.
7. Se seca la placa por 5 minutos aproximadamente.
8. Luego se le aplica la Ninhidrina al 0.1%. hasta que quede totalmente impregnada la placa.
9. Se mete al horno por espacio de 20 minutos a una temperatura de 100 °C.