

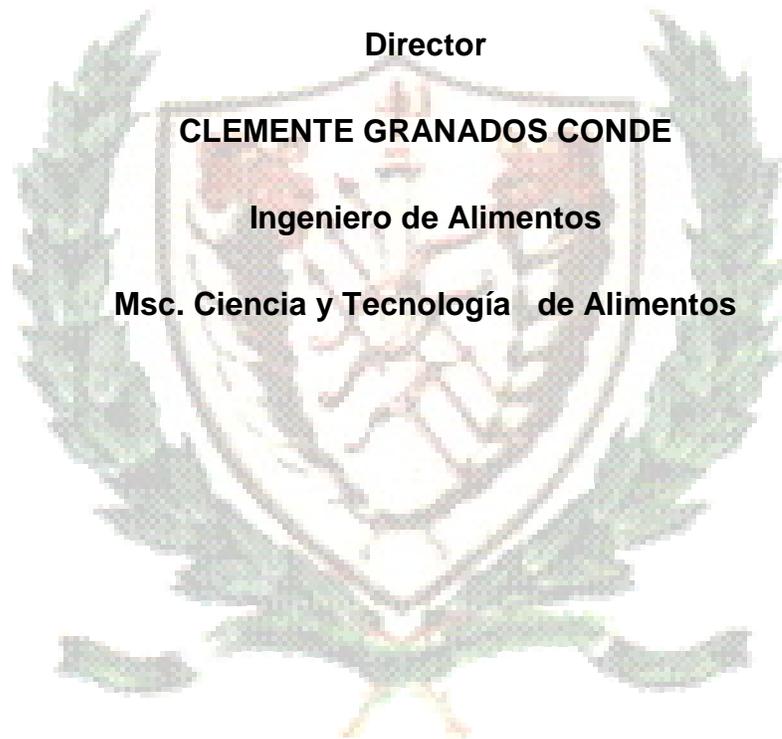
**ELABORACIÓN DE QUESO DE CAPA A PARTIR DE LECHE DE BÚFALA DEL  
MUNICIPIO DEL CARMEN DE BOLÍVAR (BOLIVAR)**

**LIZ AUDRY MEZA MONTIEL  
RAQUEL SOFÍA PABA SUAREZ**

**TITULO PROFESIONAL QUE SE LE OTORGA  
INGENIERO DE ALIMENTOS**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS  
CARTAGENA DE INDIAS  
20 DE NOVIEMBRE DE 2012**

**ELABORACIÓN DE QUESO DE CAPA A PARTIR DE LECHE DE BÚFALA DEL  
MUNICIPIO DEL CARMEN DE BOLÍVAR (BOLIVAR)**



**Director**

**CLEMENTE GRANADOS CONDE**

**Ingeniero de Alimentos**

**Msc. Ciencia y Tecnología de Alimentos**

**CARTAGENA DE INDIAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS  
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
CARTAGENA 20 DE NOVIEMBRE 2012**

## **AGRADECIMIENTOS**

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en el desarrollo de este proyecto

Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería de Alimentos.

A nuestro tutor el Profesor Clemente granado por guiarnos y contribuir en este proyecto muy importante para nosotras.

A la empresa Coolechera los siguientes funcionarios que nos colaboraron;

- Dr. José Gabriel del Río Nassiff. Jefe de Control de Calidad. Coolechera
- Juan Esteban Alves
- Erika Vargas- Bacterióloga

A la empresa Cardique por colaborarnos con los análisis finales del producto.

## **DEDICATORIA**

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres por haberme apoyado en todo momento, brindarme todo su amor y darme los mejores ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizas.

A mis abuelos que son uno de los motores de mi vida, por haberme dado todo su cariño y darme los mejores años de su vida,

A mis hermanos y familiares que fueron los mejores ejemplos de superación y por haberme ayudado a ser lo que soy en estos momentos

A mis amigos que compartieron conmigo los buenos y malos momentos

**Raquel Sofía Paba Suarez**

## **DEDICATORIA**

Principalmente a Dios por darme la oportunidad de trazar este camino, por regalarme la fortaleza, sabiduría, paciencia y amor, nos ayuda en los momentos más difíciles brindándonos valores que nos fortalezcan no solo como trabajo de grupo, si no como personas.

A mi familia por darme el apoyo necesario para seguir adelante y cumplir esta meta.

Especialmente a mi Tío por brindarme el apoyo y la fortaleza, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mis padres por permitirme estar aquí en estos momentos, por su apoyo, confianza y amor.

A mis abuelos que son todo para mi, gracias por enseñarme lo bueno y lo malo de la vida, por apoyarme y brindarme su cariño.

A mis amigos por apoyarme en este proceso y por compartir muchos momentos de la vida.

Finalmente, a mis maestros por enseñarme y compartir conmigo sus conocimientos.

**Liz Audry Meza Montiel**

## Tabla de Contenido

Tabla de Contenido .....	6
RESUMEN .....	7
1. INTRODUCCION .....	8
2. MARCO TEORICO: .....	10
2.1 MARCO LEGAL .....	10
2.2 ESTADO DEL ARTE .....	10
2.2.1 Historia .....	10
2.2.2 El búfalo .....	11
2.2.3 Leche de búfalo .....	14
2.2.3.1 Características físicas .....	16
2.2.3.2 Composición química .....	16
2.2.4 Explotación Del Búfalo En Colombia .....	19
2.2.4.1 Rusticidad.....	22
2.2.5 Quesos .....	25
2.2.5.1 Clasificación de los quesos: .....	26
2.2.5.2 Composición del queso .....	28
2.2.6 Etapas fundamentales del proceso:.....	29
2.2.7 Coagulación y Sinéresis .....	30
2.2.7.1 Quimosina: .....	30
2.2.7.2 La floculación .....	30
2.2.7.3 El tiempo de coagulación .....	31
2.2.7.4 Formación de gel y sinéresis.....	32
2.2.8 Queso capa .....	33
2.2.8.1 Química del estiramiento.....	34
2.2.9 Suero Acido .....	35
2.2.10 Textura.....	37
2.2.11 Empaques utilizados en queso: .....	39

3. JUSTIFICACIÓN.....	40
4. OBJETIVOS.....	41
4.2 ESPECÍFICOS.....	41
5. METODOLOGÍA .....	42
5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	42
5.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	42
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	51
7.1 ANALISIS FISICOQUIMICOS DE LA LECHE FRESCA DE BUFALO.....	51
7.1.1 Análisis del suero.....	54
7.2 ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DE LA LECHE FRESCA .....	55
7.3 ANÁLISIS DE ESTANDARIZACIÓN DE LA ACIDEZ DE LA LECHE FRESCA DE BÚFALO .....	57
7.4 PESO FINAL DEL QUESO.....	59
7.4.1 Rendimiento.....	60
7.5 ANALISIS FISICOQUIMICOS DEL QUESO DE CAPA.....	61
7.6 TEXTURA DEL QUESO DE CAPA .....	63
7.7 ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DEL QUESO DE CAPA.....	69
7.8 VIDA UTIL DEL QUESO DE CAPA .....	70
7.9 EVALUACION SENSORIAL DEL QUESO DE CAPA.....	73
7.10 COSTO UNITARIO.....	75
8. CONCLUSIONES .....	78
9. RECOMENDACIONES.....	80
10. BIBLIOGRAFIA .....	81
11. ANEXOS .....	94

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Precios de leches de búfala por planta a nivel nacional año 2008 .....	21
<b>Tabla 2.</b> Distribución de las especies de mamíferos por regiones en porcentajes (%) .....	23
<b>Tabla 3.</b> Característica de los diferentes tipos de búfalos .....	24
<b>Tabla 4.</b> Composición general del suero lácteo.....	36
<b>Tabla 5.</b> Caracterización de la leche cruda.....	44
<b>Tabla 6.</b> Caracterización química de la leche .....	44
<b>Tabla 7.</b> Caracterización microbiológica de la leche.....	45
<b>Tabla 8.</b> Evaluación química y física .....	46
<b>Tabla 9.</b> Análisis fisicoquímicos de la leche fresca de búfalo .....	51
<b>Tabla 10.</b> Análisis fisicoquímicos del suero .....	55
<b>Tabla 11.</b> Análisis microbiológico de la leche fresca de búfalo.....	56
<b>Tabla 12.</b> Análisis fisicoquímico de la leche descremada de búfalo antes de la estandarización.....	58
<b>Tabla 13.</b> Análisis fisicoquímico del queso capa con un porcentaje de 4.07% .....	61
<b>Tabla 14.</b> Análisis fisicoquímico del queso capa con un porcentaje de 10.9%.....	61
<b>Tabla 15.</b> Resultados de textura del queso de 10.9% de grasa .....	64
<b>Tabla 16.</b> Resultados de textura del queso de 4.07% de grasa .....	65
<b>Tabla 17.</b> Análisis microbiológico del queso de capa .....	69
<b>Tabla 18.</b> Requisitos microbiológicos para quesos.....	69
<b>Tabla 19.</b> Análisis bromatológicos del queso de capa con porcentaje de grasa de 4,07 .....	71
<b>Tabla 20.</b> Análisis bromatológicos del queso de capa con porcentaje de grasa de 10.9.....	71
<b>Tabla 21.</b> Análisis microbiológico del queso de capa con porcentaje de grasa de 4,07 .....	72
<b>Tabla 22.</b> Análisis microbiológico del queso de capa con porcentaje de grasa de 10.9.....	72
<b>Tabla 23.</b> Descripción del valor unitario del queso 4.07% en grasa .....	76

**Tabla 24.** Descripción del valor unitario del queso 10.9% en grasa .....77

**Lista de imágenes**

<b>Imagen 1.</b> Diagrama de Bloque de la elaboración de queso de.....	49
<b>Imagen 2.</b> Pruebas fisicoquímicas en la leche fresca de búfalo.....	54
<b>Imagen 3.</b> Descremado de la leche fresca de búfalo. ....	57
<b>Imagen 4.</b> Análisis fisicoquímicos de la leche descremada de búfalo.....	59
<b>Imagen 5.</b> Cantidad de queso final.....	60
<b>Imagen 6.</b> Queso capa de leche de búfalo.....	63
<b>Imagen 7.</b> Máxima fuerza y máxima tensión .....	66
<b>Imagen 8.</b> Máximo desplazamiento y máxima deformación.....	66
<b>Imagen 9.</b> Máximo tiempo.....	67
<b>Imagen 10.</b> Análisis de textura del queso de capa de leche de búfalo.....	68
<b>Imagen 11.</b> Textura y elasticidad.....	73
<b>Imagen 12.</b> Jugosidad y Sabor.....	74
<b>Imagen 13.</b> Olor y aceptabilidad.....	75

## **Lista de figuras**

- Figura 1.** Principales fases durante la texturización de una cuajada para un queso de pasta hilada (filata).....35
- Figura 2.** Grafica general del análisis del perfil de textura.....37

## RESUMEN

El queso de capa, es un queso de pasta filata producido artesanalmente en Mompox, se describió el proceso de elaboración del queso de capa de leche bufalina, así como también se realizaron las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas a leche como materia prima y al queso como producto final, de igual forma se analizó el tiempo de vida útil, y la textura para quesos con 4.07% y 10.9% en contenido de grasa.

Los resultados microbiológicos mostraron que las cargas de microorganismos se encontraban dentro los rangos establecidos por la normativa colombiana para queso mozzarellas, quesos frescos y leche apta para el consumo humano; la vida útil del queso dio un promedio de aproximadamente 20 días, por el contenido bajo de humedad. El queso de capa de 4.07% en grasa obtuvo mayor rendimiento que el queso de 10.9% en grasa.

## 1. INTRODUCCION

En Colombia, la lechería bufalina se posiciona como una alternativa pecuaria promisoriosa, tanto a nivel de grandes, medianos y pequeños productores, no obstante, en el municipio del Carmen de Bolívar, a esta leche no se le da el uso correcto para la producción de subproductos lecheros.

La leche de búfala presenta características muy propias, que permiten su fácil identificación desde el punto de vista físico-químico y organoléptico. Su sabor es peculiar, levemente endulzado y siempre muy blanca, debido a la ausencia casi total de carotenos en su grasa (Romero *et al*, 2004).

La mayoría de los búfalos del mundo se ubican en países subdesarrollados. La leche de búfala es particularmente valorada en las dietas populares de aquellos países donde son frecuentes las deficiencias proteicas y de otros nutrientes

Debido a la alta calidad de la leche, los derivados lácteos de búfalo se han posicionado en el mercado colombiano. Sin embargo, se están creando estrategias de mercado que aumenten el consumo de leche de búfalo, así como campañas de publicidad, haciendo énfasis en sus valores nutricionales (Romero *et al*, 2004).

Una de las estrategias de mercado que presenta esta tesis para el aprovechamiento de la leche de búfala, es el queso de capa, el cual es elaborado

en el municipio de Mompox (BOLIVAR, COLOMBIA) es un producto artesanal que pertenece a la familia de los quesos de pasta hilada donde la cuajada, previamente acidificada, se somete a un amasado en caliente que permite plastificar de tal forma que pueda formar bandas, a su vez constituidas por estructuras alineadas que se pueden separar como hilos.

## **2. MARCO TEORICO:**

### **2.1 MARCO LEGAL**

Este trabajo se encuentra dentro del marco legal del decreto 616 de 2006, del MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL, que hace referencia al reglamento técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercialización, expendia, importe o exporte en el país.

Norma Codex para quesos mozzarella; Codex stan 262-2006, hace regencia a la composición fisicoquímica de los quesos mozarelas

### **2.2 ESTADO DEL ARTE**

#### **2.2.1 Historia**

En la década de los años 40, la dama momposina Doña María Arquez Pava, tuvo noticias por un familiar que trabajaba en fincas del Departamento de Magdalena, de que había una manera de fabricar quesos en forma tal que podía la cuajada extenderse en capas para su posterior envoltura; se fabricó el queso en esta casa de familia, el cual tuvo bastante aceptación e inmediatamente pensaron en procesarlo para luego comercializarlo. Por la forma como está envuelto se le denominó queso de capa (Granados *et al*, 2010).

Desde ese entonces la familia Arquez Pava, comenzó a producir y a comercializar este nuevo tipo de queso en mompox manteniendo en secreto el proceso de fabricación; sin embargo de alguna manera personas que trabajaron en el proceso

adquirieron la habilidad y destreza para fabricarlo y tomaron la decisión de tener su propio negocio, multiplicándose en la actualidad la población procesadora de este queso en el municipio (Granados *et al*, 2010).

No se conoce una formulación estandarizada que garantice la obtención del producto con los mejores indicadores de calidad, ya que quienes lo saben fabricar mantienen una especie de secreto profesional, el cual no se divulga ni se comparte, eso trae como consecuencia que el producto al poco tiempo de fabricado produce enranciamiento (oxidación) de las grasa, lo que no permite que pueda ser comercializada a escala industrial por tener un corto tiempo de vida útil que permita mantener sus características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas (Granados *et al*, 2010).

Hoy en Mompox, existen 11 grupos familiares que se dedican a esta labor de la cual derivan su sustento y a su vez han propiciado el desarrollo de la industria artesanal del queso de capa, el cual es muy apetecido no sólo por los momposinos, sino por todo aquel que tiene la oportunidad de conocerlo y degustarlo (Granados *et al*, 2010).

### **2.2.2 El búfalo**

El búfalo, búfalo de agua o arni (*Bubalus bubalis*) es un gran bóvido procedente del sudeste asiático. En la actualidad se encuentra tanto en estado salvaje como doméstico, y ha sido introducido en muchos otros lugares. (Revista electrónica de Veterinaria ISSN 1695-75042007 Volumen VIII Número 8).

La mayor parte de los bovinos salvajes son considerados como pertenecientes a un solo género, *Bibos*. Las excepciones la constituyen los bisontes (considerados

en nuestros días como formando una sola especie), y que son atribuidos al género *Bison*, los dos anoas (que son tal vez una sola especie) atribuidos al género *Bubalus*, el búfalo salvaje asiático, *Bubalus*, y el búfalo africano, *Syncerus*. (Revista electrónica de Veterinaria ISSN 1695-75042007 Volumen VIII Número 8).

Estos llamados géneros están estrechamente ligados y, en tanto que algunos pueden ser cruzados y producir crías fértiles, en otros casos el híbridomacho es estéril. (Revista electrónica de Veterinaria ISSN 1695-75042007 Volumen VIII Número 8).

El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) es originario de Asia, desde donde fue llevado a África, Europa, Oceanía y finalmente a Suramérica (Gurung y Singh 1996). Esta especie fue introducida a Colombia en la década de 1960 cuando el INCORA realizó la importación de los primeros animales desde Trinidad y Tobago, pertenecientes a la raza Bufalypso o Trinitaria (Sanint 2006; Rastogui 2004), debido al cruce genético de las razas Murrah, Jaffarabadi, Nili-Ravi, Surti, y Mehsana.

Actualmente se estima que en Colombia existe una población bufalina aproximada de 100.000 cabezas con un crecimiento anual cercano al 10%, cifra superior al 3% del crecimiento de la ganadería vacuna y su mayor porcentaje está representado por el búfalo mestizo de origen trinitario (Bufalypso) Tabla 1, cruzado con otras razas, el cual se caracteriza por ser buen productor de leche, presentar alto contenido de sólidos en leche, ser altamente rústicos y de gran adaptación a diferentes condiciones agrotropicales típicas de nuestro país (Sanint, 2006; Marín *et al*, 2010).

El búfalo de agua es un bovino al igual que los vacunos, y aunque son muy similares no deben ser tratados como iguales pues:

- 1) no pueden ser cruzados entre sí
- 2) tienen una termorregulación diferente
- 3) ciclos vitales, reproductivos y características productivas diferentes (Vega *et al*, 2004).

La carne de búfalo tiene el mismo sabor y se le prepara igual que la carne de vacuno, resultados de investigaciones del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos revelan que la carne de búfalo tiene 40% menos de colesterol, 12 veces menos grasa, 55% menos calorías y más minerales y vitaminas que la carne de vacuno. Lo que hace resaltar la importancia de la carne de búfalo como una excelente fuente de proteína animal muy baja en colesterol (Vega *et al*, 2004).

Continuamente se presentan las conocidas ventajas para la explotación bubalina: resistencia a enfermedades y a medios hostiles, consumo de alimentos bastos que transforman eficientemente en leche y carne, longevidad, alta capacidad reproductiva y de adaptación a diferentes ambientes, mansedumbre, mayor cantidad de sólidos totales en la leche lo que le confiere relevancia esencial para procesos industriales y las características nutritivas de la carne (Valdés, 2011).

Actualmente, se comercializa la carne de búfalo en las principales ciudades del país, incluyendo a Medellín. Los animales comercializados son sanos y jóvenes (menores de 24 meses) pues es en esta edad en donde se obtiene una carne de mayor calidad con un mínimo de grasa. Son sacrificados en frigoríficos bajo las estrictas medidas sanitarias, minimizando el sufrimiento de los animales. (Vega *et al*, 2004).

### 2.2.3 Leche de búfalo

La leche de búfala es altamente nutritiva y a partir de ella se obtienen, con óptimo rendimiento, derivados lácteos como quesos, yogurt, manteca, dulce de leche y otros productos (Patiño *et al*, 2005).

Según FAO (2010) la producción mundial de leche de todas las especies en el año 2008 alcanzó las 693,7 millones de toneladas de las cuales 12,8% fueron de búfala.

En los últimos treinta años, el crecimiento de la producción de leche de búfala fue del 248,4%, en cambio la leche de vaca en ese mismo periodo, apenas alcanzó el 40,5%, el de cabra fue del 105,4% y el de oveja del 40,0 %, lo que señala indiscutiblemente la importancia de la evolución de la lechería bufalina. Actualmente por volumen de leche producido, la de búfala ocupa el segundo lugar en importancia, luego la leche de vaca y seguido por la de cabra y oveja, que ocupan el tercer y cuarto lugar respectivamente (Patiño *et al*, 2010).

Diversos factores afectan la composición físico-química y calidad microbiológica de la leche. Dentro de estos factores se incluyen el ambiente (clima, temperatura, humedad, etc.), estado de lactancia, genética y nutrición (Matthews *et al* 1992; Jensen 2002; Gibson 1991).

Godden y otros (2002), reportaron que la variación en la composición de la leche, obedece igualmente a factores como la rutina de aseo y desinfección e higiene ambiental al momento del ordeño, adicionalmente Linn (1989) reportó que la alimentación, es el factor que mayor influencia tiene sobre la variación de los componentes lácteos. Sin embargo, estos cambios no son permanentes y tiene como límite la capacidad genética del animal. (Hurtado-Lugo *et al*, 2005).

La demanda por leche de calidad, bajo sistemas de producción orgánica está aumentando aceleradamente en los mercados nacionales e internacionales. La leche orgánica lidera el precio máximo de pago por calidad en el mercado internacional, lo cual hace que sea económicamente atractivo para los productores (Berry and Hillerton 2002); éste factor ha permitido que la calidad, sea una constante preocupación para todas las áreas de la salud (Nacimiento y Vicente 2001), y productores de leche (Hurtado-Lugo *et al*, 2005).

La composición físico-química de la leche de búfala ha sido estudiada en el continente americano en países como Brasil, Argentina, Venezuela, Trinidad y Tobago, Cuba y Colombia (Patiño *et al*, 2010).

Los resultados de los distintos trabajos publicados sobre composición de la leche de búfala, reflejan que existe una gran variabilidad tanto de sus características físicas como de su composición química observada entre los distintos autores, inclusive dentro de la misma raza y país (Patiño *et al*, 2010).

Entre los factores que pueden afectar la composición físico-química de la leche bufalina se consideran la raza, la etapa de lactancia, el número de partos, la alimentación y las condiciones ambientales. Esta variación se debería a las diferentes condiciones en que se realizaron los trabajos tales como: utilización de búfalas puras y con diferentes grados de mestizaje, muestras tomadas en uno o dos ordeños, condiciones de análisis, transporte y diseño de muestreo (Patiño *et al*, 2010).

La leche de búfala presenta características muy propias, que permiten su fácil identificación desde el punto de vista físico-químico y organoléptico. Su sabor es peculiar, levemente endulzado y siempre muy blanca, debido a la ausencia casi total de carotenos en su grasa. (Botero C. 2010).

La leche de búfala tiene acentuadas diferencias con relación a la leche vacuna que la colocan adelante en cuanto a su calidad:

- ✓ 30% más de proteína con mayores proporciones de caseína, albúmina y globulina,
- ✓ 35-40% más sólidos totales.
- ✓ 19 % más de lactosa.

Tenor de grasa butirométrica 2.5 - 3 veces mayor (Romero *et al*, 2004).

### **2.2.3.1 Características físicas**

Analizando los valores medios de las características físicas de la leche bufalina de distintas razas en el continente americano se puede comprobar que la densidad oscila entre los 1.031 y 1.034; la acidez titulable entre los 17.60 y 20.11 ° Dornic y el pH entre los 6.66 y 6.75 (Patiño *et al*, 2010).

La característica física de la leche de búfalas que mayor variabilidad presenta son la acidez titulable, lo cual se debe a que las diferentes etapas de lactación la afectan, incrementándola a medida que avanza el ciclo productivo. Es importante destacar además, la elevada acidez titulable que posee la leche bufalina en comparación con la bovina, se debe a que la primera posee mayor cantidad de caseína (Patiño *et al*, 2010).

### **2.2.3.2 Composición química**

Considerando los valores medios de la leche bufalina, según razas estudiadas en el continente americano y a efectos de establecer parámetros generalizados se puede determinar valores medios para sólidos totales que oscilan entre 16.31 a 17.49%, grasa de 6.37 a 7.34%; proteína de 3.93 a 4.42%; lactosa 3.83 a 5.55% y cenizas 0.75 a 0.85% (Patiño *et al*, 2010).

Entre los componentes químicos estudiados los que mayor variabilidad presentan son la grasa y los sólidos totales (Patiño *et al*, 2010).

**Ácidos Grasos:** En Argentina estudios sobre búfalas de razas Murrah y mestizas Murrah x Mediterránea, alimentadas exclusivamente con pasturas naturales señalaron que el contenido de ácidos grasos de la leche fue de 56,91% de saturados y 43,68% de insaturados (siendo 37,24 % mono insaturados y 5,84 % poli insaturados). En los mismos animales pero suplementados con 2kg maíz por día los resultados señalaron que el 57,10% de los ácidos grasos fueron saturados y el 42,89% insaturados; de éstos últimos un 36,92% fueron mono insaturados y un 5,97% poli insaturados (Patiño *et al*, 2010).

El contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) encontrado en la leche de búfala alimentada exclusivamente mediante pasturas naturales en Argentina fue de 4.83 mg/g. Muchos factores pueden influir en los niveles de CLA, por manipulación de la dieta en el animal y su posible incremento de CLA en la leche. Además los factores estacionales y número de lactancias también influyen (Patiño *et al*, 2010).

A partir de los años 80-90 aumentó el interés en el estudio del ácido graso linoleico conjugado (CLA) debido a sus propiedades biológicas. Varios estudios experimentales y epidemiológicos sugieren que los ácidos grasos insaturados trans (TFA) tienen un efecto negativo sobre los niveles de colesterol y la incidencia de enfermedades cardiovasculares. Por otro lado tiene un efecto positivo sobre algunas patologías como el cáncer, la obesidad, enfermedades cardiovasculares, diabetes, etc. Los productos lácteos con altos niveles de ácido linoleico conjugado (CLA) representan una promesa como alimentos funcionales debido a los numerosos efectos benéficos para la salud humana (Patiño *et al*, 2010).

**Minerales:** Los minerales en leche de búfala han sido estudiados en países como India, Italia, Egipto, EEUU, Brasil y Argentina. Los minerales presentes en la leche

son de gran importancia puesto que de ellos dependen propiedades tales como estabilidad al calor y capacidad de coagular. Por consiguiente, es primordial conocer sus concentraciones, especialmente teniendo en cuenta que la leche es sometida a distintos procesos tecnológicos tales como esterilización y coagulación, entre otros (Patiño *et al*, 2010).

Los niveles de minerales en el suelo juegan un importante rol en la regulación de la concentración de los minerales en el cuerpo animal, como resultado el contenido mineral en la leche está muy influenciado por los correspondientes niveles de minerales en el alimento y en el forraje (Patiño *et al*, 2010).

El contenido mineral de la leche puede variar por numerosos factores como raza, periodo de lactación, clima, estación del año y composición de la dieta (Patiño *et al*, 2010).

Considerando los valores medios de los minerales estudiados establecieron los siguientes rangos para la leche bubalina en general, para macrominerales: Ca 1,12 (0,5 2,00 g x kg<sup>-1</sup>), P 0,99 (0,50 -1,55 g x kg<sup>-1</sup>), Mg 0,08 (0,03 – 0,13 g x kg<sup>-1</sup>), K 0,92 (0,33 a 1,68 g x kg<sup>-1</sup>), Na 0,35(0,11 - 0, 68 g x kg<sup>-1</sup>) y para elementos traza: Cu 0,35 (0,10 a 0,74 mg x kg<sup>-1</sup>), Mn 0,27 (0,09 –0,52 mg x kg<sup>-1</sup>), Zn 4,10 (1,53 – 7,26 mg x kg<sup>-1</sup>), Fe 1,61 (0,57 – 3,10 mg x kg<sup>-1</sup>) (Patiño *et al*, 2010).

Cabe destacar que los niveles minerales en el suelo juegan un importante rol en la regulación de la concentración de los minerales en el cuerpo animal, por lo cual el contenido mineral en la leche está muy influenciado por los correspondientes niveles de minerales en el alimento. Esta puede ser la razón por la cual trabajos realizados en diferentes regiones reportan diferentes niveles de minerales (Patiño *et al*, 2010).

**Vitaminas:** Las vitaminas son sustancias orgánicas que en cantidades vestigiales permiten el crecimiento, el mantenimiento y funcionamiento del organismo. Los animales necesitan incorporarlas en su ración ya que no pueden ser sintetizadas. Son clasificadas en dos grupos según su solubilidad en el agua o en las grasas. (Patiño *et al*, 2010).

Las liposolubles son: A (Retinol), D (Calciferol), E (Tocoferol) y K. Y las hidrosolubles son: B1 (Tiamina), B2 (Riboflavina), B6 (Piridoxina), B12 (Cobalamina) y C (Acido Ascórbico).

En Argentina se determinaron valores de vitaminas en leche de búfala con los siguientes resultados: A 90.35 UI % ml.; E 1.48 mg % ml.; B1 0.0899 mg % ml; B2 0.157 mg % ml. y B6 menor de 0.05 mg % ml (Patiño *et al*, 2010).

#### **2.2.4 Explotación Del Búfalo En Colombia**

En Colombia, la producción lechera bufalina ha tenido un auge considerable en los últimos 20 años, siendo así, que los primeros puestos en calidad composicional y precio neto pagado, ocupan los primeros lugares en las plantas procesadoras del país. Aunque no se le ha brindado toda la importancia a este tipo de producción - por la mala imagen que alrededor de este animal se ha suscitado - la ganadería bufalina tiende a ser el futuro de la lechería en Colombia y Suramérica (Cervantes *et al*, 2010).

El interés en la producción del búfalo (*Bubalus bubalis*), es cada vez mayor, debido a la alta calidad de sus productos y su adaptabilidad a las condiciones ambientales. La población bufalina existente en nuestro país es pequeña, aproximadamente de 30.000 cabezas y su promedio de producción de leche por lactancia es de 1.200 litros. El interés de la Asociación de Bufalistas de Colombia

es aumentar la población y su productividad, a través de manejos adecuados en las explotaciones, al igual que el establecimiento de programas de mejoramiento genético utilizando la inseminación artificial; estos programas, están apenas iniciando, ya que es necesario identificar los machos reproductores, que aporten una mayor cantidad de leche, carne y crías (Romero *et al*, 2004).

El búfalo ha empezado a ser una excelente alternativa para producir carne magra, suave, de buen sabor, con bajo contenido de colesterol, para esto se utilizan parámetros de desarrollo tales como ganancia diaria de peso, peso al nacimiento, destete, peso al sacrificio y, algunas características de las carcasas; sin embargo, las carcasas de los búfalos son más cortas que los bovinos (Romero *et al*, 2004).

En Colombia al no manejarse programas de manejo intensivo en búfalos, la producción láctea es muy dependiente de la disponibilidad de forrajes, y estos a su vez de la presencia o no de las lluvias en las regiones de explotación.

En nuestro país apenas se están implementando programas de mejoramiento genético a través de la selección y de la introducción de nuevo material genético proveniente de países como Venezuela, Brasil e Italia, en donde la ganadería bufalina lleva años de continuo proceso de mejoramiento (Guarín J. 2003.)

En nuestro país los pioneros del búfalo, El Fondo Ganadero de Caldas, hoy Fondo Ganadero del Centro, manejan su línea de productos lácteos, en donde se comercializa quesos de diversos tipos, así como arequipe. Otras haciendas como Los Pájaros en Ayapel, Córdoba, con sus “Lácteos la búfala”, Altamar Ltda. en Montelibano, Córdoba, con su “bufalac”, han incursionado en algunos mercados significativos como el del Bajo Cauca y parte de Medellín. El grupo de Estudio sobre Búfalos de la Universidad de Antioquia ha planteado diversos proyectos para la elaboración y comercialización de productos lácteos, logrando un gran éxito con productos que se han posicionado dentro de la comunidad universitaria. (Guarín J. 2003.)

Uno de los logros más importantes que se da en las explotaciones bufalinas colombianas es la estandarización del precio de la leche, como uno de los mejores pagados a nivel nacional, por encima de los sistemas lecheros bovinos más especializados, lo que trae consigo un aumento de la rentabilidad y el crecimiento vertiginoso de este sistema a nivel nacional (COLANTA, 2008). La tabla 5 muestra los precios de las mejores leches pagadas a nivel nacional, todas son de búfalas.

**Tabla 1.** Precios de leches de búfala por planta a nivel nacional año 2008

N°	REGION	PRODUCTOR	LECHE (L)	PROTEINA (%)	GRASA (%)	VALOR LITRO \$
1	San Marcos	Ana Martelo T	1599	4.65	8.83	1818
2	Motelibano	Altamar S.A	11243	4.45	7.77	1692
3	Montería	Claudia Roldan	2656	4.32	7.56	1619
4	Pueblo	Colbufalos S.A	7625	4.22	8.14	1610
5	Cimitarra	Juan Escobar T	178	4.54	8.36	1591
6	Montería	William salleg	3094	4.77	6.89	1585
7	Planeta rica	Agrop. Bucolsa	2561	4.07	7.96	1584
8	Pto Nare	Fondo bufalero	8734	4.31	9.34	1576
9	Puerto	Altamar S.A	1695	4.36	8.82	1573
10	Cimitarra	Roberto Ríos	355	4.32	8.24	1523

*Fuente. Colanta 2008*

### **2.2.4.1 Rusticidad**

Los búfalos han adquiridos propiedades adaptativas ante las condiciones más variables del medio ambiente y a diferencias climáticas debido a variables peculiares de la especie. Ejemplo de estas es la presencia de pigmentos de melanina en la piel que retienen la radiación ultravioleta tan abundante en los trópicos, protegiendo así al animal de sus efectos perniciosos (Martínez A. 2006). Además, sus glándulas sebáceas están bien desarrolladas y son muy activas, estas segregan una sustancia grasa, que cubre la superficie de la piel con una capa sebácea que la hace resbaladiza al agua y al fango, característica que posibilita la aptitud para soportar una inmersión prolongada sin verse afectados por ella. Dicha diferencias de la estructura de la piel permiten explicar cómo los búfalos contrarrestan las altas temperaturas, lo que le ha permitido establecerse en regiones comprendidas entre 0 y 3000 metros sobre el nivel del mar (Martínez A. 2006).

Una de las principales bondades del búfalo es su rusticidad, definida como la capacidad que tiene un animal de resistir a condiciones medioambientales extremas, no demostrar enfermedad y producir, llegando a crearse el mito de considerar el búfalo como un animal de hierro, que no se enferma y al que prácticamente no hay que suministrarle atención veterinaria. Algunas bufaleras han hecho esfuerzos para certificarse como ecológicas, aprovechando que los animales enferman poco y los potenciales beneficios de la producción orgánica (Gonzalo, 2012).

La mayoría de los búfalos del mundo se ubican en países subdesarrollados. La leche de búfala es particularmente valorada en las dietas populares de aquellos países donde son frecuentes las deficiencias proteicas y de otros nutrientes. Comparada con las otras leches se aprecia su indiscutible calidad como nutriente. En el mundo se ha desarrollado la industria lechera, en respuesta a un mercado

creciente que reclama productos de alta calidad, con sellos de producción orgánica y trazabilidad. El negocio de la leche de Búfalo ha tenido el crecimiento anual más significativo entre las leches para el consumo humano en la última década (Guarín J. 2003)

**Tabla 2.** Distribución de las especies de mamíferos por regiones en porcentajes (%)

Especie de mamífero	África	Asia	Europa y el Cáucaso	América latina y el Caribe	Cercano y medio oriente	América del norte	Pacífico sudoccidental
Búfalo	8	57	25	27	25	0	8
Bovino	98	96	100	94	75	100	77
Yak	0	32	2	0	0	0	0
Caprino	96	96	93	94	83	100	69
Ovino	92	86	100	91	100	100	31
Cerdo	70	82	91	91	8	100	92
Asno	38	46	36	39	50	50	
Caballo	46	93	91	64	58	100	23
Camello bactriano	0	25	5	0	0	0	0
Dromedario	32	25	2	0	58	0	8
Alpaca	2	0	0	12	0	0	8
Llama	0	0	0	15	0	0	0
Guanaco	0	0	0	9	0	0	0
Vicuña	0	0	0	12	0	0	0
Ciervo		25	14	9	0	50	15
Conejo	38	39	39	48	8	0	0
Conejillo de indias	8	0	0	15	0	0	0
Perro	2	7	5	0	0	0	0

*Fuente: FAO 2001*

**Tabla 3.** Característica de los diferentes tipos de búfalos

Raza	Peso a la Madurez (Kg.)	Edad al primer Parto (meses)	Producción por Lactancia (Kg.)	Duración de la lactancia (Días)	Intervalo entre partos (Días)	Grasa (%)
Murrah	446-567	40.5-55.1	1276-2272	269-351	420-513	6.1-8.3
Nili-Ravi	454-567	37.9-43.0	1585-2164	296-385	422-579	6.5
Surti	319-413	47.2-55.4	1129-1552	261-342	465-564	-----
Bhadawari	346-467	46-51.4	976-140	276-330	454-489	8.0
Kundi	320-575	----	1208-2000	316-322	413-592	7.0
Mehsana	335-567	44.2-54.5	1308-1838	267-314	457-526	7.4
Buffalypso (Colombia)	320-570	37.69±1.69	1372	305	415±30.04	7.04

*Fuente: Revista Ecolanta, 2001-2002*

Los búfalos de apara se encuentran entre los animales de mayor producción de las zonas tropicales cálidas y húmedas y de las zonas subtropicales. Esta especie, llamada *Bubalus bubalis*, posee algunas características morfológicas y físicas que facilitan una mayor adaptación a condiciones más variables que el ganado bovino

del género Bos. Los pigmentos de melanina de la piel retienen la radiación ultravioleta, tan abundante en los trópicos, protegiendo así al animal de sus efectos perniciosos. Las glándulas sebáceas de la piel del búfalo están más desarrolladas y son más activas que las de los bovinos. Estas glándulas segregan una sustancia grasa, sebum, que cubre la superficie de la piel con una capa sebácea que la hace resbaladiza al agua y al fango donde los animales pasan una parte considerable del día. Con tales propiedades de adaptación, los búfalos han adquirido características reproductivas y productivas totalmente de acuerdo con el modelo cíclico de clima y vegetación de esas zonas cálidas (FAO, 1993).

Los dos tipos de búfalos (de pantano y de río), tienen una diferente capacidad de producción lechera, siendo la del segundo de dos a cuatro veces superior a la del primero, debido a que los búfalos de pantano se utilizan generalmente como animales de tiro (FAO, 1993).

La producción de leche es quizá para lo que más se está utilizando el búfalo en nuestro medio. Una búfala puede producir en promedio unos 5 litros de leche diaria. Es claro que este animal no puede competir con una vaca lechera especializada en cuanto a cantidad, pero su calidad es inigualable. Internacionalmente, la leche de Búfala es la más apetecida por su alto contenido de proteína para la elaboración de queso Mozzarella y otros derivados lácteos. Además, es deliciosa y su grasa es liviana, pues el contenido de colesterol es 33 % menor que en la leche de vaca (Romero *et al*, 2004).

### **2.2.5 Quesos**

El queso es un alimento tan antiguo como la humanidad y quizá sea la forma más primitiva de conservación de un alimento tan utilizado en todas las épocas como

es la leche. Posiblemente el origen de la palabra queso proviene de la raíz latina caseus, que quiere decir caseína, principal proteína de la leche que entra a formar parte de la leche (Romero *et al*, 2004).

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. El queso puede ser definido como el producto resultante de la concentración de una parte de la materia seca de la leche, por medio de una coagulación (Romero *et al*, 2004).

#### **2.2.5.1 Clasificación de los quesos:**

En la clasificación de los quesos, los parámetros característicos que se pueden usar para agruparlos son múltiples y no siempre son comunes a la totalidad de las variedades, por lo cual no es fácil clasificar los quesos en grupos definidos. Una de las clasificaciones más usadas es en quesos frescos o no madurados y los madurados; otro también bien simplista es teniendo en cuenta la consistencia de quesos blandos, semiduros y duros (Keting P. y Rodríguez H, 1999).

Debido a la gran variedad de quesos existentes, algunos son difíciles de clasificar (Romero *et al*, 2003).

#### **Según el sistema escogido para la coagulación de la leche.**

*Quesos al cuajo:* se añade jugo gástrico de animales para "cortar" la leche.  
*Quesos ácidos:* se consigue el mismo resultado a través de la acidificación de la leche. (Romero *et al*, 2003).

### **Según el origen de la leche.**

Quesos de cabra. Quesos de oveja. Quesos de vaca. Quesos de mezcla.

### **Según la textura del queso.**

*Compactos*. Con ojos redondeados y granulares. Con ojos de formas irregulares (Romero *et al*, 2003).

### **Según el tipo de microorganismos utilizados en la fermentación.**

- Veteados: la maduración en cuevas ventiladas facilita el crecimiento de mohos *Penicillium* y la aparición de vetas azules.
- Cabrales envueltos en hojas de arce.
- Roquefort de sabor picante y ligeramente salado.
- Gorgonzola de Italia.
- Danablu de Dinamarca de gusto intenso y pasta compacta.
- Edelpilz, más delicado, y Bergader, mas picante, ambos de Alemania.
- Bellelay y el Paglia de Suiza.
- Stilton de Inglaterra, que debe comerse como mandan las tradiciones anglosajonas, con crackers o galletas semidulces y acompañado de un Oporto o un Sherry.
- De moho blanco: en la maduración se rocían con mohos blancos que son los que producen su típico aspecto.
- Camembert y Brie.

Con desarrollo bacteriano en la corteza: antes de la maduración el queso se unta con un cultivo de bacterias que al desarrollarse le darán unas características especiales (Romero *et al*, 2003).

### **Según el contenido de agua del queso.**

Quesos frescos. Quesos blandos. Quesos semi-curados. Quesos curados (Romero *et al*, 2003).

### **Según el contenido de grasa.**

- Triple graso: contiene un mínimo de un 75% de grasa.
- Doble graso: contiene un mínimo de un 60% de grasa.
- Graso: contiene un mínimo de un 45% y un máximo de un 60%.
- Semigraso: contiene un mínimo de un 25% y un máximo de un 45%.
- Semidesnatado: contiene un mínimo de un 10% y un máximo de un 25%.
- Magro menos de un 10 % (Romero *et al*, 2003).

#### **2.2.5.2 Composición del queso**

La caseína es la proteína más importante que aparece en el queso, y deriva de la palabra Caseus, que significa precisamente queso. Otras proteínas como la globulina y la albúmina escapan con el suero. El contenido en hidratos de carbono de los quesos está constituido por la lactosa o azúcar de la leche, que acaba transformándose en gran parte en ácido láctico por acción de las bacterias lácticas. Parte del ácido láctico se encuentra ligado al Calcio formando lactato cálcico. El suero arrastra casi toda la lactosa de la leche, por lo que, su presencia en los quesos es muy reducida. En cuanto a las sales minerales, su contenido oscila entre el 1,2 y el 4,5%, siendo los más importantes Calcio, Fósforo y Hierro. En cuanto al contenido en vitaminas, los quesos son más ricos en las vitaminas solubles en grasa que en las vitaminas solubles en agua. Por otra parte, cuanto mayor es el contenido graso de un queso mayor es su riqueza en vitamina A y D.

La grasa es, en general, el componente más abundante en los quesos (Madrid *et al*, 1999; Keting y Rodríguez 1999; Walstra 2001).

### 2.2.6 Etapas fundamentales del proceso:

Aunque en la elaboración de los distintos quesos puede haber etapas muy diferentes, hay algunas fases del proceso que son esencialmente las mismas para todas las variedades, como:

a) **Coagulación de la leche por acción de enzimas, ácidos o ambos.** Se forma un gel como consecuencia de la agregación de las partículas de caseína que constituyen una red en la que quedan atrapados los glóbulos grasos.

b) **separación de lactosuero** (comparable con el suero de la leche) por efecto de la sinéresis del gel. La cuajada resultante ocupa entre el 10 y el 30% del volumen original de la leche. Cuanto más seca es la cuajada, más firme y más duradero será el queso. (Madrid *et al*, 1999; Keting y Rodríguez 1999; Walstra 2001).

c) **Producción de ácido en el queso durante la elaboración**, consecuencia de la conversión de la lactosa en ácido láctico por acción de las bacterias lácticas. El pH de la cuajada y del queso influye sobre importantes parámetros, como la sinéresis; consistencia y maduración (desarrollo del aroma) del queso. (Madrid *et al*, 1999; Keting y Rodríguez 1999; Walstra 2001).

d) **Salado**, el queso suele contener entre el 1 y 4% de sal añadida, excepto algunos tipos de quesos frescos como el quarg; la sal influye sobre la capacidad de conservación, el flavor y la consistencia del queso. (Madrid *et al*, 1999; Keting y Rodríguez 1999; Walstra 2001).

e) **Fusión de los granos de la cuajada para formar una masa compacta**, que se puede manipular fácilmente con frecuencia el queso tiene una corteza que protege el interior. El prensado favorece la formación de una corteza más gruesa (Madrid *et al*, 1999; Keting y Rodríguez 1999; Walstra 2001).

f) **Maduración**, los procesos microbianos, bioquímicos, químicos y físicos que tiene lugar durante la maduración, producen importantes cambios en la composición y estructura del queso y, en consecuencia, en su flavor y su textura (Madrid *et al*, 1999; Keting y Rodríguez 1999; Walstra 2001).

## **2.2.7 Coagulación y Sinéresis**

### **2.2.7.1 Quimosina:**

La quimosina, es una proteína soluble. Es una proteínasa, y por lo tanto, una endopeptidasa, lo que significa que puede romper las proteínas en fragmentos relativamente grandes. Esta se inactiva rápidamente en determinadas condiciones. Cuando el pH es bajo, la inactivación puede atribuirse a una auto catálisis (la propia enzima realiza la auto descomposición) y a pH alto la desnaturalización. En la leche fresca se produce una notable inactivación a 45°C. La sal inhibe la inactivación y por eso los cuajos comerciales contienen una gran cantidad de NaCl (Madrid *et al*, 1999; Keting y Rodríguez 1999; Walstra 2001).

### **2.2.7.2 La floculación**

Es la unión de las micelas de paracaseína, se debe en parte a las fuerzas de atracción de van der waals, aunque por si solas resultan insuficientes, como se demuestra por la necesidad de que haya una determinada actividad de  $\text{Ca}^{2+}$ .

Además, el efecto de los iones  $\text{Ca}^{2+}$  es doble. En primer lugar, reducen la repulsión electrostática porque neutralizan las cargas negativas de las micelas. En el rango de pH habitual, los iones  $\text{Ca}^{2+}$  actúan más eficazmente que los iones  $\text{H}^+$  (incidentalmente, al bajar el pH de la leche, aumenta considerablemente su actividad  $\text{Ca}^{2+}$ ). En segundo lugar, el  $\text{Ca}^{2+}$  puede establecer puentes (enlaces salinos) entre los puntos cargados negativamente de las micelas de paracaseína, que se suman a los enlaces entre puntos positivos y negativos (Madrid *et al*, 1999; Keting y Rodríguez 1999; Walstra 2001).

### **2.2.7.3 El tiempo de coagulación**

Cuando se añade cuajo a la leche, transcurre un tiempo para que las micelas empiecen a flocular, pero después la velocidad de floculación aumenta rápidamente. En un determinado momento, los flóculos se hacen visibles. El tiempo necesario para que esto ocurra puede definirse como el tiempo de coagulación. El tiempo de coagulación puede considerarse también como el tiempo necesario para que se forme el gel, o bien para que se forme un gel con una consistencia determinada (Madrid *et al*, 1999; Keting y Rodríguez 1999; Walstra 2001).

La temperatura influye fundamentalmente sobre la velocidad de floculación. En consecuencia, cuando se añade cuajo a la leche fría (por ej. a  $5^{\circ}\text{C}$ ), la caseína k es hidrolizada, pero las micelas no floculan. Posteriormente cuando se calienta la leche, la coagulación se produce rápidamente. El aumento del tiempo de coagulación a temperaturas altas se debe a que comienza la inactivación de la enzima (Madrid *et al*, 1999; Keting y Rodríguez 1999; Walstra 2001).

#### 2.2.7.4 Formación de gel y sinéresis

El gel tiende a exhibir sinéresis, es decir, a contraerse y a expulsar líquido, el lactosuero. Los poros entre las partículas son suficientemente anchos para permitir la circulación del líquido a través de ellos, es decir, la sinéresis. La causa de la sinéresis es que, en principio, una partícula puede establecer uniones con muchas otras partículas (con la correspondiente ganancia de energía), dando lugar a un empaquetamiento mucho más compacto entre las partículas. Esto es posible por que las partículas tienen puntos reactivos por toda su superficie; sin embargo, prácticamente no pueden ponerse en contacto porque están retenidas en la red del gel (Madrid *et al*, 1999; Keting y Rodríguez 1999; Walstra 2001).

Muchas de las bacterias potencialmente peligrosas son destruidas a la alta temperatura a la que se mantiene la cuajada durante bastante tiempo, muchas veces más de una hora. Para la mayor parte de las bacterias, el tiempo de reducción decimal es de 2-50 min. A 50°C. Esto significa que, en realidad, se aplica una termización o incluso una pasteurización, por lo que la leche de quesería puede utilizarse sin tratar (Madrid *et al*, 1999; Keting y Rodríguez 1999; Walstra 2001).

- Durante el calentamiento de la cuajada se inactiva una considerable proporción de cuajo, lo que modifica la proteólisis en el queso.
- Las bacterias lácticas mesófilas resultan inactivadas en su mayor parte. Por lo tanto, las bacterias que componen el cultivo iniciador son predominantemente termófilas.
- Tiene un suero ácido con un pH más bajo (4.3-4.7) (Madrid *et al*, 1999; Keting y Rodríguez 1999; Walstra 2001).

### 2.2.8 Queso capa

El queso capa elaborado en el municipio de Monpox (Bolívar, Colombia) es un producto artesanal que pertenece a la familia de los quesos de pasta hilada donde la cuajada, previamente acidificada, se somete a un amasado en caliente que permite plastificarla de tal forma que pueda formar bandas a su vez constituidas por estructuras alineadas que se pueden separar como “hilos” (Granados *et al*, 2010).

La textura característica de los quesos de pasta hilada puede explicarse, por el arreglo 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. Este, 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  $\beta$ -placa y  $\alpha$ -hélice (Villegas *et al*, 2004).

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” (Villegas *et al*, 2004).

Entre moléculas contiguas de proteínas alineadas se establecerían enlaces químicos de distinta naturaleza (v.g. por puentes de hidrógeno) que las mantendrían unidas (Villegas *et al*, 2004).

### 2.2.8.1 Química del estiramiento

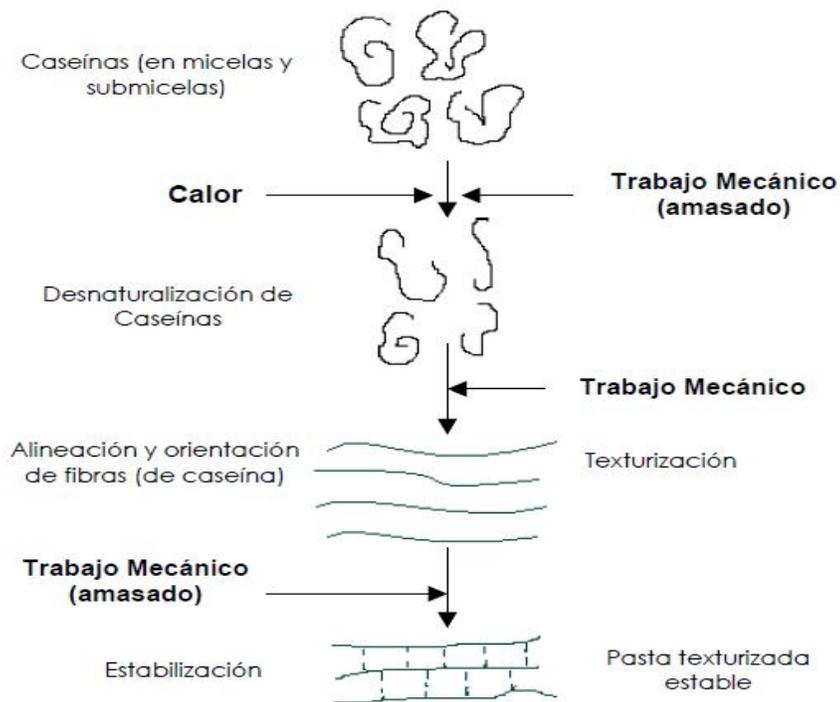
La reacción del ácido láctico procedente de gérmenes iniciadores con el paracaseinato puede realizarse de dos formas:

Paracaseinato dicalcico + ácido láctico  $\longrightarrow$  Paracaseinato monocalcico + Lactatocalcico.

Paracaseinato monocalcico + 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 elasticidad de la masa (cerca del 1 al 3 % de la masa final), debido al 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 (Londoño, 2009).

**Figura 1.** Principales fases durante la texturización de una cuajada para un queso de pasta hilada (filata).



Fuente: Villegas de Gante 2004

### 2.2.9 Suero Acido

El lactosuero es un producto que resulta al separar la caseína que se ha precipitado o coagulado al fabricar el queso (Gómez *et al*, 1990).

La composición del suero varía dependiendo del tipo de queso del cual provenga el suero. Por ejemplo cuando la cuajada se elabora mediante coagulación enzimática entonces el suero es conocido como suero dulce (pH 6.0 a 6.6), mientras que si la cuajada se obtiene mediante la adición de un ácido entonces el suero será conocido como suero ácido (pH 4.3 a 4.7). El pH del suero altera su

composición porcentual de componentes, ya que a mayor pH menor rendimiento en sólidos del queso Ricotta (Madrid, 1996)

**Tabla 4.** Composición general del suero lácteo

Suero		
Constituyente	Dulce (%)	Acido (%)
Agua	93-94	94-95
Grasa	0.2-0.7	0.04
Proteínas	0.8-1.0	0.8-1.0
Carbohidratos (lactosa)	4.5-5.0	4.5-5.0
Cenizas	0.05	0.40
Sólidos totales	5.6-6.8	5.7-6.4

*Fuente: Madrid, 1996*

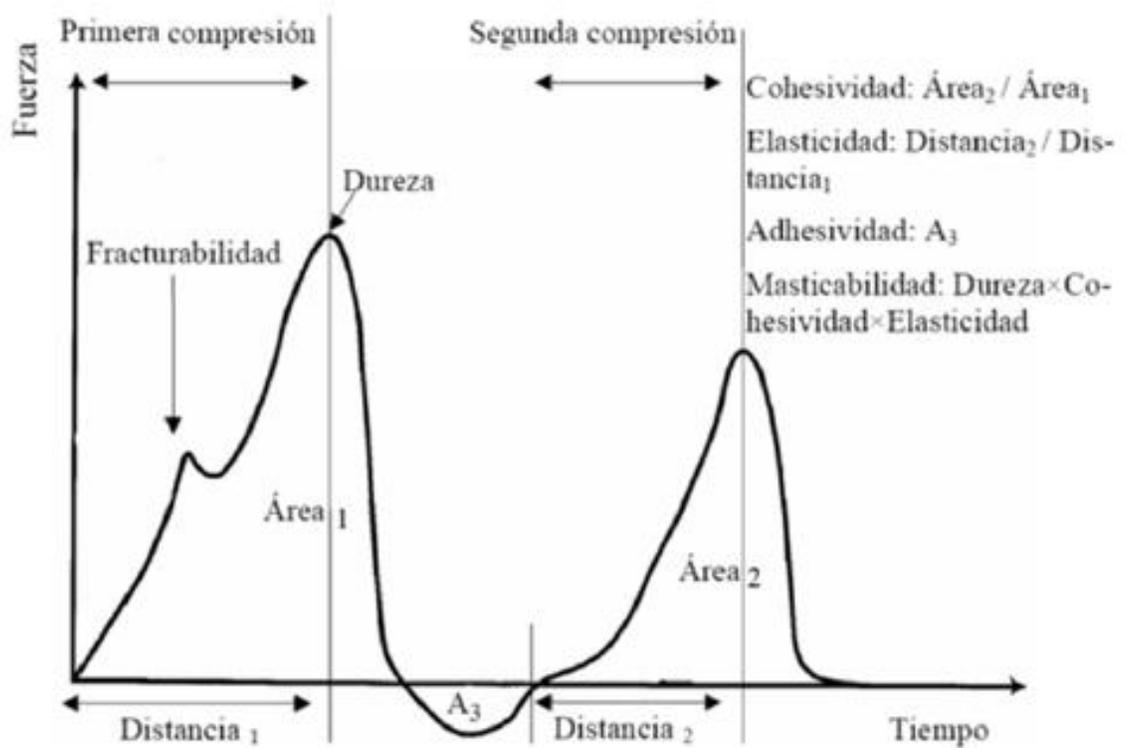
El suero líquido está compuesto de lactosa (5%), agua (93%), proteínas (0.85%), minerales (0.53%) y una mínima cantidad de grasa (0.36%). Las principales proteínas son Beta- Lactoalbúmina (BLG) (58 %) y alfa- lactoalbúmina (ALA) (13 %). mientras que las inmunoglobulinas, albúminas séricas y peptonas 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 ( Londoño , 2009.)

### 2.2.10 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, y además es reconocida como el mayor atributo de su calidad (Bourne, 1973).

**Figura 2.** Grafica general del análisis del perfil de textura



Fuente: Hleap (2010)

Fracturabilidad: es la primera caída significativa de la curva durante el primer ciclo de compresión producto de un alto grado de dureza y bajo grado de cohesividad. Se refiere a la dureza con la cual el alimento se desmorona, cruje o revienta. Se expresa en unidades de fuerza – Newtons (Hleap *et al* 2010).

Dureza: fuerza máxima que tiene lugar en cualquier tiempo durante el primer ciclo de compresión. Se refiere a la fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares o entre la lengua y el paladar. Se expresa en unidades de fuerza, N ó ( $\text{kg m s}^{-2}$ ) (Hleap *et al* 2010).

Cohesividad: 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). Representa la fuerza con la que están unidas las partículas, límite hasta el cual se puede deformar antes de romperse. Es adimensional (Hleap *et al* 2010).

Adhesividad: Siguiendo al primer ciclo de compresión se elimina la fuerza cuando la cruceta se mueve a su posición original. Si el material es pegajoso o adhesivo, la fuerza se convierte en negativa. El área de esta fuerza negativa (Área 3), se toma como una medida de la adhesividad de la muestra. Representa el trabajo necesario para despegar el plato de compresión de la muestra o el trabajo necesario para despegar el alimento de una superficie (paladar). Se mide en ( $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$ ) (Hleap *et al* 2010).

Elasticidad: Es la altura que recupera el alimento durante el tiempo que recorre entre el primer ciclo y el segundo ( $D_2/D_1$ ). Mide cuanta estructura original del alimento se ha roto por la compresión inicial. Es adimensional, una longitud dividida por otra longitud (Hleap *et al* 2010).

Gomosidad: la energía requerida para desintegrar un alimento semisólido de modo que esté listo para ser tragado. Producto de la dureza por la cohesividad. Se expresa en ( $\text{kgm/s}^2$ ) (Hleap *et al* 2010).

Maleabilidad: producto de la dureza por la cohesividad y la elasticidad. Representa el trabajo necesario para desintegrar un alimento hasta que esté listo para ser deglutido. Se expresa en Kg (Hleap *et al* 2010).

### **2.2.11 Empaques utilizados en queso:**

El empaque utilizado debe ser de un material inerte al producto y que asegure su conservación durante su transporte y almacenamiento (Norma Técnica Colombiana NTC 750)

Los empaques protegen el alimento frente a la contaminación, Las principales funciones del empaque o envasado son: protegen contra las alteraciones de color, flavor, olor, textura, y otras características, evita la contaminación química, física y biológica, controla la absorción o pérdida de O<sub>2</sub>, y vapor de agua, ofrece almacenamiento adecuado, información y facilita las operaciones de transporte y comercialización (Vickie y Vaclavik, 2002; Brody *et al*, 1996).

Los empaques se clasifican en primario, secundarios y terciarios, los primarios tienen contacto directo con los alimentos y los secundarios y terciarios no tienen contacto con los alimentos (Vickie y Vaclavik, 2002; Brody *et al*, 1996).

Los principales materiales utilizados durante el envasado son el metal, el vidrio, el plástico, el algodón, películas comestibles, aluminio, con sus diferentes propiedades y combinaciones de acuerdo al tipo de protección y a las características de producto terminado (Granados *et al*, 2010).

### 3. JUSTIFICACIÓN

En el departamento de Bolívar y zonas aledañas, la materia prima con la cual se produce el queso capa, es la leche de ganado vacuno, sin embargo esta leche en comparación con la leche de búfalo, presenta en menores cantidades, las características nutricionales propias de esta leche, como son las vitaminas, los minerales y las proteínas, que son esenciales para el crecimiento y desarrollo de los seres humanos.

La leche de búfala presenta características físico-químicas y organolépticas muy propias de la especie, su sabor es levemente dulce y tiene un color blanco yeso debido a la ausencia de betacaroteno; presenta un alto contenido de cationes lo cual le da una baja elasticidad al calor y una alta tensión al cuajar. La viscosidad es mayor, como consecuencia de la tensión de la cuajada, y su alto contenido de sólidos totales (19 a 27%), el coagulado de la leche es más rápido y la estabilidad a temperaturas elevadas es menor que la leche de vaca, El pH es más elevado, más básico (6.85 - 7.00) que el de la leche de la vaca (6.65 - 6.75), la densidad y los glóbulos de grasa son más grandes, además presenta una temperatura de fusión más elevada. A pesar de tener mayor contenido de sólidos grasos, los contenidos de fosfolípidos y colesterol son más bajos que los observados en la leche de vaca. El crecimiento microbiano se observa disminuido debido a la presencia de una glicoproteína, conocida como lactoferrina (0.320 mg/ml). Esta leche es considerada de alto valor energético: 90 Kcal./100 gr. en comparación a los 60 - 70 Kcal./100 gr. de la leche de vaca, justificado por las cantidades mayores de las proteínas del suero, de la presencia de ácidos grasos polinsaturados como el tetraéndice y el pentaéndice, de las cantidades de calcio (hasta 190 mgr/100 gr.), de magnesio soluble y de fósforo inorgánico (hasta 134 mgr/100 gr.); su contenido de colesterol es menor (214 mgr/100 gr. de grasa); en comparación con los 319 mgr/100 gr. de la leche de vaca, todas estas

características constituyen una gran ventaja económica para las industrias que elaboran productos lácteos (Montiel Urdaneta *et al*, 2009).

La leche de búfalo como materia prima no es utilizada comúnmente para la elaboración de queso de capa, por esta razón se quiere innovar en este tema para brindarle al consumidor nuevos productos, con el fin de explotar las características que nos ofrece la leche de búfalo, de acuerdo a lo anterior, se pretende estandarizar la elaboración de queso capa a base de leche de búfala.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 GENERALES**

Elaborar queso de capa a partir de leche de búfala en el municipio del Carmen de Bolívar, departamento de Bolívar.

### **4.2 ESPECÍFICOS**

- Caracterizar y evaluar la materia prima o la leche de bufalina para la elaboración del queso de capa.
- Estandarizar la elaboración del queso de capa a partir de la leche de bufalina

- Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas del producto elaborado.
- Establecer los costos unitarios de acuerdo al balance de materia y el empaque de presentación.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación desarrollada fue de carácter netamente experimental, la cual se enmarcó en la modalidad de investigación, con el fin de establecer los parámetros para la estandarización de la elaboración de queso capa a partir de leche bufalina del municipio del Carmen de Bolívar, departamento de Bolívar.

### **5.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

La fuente de información primaria para el desarrollo de la investigación se adquirió por medio de un plan de trabajo que se describirá a continuación.

#### **Plan de trabajo**

El trabajo de investigación se realizó en 4 etapas

- ✓ En la primera etapa se recolectó, se caracterizó y se evaluó la leche.
- ✓ En la segunda etapa se estandarizó la elaboración del queso de capa.
- ✓ En la tercera etapa se evaluó las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del producto elaborado.

- ✓ En la cuarta etapa se estableció los costos unitarios de acuerdo al balance de materia y el empaque de presentación.

- **Recolección de la leche**

La recolección de la leche bufalina se realizó en el municipio del Carmen de Bolívar, que se encuentra ubicado a 114 km al sudeste de Cartagena de Indias, dentro del sistema orográfico de los Montes de María; la leche fue extraída de forma manual por un ordeñador, el cual lavo y seco la ubre de la búfala, luego de la obtención, fue embasada en tanques, estos recipientes fueron esterilizados y desinfectados antes de ser utilizados, para luego ser transportada a la ciudad de Cartagena para su procesamiento.

- **Caracterización física, química y microbiológica de la materia prima y producto terminado**

La caracterización de la leche cruda se realizó mediante los análisis de densidad, grasa, acidez, pruebas de adulterantes (adición de agua), tiempo de reducción de azul de metileno (TRAM) y las pruebas microbiológicas para el producto terminado; también se utilizó el analizador de leches y productos lácteos LAC-S; para su validez se tomaron tres réplicas de las muestras de leche cruda y de producto terminado.

✓ Variables físicas. La densidad se determinó por medio del lactodensímetro (Icontec, 1993).

✓ Variables químicas y microbiológicas. La acidez se midió por medio de la titulación con hidróxido de sodio 0.1N (Icontec, 1993). Todos los valores obtenidos se confrontaron con las normas establecidas en el decreto 616 del 28 de febrero de 2006 (Ministerio de Protección Social de Colombia). Todas las

determinaciones, se realizaron en el laboratorio de la planta piloto del programa de Ingeniería de la Universidad de Cartagena.

**Tabla 5.** Caracterización de la leche cruda

ACTIVIDAD	METODO	TECNICA	JUSTIFICACION
Determinar la densidad	Estimación de la densidad de la leche.	Termo lactodensímetro de Quevenne  Según lo establecido en la NTC 399, Productos lácteos, Leche cruda.	Este parámetro determina la posible alteración por aguado de la leche, además proporciona un valor estimado del contenido de sólidos factor fundamental en la elaboración del queso.

*Fuente: Decreto 616 de 2006, Ministerio de la Protección Social*

**Tabla 6.** Caracterización química de la leche

ACTIVIDAD	METODO	TECNICA	JUSTIFICACION
Medir el porcentaje de acidez	Titulación	Potenciometría Alcoholimetría NTC 399, Productos lácteos Leche cruda.	Determinar la aptitud de la leche para el tratamiento térmico así como establecer el Punto crítico en el procesamiento de los quesos; además es de tener en cuenta que un exceso de acidez (>50°Th) altera el grado de desmineralización de la caseína si es muy alta presentara una cuajada demasiado blanda y pegajosa y con un alto grado de arenosidad.
Detectar la presencia de adulterantes en la leche.	Análisis cualitativo	Métodos gravimétricos y volumétricos.  NTC 399, Productos lácteos, Leche cruda.	Conocer la calidad de la leche a utilizar, mediante el cumplimiento de los parámetros establecidos por la norma.

*Fuente: Decreto 616 de 2006, Ministerio de la Protección Social*

**Tabla 7.** Caracterización microbiológica de la leche

ACTIVIDAD	METODO	TECNICA	JUSTIFICACION
Evaluar la prueba TRAM	Análisis cualitativos	Tiempo de reducción del azul de metileno	Determina cualitativamente la calidad microbiológica de la materia prima (leche) y así establecer los límites de control con los proveedores.
Realizar los recuentos de Mesofilos totales	Recuento de microorganismos	Placa profunda con agar SPC Según lo establecido en la NTC399	Determina cuantitativamente la calidad microbiológica de la materia prima (leche) y establecer límites de control con los proveedores.
Realizar los recuentos de <u>E-coli</u>	Recuento de microorganismos	Placa profunda Según lo establecido en la NTC399.	Permite evaluar las condiciones del transporte de la leche y su posible contaminación por heces fecales.
Realizar los recuentos de Hongos y levaduras	Recuento de microorganismos	Recuento en placa profunda.	Permite evaluar la contaminación del medio ambiente que pueda afectar la materia prima (leche).
Realizar los recuentos de <i>Stafilococcus aureus</i>	Coagulasa positiva	Recuento en placa profunda	Permite evaluar el grado de manipulación (BPM) de la materia prima

Fuente: Decreto 616 de 2006, Ministerio de la Protección Social y resolución 1804 de 1989 de INVIMA.

**Tabla 8.** Evaluación química y física

ACTIVIDAD	METODO	TECNICA	JUSTIFICACIÓN
Determinar el porcentaje de	Desecación en estufa	Combustión	Determinar el porcentaje de sólidos totales en la leche, que permite
Determinar el contenido Cenizas en el producto final.	.Incineración directa NTC GTC 3 - 1	Combustión T: 550°C * 1:30	Analizar la presencia de minerales en el producto, que depende de la acidificación durante el desuerado, debido a que mayor contenido de acidez menor es la presencia de minerales, especialmente el calcio.
Evaluar el porcentaje de acidez del producto terminado.	Potenciométrico	pHmetro 744 Marca Metrohm	Determinar que la acidez del producto terminado sea baja (4.5 – 4.7) prolongarle la vida útil al producto.
Análisis de la textura	Texturometro	Texturometro shimadzu, modelo: ez-test ez-s  Capacidad 500N	Analizar la textura del producto.

*Fuente: Decreto 616 de 2006, Ministerio de la Protección Social.*

- **Estandarización del proceso**

Para realizar la estandarización del queso de capa, se realizaron investigaciones del proceso de elaboración, con la finalidad de conocer los parámetros necesarios

en la elaboración de éste queso. Finalmente se elaboraron los diferentes diagramas de proceso con sus parámetros y su formulación.

✓ Recepción: esta es una de las operaciones más importantes, ya que es aquella que va a determinar la calidad del producto final, por lo cual se le realizaron las pruebas de andén y las pruebas de laboratorio, con el fin de saber si la leche se encuentra en óptimas condiciones para su procesamiento.

✓ Filtración: tiene como finalidad eliminar las impurezas visibles formadas por pelos, partículas de excremento, partículas de vegetal y polvo que se encuentra en la leche.

✓ Estandarización: esta etapa es el ajuste del contenido graso y no graso, ya que el porcentaje en la leche y en sus derivados deben ser ajustados a la cantidad que exigen las normas.

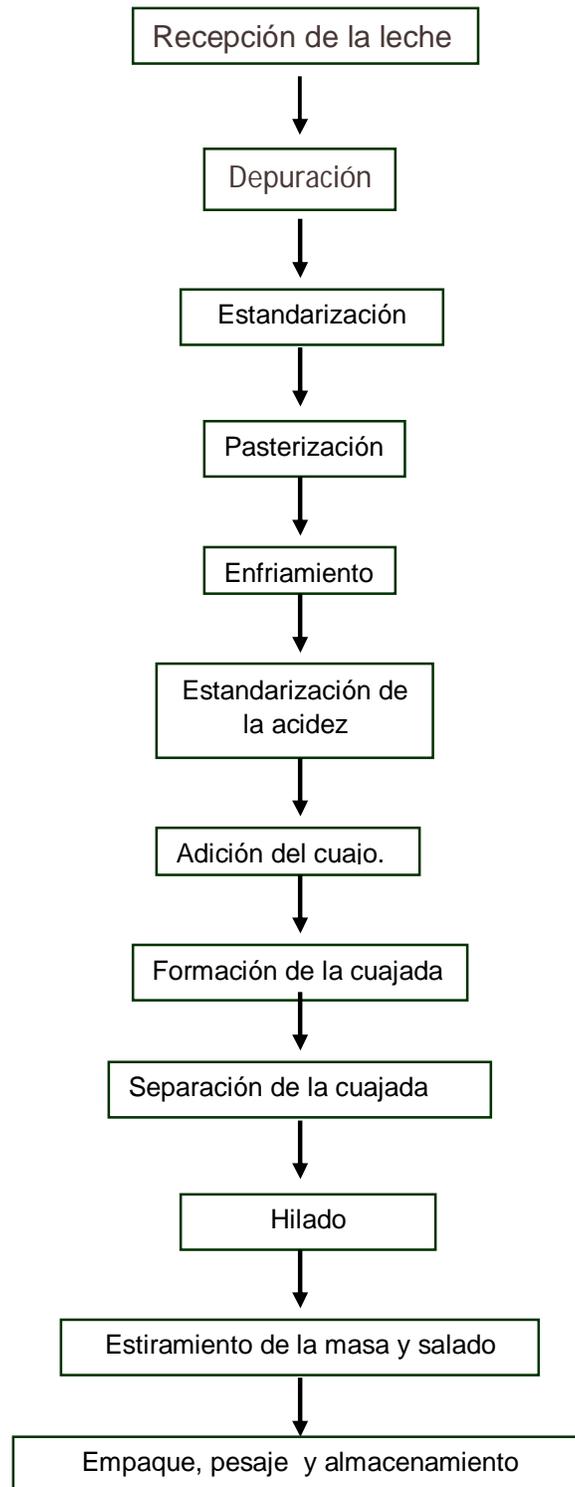
✓ Pasterización lenta: método idóneo a fin de disminuir toda la flora de microorganismos saprofitos y la totalidad de los agentes microbianos patógenos, pero alterando en lo mínimo posible la estructura física y química de la leche y las sustancias con actividad biológicas tales como enzimas y vitaminas, consiste en calentar la leche a temperaturas entre 62 y 64 °C y mantenerla a esta temperatura durante 30 minutos

✓ Enfriamiento: tiene como finalidad enfriar la leche de 35 a 40 °C, luego de haber sido pasterizada.

✓ Estandarización de la acidez: proceso por medio del cual se ajusta el Ph de la leche a 5,2, por medio de la adición de suero ácido.

- ✓ Adición del cuajo, formación y separación de la cuajada: se adiciona el cuajo en polvo se agita y se deja en reposo durante un tiempo entre 20 - 40 minutos hasta la separación final de la cuajada del suero, separación manual de la cuajada del suero por aglomeración, posteriormente se separa la cuajada del suero se verifica el pH (5.2 - 5.3).
  
- ✓ Hilado: método en el que se utiliza parte del suero fresco el cual ha sido previamente calentado a una temperatura de 55 – 60°C, y se le adiciona parte de la cuaja.
  
- ✓ Extendido de la masa y salazón: la masa es colocada en un mesón de acero inoxidable, donde es estirada y cortada en laminas de 25 cm de largo y espesor de 0.3 – 0.4 cm, posteriormente es enrollada la primera tira sobre sí misma, la segunda sobre la primera en el sentido transversal, hasta llegar a un peso de 80 gr aproximadamente.
  
- ✓ Empaque y almacenamiento: empaçado en bolsa de polietileno con peso promedio de 100 gramos. El producto es almacenado con temperatura promedio de 4-6 °C.

**Imagen 1.** Diagrama de Bloque de la elaboración de queso de



- **Vida Útil**

La vida útil de un alimento, es el tiempo después de la producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que un alimento tiene una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, así como un cambio en su perfil microbiológico. Dado que la calidad microbiológica de los alimentos se ve disminuida por diversos factores (Oyugi, *et al* 2007), es importante establecer el tiempo de vida útil para cada alimento en particular. Entre los factores que pueden influenciar la vida útil de un alimento se encuentran: la materia prima, la formulación del producto, el proceso aplicado, las condiciones sanitarias durante el proceso, el envasado, almacenamiento y distribución del producto y las prácticas de los consumidores.

En el queso, el tiempo de vida útil es afectado por factores ambientales y fisicoquímicos (Laurienzo, *et al* 2008), por el envasado en atmósferas modificadas (Dermiki, *et al* 2008), por los métodos de fabricación (Oliszewski, *et al* 2007), y por el uso de compuestos activos empleados expresamente para prolongar su vida útil (Conte, *et al* 2007), pero principalmente de la calidad de la materia prima de la que procede.

- **Evaluación Sensorial**

El queso de capa fue procesado en las plantas pilotos del programa de ingeniería, y el queso con características parecidas al queso de capa (mozzarella) se adquirirán en expendios comerciales, las muestras para esta evaluación serán presentadas en platos.

- **Empaque y costo final del producto**

Se realizaron ensayos para escoger el empaque que mantenga las características organolépticas del producto de acuerdo a la norma y a las especificaciones del producto final.

Los costos unitarios del producto final se realizaron de acuerdo a la materia prima e insumos, peso del producto final, mano de obra y los costos por proceso y empaque final.

## **7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

De acuerdo al proyecto de investigación realizado en el queso de capa de leche fresca de búfalo utilizada, se obtuvieron los siguientes resultados.

### **7.1 ANALISIS FISICOQUIMICOS DE LA LECHE FRESCA DE BUFALO**

Los análisis fisicoquímicos se realizaron en el analizador de leche, que arrojó los siguientes resultados, los cuales se pueden apreciar en la siguiente tabla.

**Tabla 9.** Análisis fisicoquímicos de la leche fresca de búfalo

<b>Análisis fisicoquímicos de la leche fresca de búfalo</b>	
Tipo de análisis	Resultados
Tram ( tiempo de reducción del azul de metileno)	4 horas.

Neutralizantes (prueba de alizarina)	Negativo
Acidez (% de ácido láctico)	0.18
Grasa (anализador de leche)*	10.09
Lactosa*	4.87
Sólidos totales*	8.72
Proteínas *	3.19
Agua*	0
Punto de congelación (°C)*	-0.624
Sales *	0.85
Ph*	6.65

*Fuente: Meza, Paba (2012)*

De los resultados obtenidos en la tabla anterior, de acuerdo al TRAM indica que esta leche es de buena calidad microbiológica por el tiempo que duro en perder el color azul (Keting, 1999).

La muestra no tiene ningún tipo de neutralizantes, por su parte la acidez exhibió un valor de 0.18% que se encuentra entre los rangos declarados por Briñez (2000) y Patiño (2010), que estuvieron entre 0.17 y 0.19% y entre 17.60 y 20.11% respectivamente, por su parte el MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL (decreto 616 del 2006) indica que es una leche que está ligeramente superior al valor normal, de 0.13 a 0.17% de ácido láctico, Lo cual indica que esta es una leche que se puede utilizar tanto para leche pasteurizada, como para elaborar

diferentes tipos de quesos, ya que se produce la agregación de la caseína (Walstra, 2001).

El porcentaje de grasa de la leche de 10.9 indica que presenta un valor ligeramente superior a los normales de la leche de ganado bufalino, cuyos valores oscilan entre 7,21-7,49 % y 8,52-9,08 %, para Capdevila y *col.* (2001) y Patiño y Guanziroli (2005) respectivamente, se especifica que la muestra fue previamente agitada para que la leche se homogenizara totalmente; De forma general, como característica de esta especie, a diferencia de la leche vacuna, se constatan elevados contenidos de grasa (Bavera, 2005 y Plana, 2005), aunque también hay que tener en cuenta que la alimentación la Raza, la edad, la Etapa de lactancia, el Método de ordeño y el ambiente son uno de los principales factores que afectan la producción de leche y que ha sido demostrado que la cantidad y calidad del alimento influyen significativamente en la cantidad y la calidad de la leche producida (Walstra, 2001).

La lactosa (4.87), proteínas (3.19) y sales (0.85) se encuentran dentro del rango normal de la leche de bufalina.

Se puede observar en la tabla anterior que la leche no tiene adición de agua, debido a que el punto de congelación es de -0.624. Según Hurtado- Lugo (2005) el índice crioscópico de la leche de búfalo se encuentra entre -0.549 a -0.529, esta propiedad no coinciden dentro de los rangos establecidos, debido al aumento de la presencia de la grasa.

El pH se encuentra en los rangos permitidos para leches frescas (Walstra, 2001).

**Imagen 2.** Pruebas fisicoquímicas en la leche fresca de búfalo.



### 7.1.1 Análisis del suero

Los análisis fisicoquímicos del suero se realizaron en el analizador de leche, y arrojó los siguientes resultados, que se pueden apreciar en la tabla N°14

**Tabla 10.** Análisis fisicoquímicos del suero

<b>Análisis fisicoquímicos del suero</b>	
Tipo de análisis	Resultados
Acidez (% de ácido láctico)	2.64
Grasa (anализador de leche)*	2.42
Lactosa*	4.34
Sólidos totales*	7.54
Proteínas *	2.77
Ph*	3.67

*Fuente: Meza, Paba (2012)*

La acidificación del suero es uno de los parámetros más importante para la elaboración de queso de capa, por lo que a este se le realizaron las pruebas dando como resultados de acidez 2.64; grasa 2.42; lactosa 4.34; sólidos totales 7.54; proteína 2.77 y ph de 3.67, estas pruebas se realizaron en un tiempo no superior a los dos días, con el fin de que el producto final no presentara olores, ni colores desagradables.

## **7.2 ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DE LA LECHE FRESCA**

Para determinar la calidad microbiológica de la leche se realizaron las siguientes pruebas: recuento total de microorganismos mesofilos, NMP coliformes totales,

NMP coliformes fecales, Estafilococos coagulasa positiva, Esporas Clostridium sulfito reductoras, bacillus cereus, Salmonella y hongos y levaduras, para su validez se tomaron tres replicas de la muestra, dando como resultados los datos que se muestran en la tabla N°15.

**Tabla 11.** Análisis microbiológico de la leche fresca de búfalo

<b>Análisis microbiológico de la leche fresca de búfalo</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Valor normal</b>	<b>Resultado</b>
Mesofilos	50000	10.000
Coliformes totales	93	20
Coliformes fecales	<3	<3
Hongos y levaduras	200	<100
Stafilococcus coagulasa +	200	<100
Esporas Clostridium sulfito reductoras	500	<100
Bacillus cereus	<10 <sup>4</sup>	<100
Salmonella	negativa	Negativa

*Fuente: Meza, Paba (2012)*

De acuerdo a los datos obtenidos en los análisis microbiológicos de la leche utilizada para la elaborar queso de capa, son adecuados para el procesamiento de

productos lácteos, por lo cual cumplió con lo establecido por el decreto 616 del año 2006.

### **7.3 ANÁLISIS DE ESTANDARIZACIÓN DE LA ACIDEZ DE LA LECHE FRESCA DE BÚFALO**

Partiendo de una leche cruda entera libre de impurezas (depurada), sin neutralizantes con un porcentaje de grasa de 10.9% y un pH de 5.6 iniciales.

A la leche cruda se le realizo un descremado, con el fin de reducirle el porcentaje de grasa, el cual arrojó un resultado de 4.07% y a esta se le aplicó una estandarización, con el fin de ajustar el porcentaje de ácidos, y llevarlo a 0.43% de ácido láctico o un pH de 5.3.



**Imagen 3.** *Descremado de la leche fresca de búfalo.*

En la siguiente tabla se describen las características fisicoquímicas de la leche descremada.

**Tabla 12.** Análisis fisicoquímico de la leche descremada de búfalo antes de la estandarización

<b>Análisis fisicoquímicos de la leche descremada de búfalo antes de la estandarización</b>	
Tipo de análisis	Resultados
Acidez (% de ácido láctico)	0.25
Grasa (anализador de leche)*	4.07
Lactosa*	5.62
Sólidos totales*	9.97
Proteínas *	3.67
Agua*	0
Punto de congelación (°C)*	-0.675
Sales *	0.92
Ph*	5.8

*Fuente: Meza, Paba (2012)*

Después de haber pasado la leche por la descremadora motor sich-cilm-80y haberla pasado por el analizador de leche arrojó los datos anteriormente descritos en el cual la grasa se estandarizó a un 4.07%, con un ph de 5.8, acidez 0.25, lactosa 5.62, sólidos totales 9.97, proteínas 3.67 y en sales 0.92.

Luego se paso a la estandarización de la acidez, utilizando el método de cuadro de pearson, el cual indico que se debió agregar 530 ml de suero acido para poder llevar la leche a un ph de 5.3



*Imagen 4. Análisis fisicoquímicos de la leche descremada de búfalo.*

#### **7.4 PESO FINAL DEL QUESO**

El peso final del queso, es la cantidad de masa extraída de la separación de la cuajada del suero dulce, sin la adición de cloruro de sodio. Para aumentar el peso, y de igual manera incrementar el rendimiento del queso, se adicionó cloruro de calcio, que es aquel que acelera la coagulación, reduce la cantidad de cuajo necesario, y origina un gel mas firme. (Walstra, 2001); por otro lado Keting, 1999, afirma que el cloruro de calcio se le adiciona, ya que facilita la coagulación, mejora el rendimiento, acelera de cierto modo la salida del suero y determina una mejor retención de grasa y otros sólidos.

La masa final después del desuerado fue para la leche con un porcentaje de grasa de 4.07% fue de 1361 gramos, sin embargo el peso de la cuajada de la leche de 10.9% de grasa fue de 1701gr.



*Imagen 5. Cantidad de queso final.*

#### **7.4.1 Rendimiento**

La leche de búfala además de ser uno de los alimentos más ricos en nutrientes, en grasa, proteínas, lactosa y en sólidos totales, es una de las materias primas con mayor rendimiento en cuanto a la tecnología de esta se refiere.

El rendimiento de la producción de queso depende directamente de una gran cantidad de factores de los cuales los más importantes son el porcentaje de grasa, la humedad del queso y el método de fabricación y cuidados adoptados en el corte, pues la falta de cuidados se refleja en pérdidas de materia seca en el suero que posteriormente afectan el rendimiento (Keting, 1999).

El queso de capa que contenía el 4,07% en grasa, dio como rendimiento 437 gramos de producto final, por cada cuatro litros de leche bufalina utilizados, por el contrario, el queso de capa de 10.9% en grasa, obtuvo una utilidad, por cada cuatro litros de leche de 655.2 gramos.

## 7.5 ANALISIS FISICOQUIMICOS DEL QUESO DE CAPA

Los análisis fisicoquímicos se realizaron por duplicado a los quesos con diferentes concentraciones de grasa de 10.9% y 4.07%

**Tabla13.** Análisis fisicoquímico del queso capa con un porcentaje de 4.07%

<b>Análisis fisicoquímico del queso capa con un porcentaje de 4.07%</b>		
<b>Tipo de análisis</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>
Grasa	6.5%	7%
Humedad	19.63%	20.8
Acidez	0.23	0.22
Cenizas	4.01	3.96

*Fuente: Meza, Paba (2012)*

**Tabla 14.** Análisis fisicoquímico del queso capa con un porcentaje de 10.9%

<b>Análisis fisicoquímico del queso capa con un porcentaje de 10.9%</b>		
<b>Tipo de análisis</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>
Grasa	22%	23.5%

Humedad	20.9%	21.34%
Acidez	0.23	0.15
Cenizas	2,84	2.80

*Fuente: Meza, Paba (2012)*

El valor más alto en contenido de grasa es para el queso de 10.9%, la muestra 2 con un 24.5%; y el más bajo contenido lo tiene el queso de 4.07, la muestra 2 con un 7% en grasa. Estas diferencias están dadas por el contenido de grasa de las leches utilizadas en la elaboración del queso.

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 dentro de los rangos obtenidos en este trabajo con el queso de 10.9% en grasas.

La acidez para el queso de porcentaje de grasa de 4.07 la variación es significativa con relación a la acidez del queso con porcentaje de grasa de 10.9 que tuvo una variación de 0.8, que se debió a la temperatura y al tiempo a la cual se tomo la muestra.

La acidez sube a su máximo en las primeras horas o días según el queso, y baja después porque el ácido láctico se combina poco a poco con el calcio y sales tampón existentes en el queso (Keting, 1999)

Según (Castillo, 2001), la acidez para quesos mozzarella fue de 0.91 más o menos 0.07; el porcentaje de acidez está por encima del expuesto por este trabajo.

La mayor humedad se dio para los dos muestra de los queso de 10.9%, sin embargo entre los datos existen diferencias significativas; esto se dio por las

diferentes formas de tomar las muestras; a diferencia de las dos muestras de los quesos de 4.07% que obtuvo menor contenido de humedad.

Con respecto a la humedad de los quesos capas de 4.07% y 10.9% de grasas, se encuentran dentro de los rangos establecidos por codex stan 262-2006, para quesos mozzarella.

Como se es entendido entre mas contenido de humedad tenga un producto, menor será la cantidad de cenizas de este mismo, esto se ve reflejado en los datos obtenidos en el queso, ya que el queso de capa de 10,9% de grasa obtuvo mayor cantidad de grasas y por lo tanto menor cantidad de cenizas en 2,84 y 2,80; a diferencia del queso de capa de 4,07% en grasa que obtuvo 4,01 y 3,96% en cenizas.



**Imagen 6.** Queso capa de leche de búfalo

## **7.6 TEXTURA DEL QUESO DE CAPA**

Este proceso se realizó por triplicado para cada uno de los quesos

Los siguientes resultados arrojaron una grafica similar a la **Figura 2**, Donde se explica el comportamiento de los diferentes perfiles de textura, en este caso la dureza, cohesividad, elasticidad, Masticabilidad y el tiempo.

La figura 2 nos indica la imitación de la masticabilidad por medio de un texturometro.

**Tabla 15.** Resultados de textura del queso de 10.9% de grasa

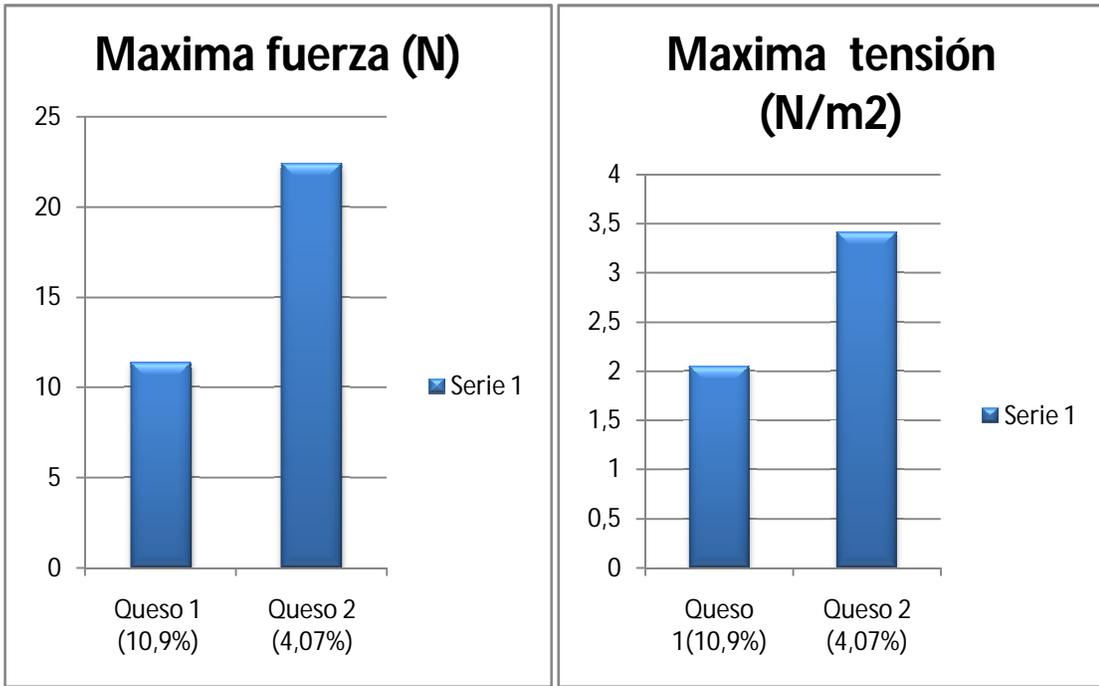
Muestras	Máxima fuerza (N)	Máxima tensión (N/m <sup>2</sup> )	Máximo desplazamiento (mm)	Máxima deformación (%)	Máximo tiempo (s)
1	13.0175	1.84160	15.0873	502.911	9.1200
2	11.0231	2.88530	15.0830	502.767	9.0500
3	10.0250	1.41825	15.0850	502.833	9.0580
Media	11.3552	2.04838	15.0851	502.837	9.076
Desviación estándar	1.523640	0.75878	0.00214	0.07208	0.0383
Máximo	13.0175	2.88530	15.0873	502.911	9.1200
Mínimo	10.0250	1.4185	15.0830	502.767	9.0500
Mediana	11.0231	1.84160	15.0850	502.767	9.0580
Rango	2.9925	1.0114	0.0043	0.1440	0.0700
Coefficiente de variación	0.1342	0.3704	0.0001	0.0014	0.0042

Fuente: Meza, Paba (2012)

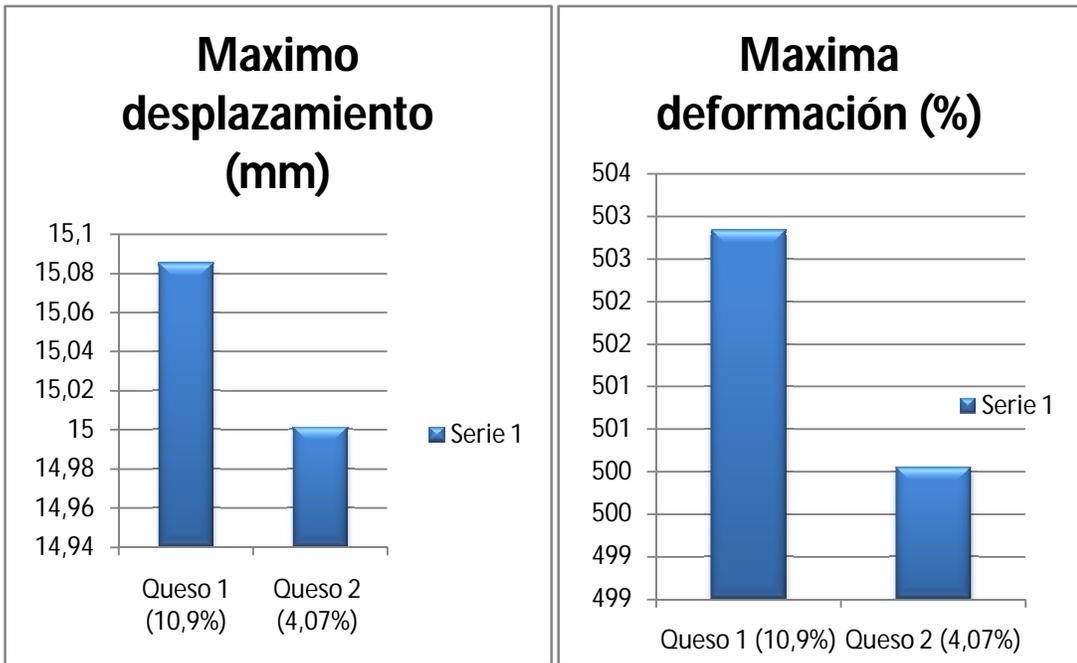
**Tabla 16.** Resultados de textura del queso de 4.07% de grasa

<b>Muestras</b>	<b>Máxima fuerza (N)</b>	<b>Máxima tensión (N/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Máximo desplazamiento (mm)</b>	<b>Máxima deformación (%)</b>	<b>Máximo tiempo (s)</b>
1	20.7825	2.94012	15.0017	500.056	9.0010
2	22.5825	3.9477	15.0010	500.033	9.0100
3	23.8100	3.3684	15.0013	500.034	9.0012
Media	22.3916	3.4187	15.0013	500.0410	9.0041
Desviación estándar	1.52302	0.50567	0.000354	0.01300	0.00514
Máximo	23.8100	3.9477	15.0017	500.056	9.0100
Mínimo	20.7825	2.94012	15.0010	500.033	9.0010
Mediana	22.5825	3.3584	15.0013	500.034	9.0012
Rango	3.0275	1.007580	0.00070	0.01700	0.0090
Coeficiente de variación	0.06801	0.1479	0.000354	0.000026	0.00057

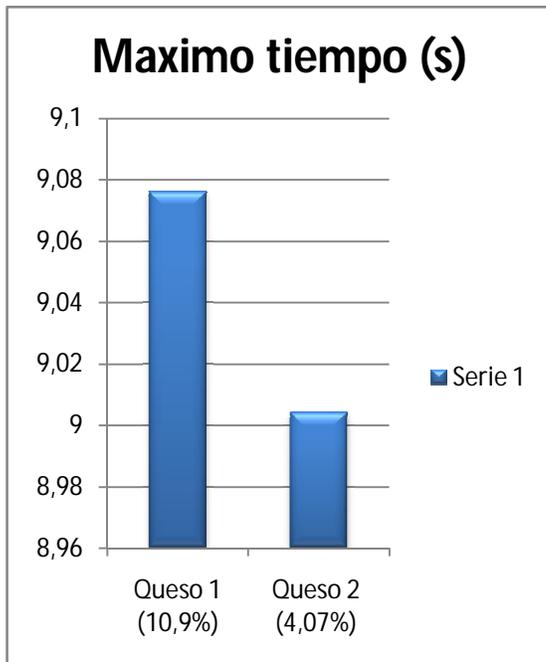
*Fuente: Meza, Paba (2012)*



**Imagen 7.** *Máxima fuerza y máxima tensión*



**Imagen 8.** *Máximo desplazamiento y máxima deformación*



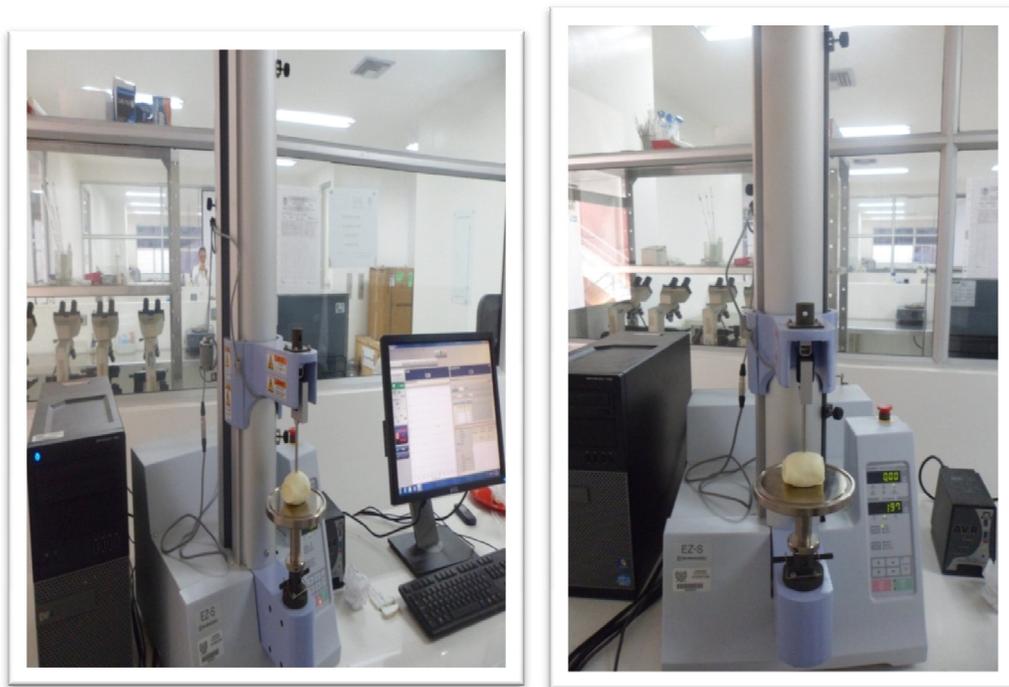
**Imagen 9.** *Máximo tiempo.*

Para Jaros *et al.* 2001, las propiedades texturales del queso se ven afectadas por su composición fisicoquímica, siendo importantes el contenido de grasa, de proteínas y de humedad, aunque también influyen la tecnología de procesamiento y la intensidad de la proteólisis. La red proteica de los quesos está formada por las s1 y caseínas, cuyas cadenas helicoidales forman celdas que encierran los glóbulos de grasa, haciendo que la relación de grasa proteína en la leche sea crítica (Castañeda 2002), así como el contenido de minerales, un incremento en materia grasa y contenido de agua debilitan la estructura proteica, mientras que una disminución de los mismos provoca un endurecimiento (Zuñiga, 2007).

En la imagen 7. podemos observar que la máxima fuerza (dureza) aumenta a medida que la grasa disminuye, lo cual concuerda con Castañeda (2002) que dice, que un incremento en materia grasa y contenido de agua debilitan la

estructura proteica, mientras que una disminución de los mismos provoca un endurecimiento en el queso (Osorio 2004). Lo mismo ocurrió con la cohesividad.

La Masticabilidad es el producto multiplicativo de la elasticidad por la cohesión y la dureza. Representa la energía requerida para masticar un alimento hasta que este listo para ser deglutido (Osorio 2004). En la imagen 8. Podemos observar que el queso N°1 presenta mayor deformación que el queso N°2. El análisis estadístico muestra que entre más duro este el queso, más energía se requiere para masticarlo, esto debido a que la dureza y la cohesión aumentan en la misma proporción como lo explica Osorio (2004).



**Imagen 10.** Análisis de textura del queso de capa de leche de búfalo

## 7.7 ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DEL QUESO DE CAPA

En la tabla N°17 se muestran los recuentos de coliformes totales, coliformes fecales, staphilococcus coagulaba positiva, moho, levaduras y salmonella con el fin de identificar la calidad del producto procesado, este proceso se realizo por duplicado para tener mayor seguridad en los datos obtenidos que se muestran en la siguiente tabla

**Tabla 17.** Análisis microbiológico del queso de capa

<b>Análisis microbiológico del queso de capa</b>					
Muestras	NMP coliformes Totales/g	NMP coliformes fecales/g	Staphilococcus coa + /g	Mohos y levaduras / g	Salmonella / 25g
Queso capa de leche Fresca (búfalo) grasa : 4.07	1300 UFC/g	<3 UFC/g	<100 UFC/g	<10 UFC	Negativo
Queso capa de leche fresca (búfalo) grasa: 10.09	<10 UFC/g	<3 UFC/g	<100 UFC/g	<10 UFC	Negativo

*Fuente: Meza, Paba (2012)*

**Tabla 18.** Requisitos microbiológicos para quesos

Requisitos	n	m	M	c
Exámenes de rutina:				
Recuento de coliformes, UFC/g	5	1000	5000	2

Recuento de <i>E.coli</i> , UFC/g	5	<10	--	0
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	100	500	2
Exámenes especiales:				
Recuento de staphylococcus aureus coagulasa positiva, UFC/g.	5	10	100	2
Detección de salmonella/ 25g.	5	Ausente	-	0
Detección de listeria monocytogenes/ 25g	5	Ausente	-	0
<p>En donde:</p> <p>n: numero de muestras por examinar</p> <p>m: es el número máximo permisible para identificar nivel de buena calidad</p> <p>M: es el número máximo permisible para identificar nivel de calidad aceptable</p> <p>c: numero de muestras permisibles con resultados entre m y M.</p>				

*Fuente: Norma técnica colombiana 750*

Los recuentos microbiológicos del queso se encuentran dentro de los rangos permitidos por la NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 750, como se ve reflejado en la comparación que se realiza entre la tabla de requisitos microbiológicos para quesos y la tabla de resultados de los análisis microbiológicos que se le realizó al queso propuesto.

## **7.8 VIDA UTIL DEL QUESO DE CAPA**

Las Tabla N° 19 y N° 20 muestran los resultados del análisis bromatológico realizado por duplicado, a muestras de quesos analizados. Las muestras

analizadas tuvieron un pH de 6,63. Y de 6.69 para queso de capa de porcentaje de grasa de 4,07 y 10.9 respectivamente.

**Tabla 19.** Análisis bromatológicos del queso de capa con porcentaje de grasa de 4,07

<b>Análisis bromatológicos del queso de capa con porcentaje de grasa de 4,07</b>	
Tipo de análisis	Resultados
Acidez (% de ácido láctico)	0.56
Humedad	19,63
proteína	23,73

*Fuente: Meza, Paba (2012)*

**Tabla 20.** Análisis bromatológicos del queso de capa con porcentaje de grasa de 10.9

<b>Análisis bromatológicos del queso de capa con porcentaje de grasa de 10.9</b>	
Tipo de análisis	Resultados
Acidez (% de ácido láctico)	0.47
Humedad	21.34
proteína	24,62

*Fuente: Meza, Paba (2012)*

En las tablas anteriores se muestra que el producto alimenticio después de diez días, aun se encuentra apto para el consumo humano, ya que la acidez se

encuentra en 0,56 y 0.47; humedad de 19,63 y 21,34; y para la proteína de 23,73 y 24,62 para los quesos de capa de 4.07% y 10.9% en grasa, respectivamente.

### **Análisis microbiológicos**

Las tablas N°21 y N°22 muestran los resultados de los análisis microbiológicos realizados por duplicado, a muestras de quesos analizados después de 10 días de producción.

**Tabla 21.** Análisis microbiológico del queso de capa con porcentaje de grasa de 4,07

<b>Análisis microbiológico del queso de capa con porcentaje de grasa de 4,07</b>	
Tipo de análisis	Resultados
Coliformes totales	30
Coliformes fecales	<10
Salmonella	Negativo
E.coli	<10

*Fuente: Meza, Paba (2012)*

**Tabla 22.** Análisis microbiológico del queso de capa con porcentaje de grasa de 10.9

<b>Análisis microbiológico del queso de capa con porcentaje de grasa de 10.9</b>	
Tipo de análisis	Resultados

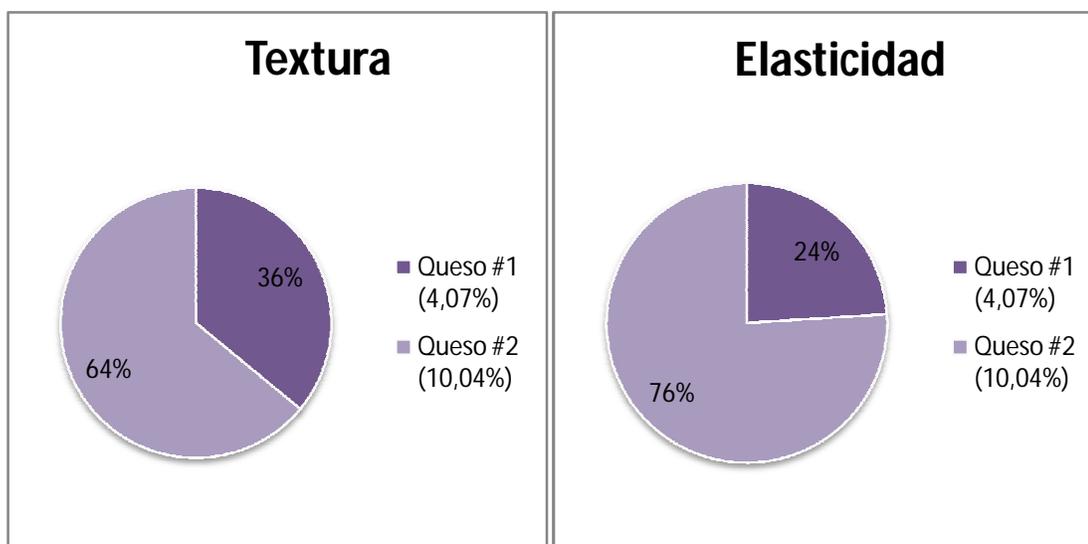
Coliformes totales	<10
Coliformes fecales	<10
Salmonella	Negativo
E.coli	<10

*Fuente: Meza, Paba (2012)*

En las tablas anteriores, muestran e indican que las cantidades de microorganismos en este queso aun son aceptadas, como indicador que el producto es apto para el consumo humano (Hernández P. 2002); mas sin embargo el queso en este transcurso de tiempo de 12 días no presento las mejores características sensoriales, por lo que se indica que el producto se debe consumir antes de los diez, ya que no hasta la fecha no hubo perdida de calidad del mismo; con lo que se encuentra de acuerdo carrillo (2011).

## 7.9 EVALUACION SENSORIAL DEL QUESO DE CAPA

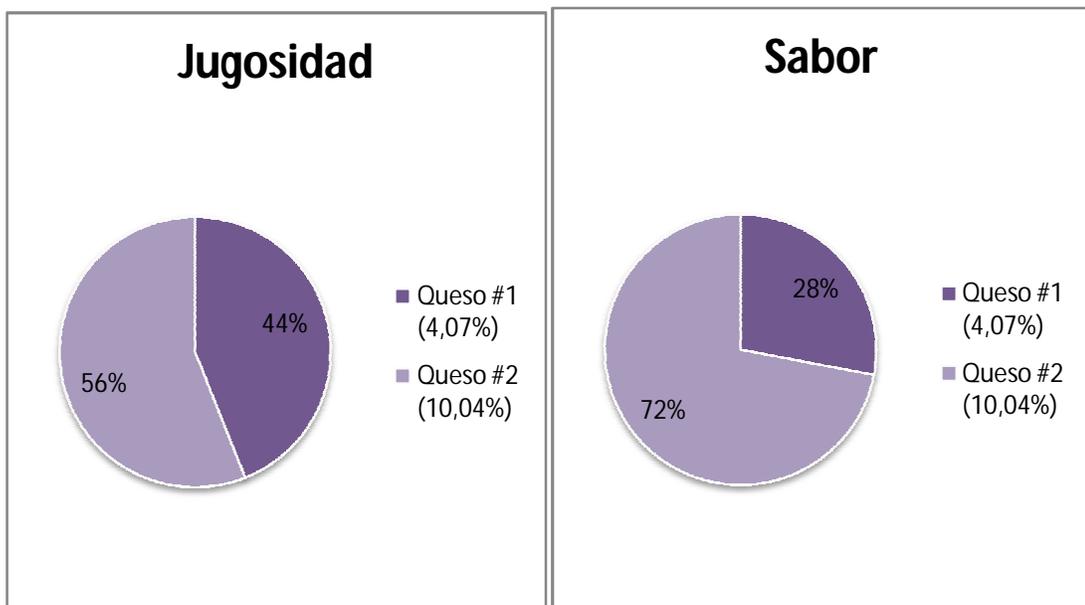
*Imagen 11. Textura y elasticidad*



*Fuente: Meza, Paba (2012)*

Las graficas muestran que en las características de textura y elasticidad el queso N° 2 obtuvo mayor aceptación en el paladar de los panelistas, sin embargo el queso #1 tuvo un porcentaje mucho menor.

**Imagen 12.** Jugosidad y Sabor

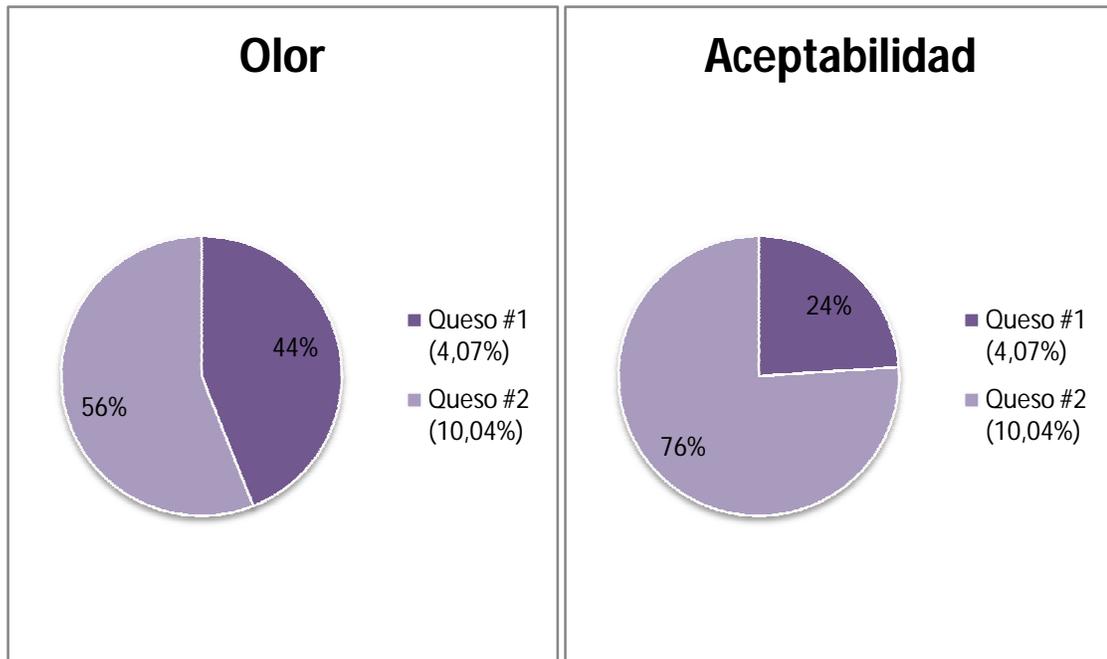


*Fuente: Meza, Paba (2012)*

En la característica de jugosidad el porcentaje que se obtuvo entre los dos queso fue muy parecido, es decir que los quesos para los panelistas estuvieron aceptables para este parámetro.

El sabor como lo muestra la imagen, para el queso N°2 se obtuvo un resultado del 72%, que en comparación con el queso N°1 es mucho mayor, es decir que para los panelistas el queso de mayor cantidad de grasa fue gustoso para su paladar.

**Imagen 13.** Olor y aceptabilidad.



*Fuente: Meza, Paba (2012)*

Para la característica del olor, los porcentaje entre los dos queso fue algo parecido, mas sin embargo el queso N°2 es el mas admitido; por su parte la aceptabilidad la obtuvo el queso N°2 con un 76%.

### **7.10 COSTO UNITARIO**

Los costos unitarios del producto final se realizaron de acuerdo a la materia prima e insumos, peso del producto final y empaque final.

En la tabla N°23 y N°24 se describe de forma detallada el precio del queso con porcentaje de 4.07% y 10.9% en grasa.

**Tabla 23.** Descripción del valor unitario del queso 4.07% en grasa

<b>Descripción del valor unitario del queso 4.07% en grasa</b>			
ingredientes	Valor litro o gramos	Litros o gramos utilizados	Total (\$)
Leche	\$1300	5 lts	\$6500
Sal	\$1200	16 gr	\$19.6
Cuajo	\$1000	20 gr	\$200
Cloruro de calcio	\$12000	2 gr	\$24
Empaque	\$2790	200gr	\$2790
total			9533.6

*Fuente: Meza, Paba (2012)*

El valor de mano de obra por 4 horas, que fue el tiempo de elaboración del producto fue de 20.000 \$

Después de lo descrito en la tabla anterior, se puede comprender que para la elaboración de un queso de capa con peso de 655.2 gramos y un porcentaje de grasa de 4.07, se requieren de 9533.6 pesos, mas sin embargo para un kilo de queso con estas características, se necesita de 34550.6 pesos.

**Tabla 24.** Descripción del valor unitario del queso 10.9% en grasa

<b>Descripción del valor unitario del queso 10.9% en grasa</b>			
ingredientes	Valor litro o gramos	Litros o gramos utilizados	Total (\$)
Leche	\$1300	4 lts	\$5200
Sal	\$1200	10 gr	\$12.6
Cuajo	\$1000	20 gr	\$200
Cloruro de calcio	\$12000	2 gr	\$24
Empaque	\$2790	150gr	\$2790
total			8226.6

*Fuente: Meza, Paba (2012)*

Después de lo mencionado en la anterior tabla, se puede comprender que para la elaboración de un queso de capa con peso de 437 gramos y un porcentaje de grasa de 10.9, requiere de 8226.6 pesos, mas sin embargo para un kilo de queso con estas características, se necesitaría de 38825.172 pesos

Después de los análisis hallados, se puede observar que el queso de 10.9% en grasa obtuvo menor costo para los 437 gramos, mas sin embargo el kilo de queso de este mismo, es mucho mas costoso que el kilo de queso, que tiene un porcentaje de 4.07 en grasa.

## 8. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la leche cruda y en los insumos utilizados para el procesamiento y en el queso de capa elaborado a partir de estos materiales, presentan los requisitos mínimos de calidad permitidos por la normativa nacional.

La leche de búfalo presento un leve incremento en el porcentaje de grasa, debido a las características de la raza, la alimentación, el ambiente, la edad y la etapa de lactancia.

La leche de búfalo con relación a la leche de vaca, presenta valores fisicoquímicos y nutricionales mucho más altos, debido a la cantidad de sólidos totales que presenta.

El queso que obtuvo el mayor rendimiento, fue el queso de capa con un porcentaje de grasa de 10.9%

El producto que tuvo mayor dureza, y mejor masticabilidad fue el queso de 4.07% y 10.9% en grasa respectivamente

El queso de capa que presento mayor porcentaje de humedad y por lo tanto menor cantidad de cenizas, fue el producto con 10.9% en grasa.

La vida útil del queso de capa de leche entera de búfala es de 10 días de conservación.

El producto que tuvo mayor aceptación en lo referente a textura, elasticidad, olor, sabor y jugosidad fue el queso de capa elaborado con la leche entera con 10.9% en grasa.

## **9. RECOMENDACIONES**

Se le recomienda al productor implementar el sistema de BPM, para el mejoramiento de las condiciones higiénico sanitarias del proceso y así garantizar la calidad microbiológica del producto terminado

Se recomienda tecnificar este proceso para el mejoramiento en la elaboración de este producto con la finalidad de facilitar el control de los puntos críticos establecidos en el presente trabajo y disminuir al mínimo la manipulación directa por el operario, garantizando la inocuidad del alimento.

## 10. BIBLIOGRAFIA

Arenas, H. (1997) Implantación funcionamiento de Sistemas de análisis de Riesgos y puntos Críticos de Control (HACCP). Industrias de Alimentos. Edición TRAZO. Bogota Primera edición 1997.

Bavera, G. (2005) Búfalo de Agua. Producción Bovina de Carne. Departamento de producción Animal. Disponible en: URL: [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/razas\\_de\\_bufalos/34-bufalo.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/34-bufalo.htm)

Botero C. (2010). Reglamento para evaluaciones genéticas de búfalos comerciales tipo carne. Corporación universitaria lasallista. Caldas (Antioquia). p.p 1-9.

Bourne C. (2002). Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement, Academic Press, New York, 427.

Capdevila, J., Zaldívar, V., Ponce, P., Martínez, I. (2002). Caracterización Físico-Química de la leche de Búfala en Cuba. *Asociación Cubana de Producción Animal-ACPA*, no 3, p. 23-24.

Chamorro, C. Losada, M. (2002). El Análisis Sensorial de los Quesos.

Chand N. (1986). Textural classification of foods based on Warner-Bratzler Shear, *Journal of Food Science and Technology*, 23(1), p.p 49-54.

Cervantes E., Espitia A., Prieto E. (2010) Viabilidad de los sistemas bufalinos en Colombia. Universidad de Sucre, Colombia. *Rev. Colombiana cienc. Anim.* 2(1). p-p 1-10.

Codex stan 262- 2006. Norma del codex para la mozzarella.

Colanta. 2008. Ecolanta. Mejores pagos de leche Colanta por plantas. *Revista de la cooperativa Colanta*. Ed. 230.

Comisión nacional del medio ambiente - región metropolitana, (1998). *Fabricación de productos lácteos*.

Codex Alimentarius (2001). Norma general del CODEX para el uso del Código Lechero. Programa Conjunto FAO/ OMS sobre normas Alimentarias. Segunda edición, Vol. 12 Leche y productos Lácteos.

Conte A., Scrocco C., Sinigaglia M. and Del Nobile M. (2007). Innovative active packaging systems to prolong the shelf life of mozzarella cheese. Journal of Dairy Science. Vol. 90 No. 5: 2126 – 2131

Cotrino V, Gaviria B,(2006). ¿Cómo se determina la calidad microbiológica de la leche cruda? Parte III. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/Htpp//mvltda.com/programa?ar05.html#top>. Última revisión 05-08-2006.

Decreto 3075 de 1997.

Decreto 616 de 2006, Ministerio de la Protección Social.

Dermiki M., Ntzimani A., Badeka A., Savvaidis I. and Kontominas M. (2008). Shelf-life extension and quality attributes of the whey cheese “Myzithra Kalathaki” using modified atmosphere packaging. Food Science and Technology. Vol. 41 No. 2: 284 – 294.

Disposiciones Sanitarias sobre Leche. Decreto 2437 de 1983. Ministerio de Salud.

**FAO (1993) World Animal Review , Efectos del medio ambiente sobre la producción del búfalo de agua. V1650. 77 1993/4 Disponible en: [www.fao.org](http://www.fao.org)**

Favati, F., Galgano F., Pace A. (2007). Shelf-life evaluation of portioned provolone cheese packaged in protective atmosphere. Food Science and Technology. Vol. 40 No. 3: 480 – 488.

Federación colombiana de ganaderos (Fedegan)( 2000). Manual práctico del ganadero. p.111.

Gerber N. ( 1994). Tratado práctico de los análisis de la leche y del control de los productos lácteos. Santander, España. Gráficas Roa.; p.23, 24, 71, 123, 138.

Gómez, R., González, G., Mejía, A., Ramírez, A. (1990). Proceso biotecnológico para la obtención de una bebida refrescante y nutritiva. p.p 1-6.

Gonzalo A. (2012). Aspecto sanitario de la cría de búfalo en Colombia. Disponible en: <http://juangonzaloangelrestrepo.com/juangonzaloangelrestrepo/>

Granados, C., Urbina, G., Acevedo, D. (2010). Desarrollo tecnológico del proceso artesanal del queso de capa en el municipio de mompox, departamento de Bolívar. Programa ingeniería de alimentos. Universidad de Cartagena. Cartagena d. T. Y c. Rev.Bio.Agro v.8 n.2. p.p. 29-91.

Guarín J. 2003. El búfalo doméstico una alternativa para producir leche y derivados lácteos de alta calidad en el trópico. Disponible en: [http://www.reuna.unalmed.edu.co/temporales/memorias/especies/Animales/62\\_bufaloalternativa.htm](http://www.reuna.unalmed.edu.co/temporales/memorias/especies/Animales/62_bufaloalternativa.htm)

Hleap J., Velasco A. (2010) Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) Rev.Bio.Agro v.8 n.2 Popayán.

ICTA, Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. (1994) Guía Para Producir Quesos Colombianos. Primera Edición de Bogotá D.C.

Keting P. y Rodríguez H., (1999). Introducción a la lactología.. Editorial Limusa S.A. México.p.p.2-65.

Laurienzo, P., Malinconico M, Mazzarella G., Petitto F., Piciocchi N., Stefanile R., and Volpe M. (2008). Water buffalo mozzarella cheese stored in polysaccharide-based gels: correlation between prolongation of the shelf-life and physicochemical parameters. *Journal of Dairy Science*. Vol. 91 No. 4: 1317 – 1324.

Lugo, H., Cerón-Muñoz, M., Lopera\*, M., Bernal\*, A. y Cifuentes, T. (2005). Determinación de parámetros físico-químicos de leche Bufalina en un sistema de producción orgánica. Grupo de Investigación en Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Lugo, H., Cerón-Muñoz, M., Tonhati, H., Gutierrez, A. y Henao, A. (2005). Producción de leche en búfalas de la Costa Atlántica Colombiana. GRICA, Grupo de Investigación en Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

Lugo, H., Restrepo, L., Urrea, D. y Piedad, A. (2004). Análisis sensorial de la carne bufalina (*Bubalus bubalis*) en la ciudad de Palmira, Colombia. Grupo de Investigación en Ciencia Animal, Departamento de Ciencia Animal, y Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia).p.p1- 6.

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTA) Banco Ganadero (1994). Guía para producir quesos colombianos. Santafé de Bogotá. 1994; p.27, 31, 32, 49.

Jaramillo, M., Mejía, L., Sepúlveda, J. (1999). La leche y su control. Guías de clase. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Medellín; p.p 1-48.

Londoño, O. (2009). Caracterización del queso momposino y comparación con otros elaborados con adición o no de cultivos iniciadores. Universidad nacional de Colombia. Sede Medellín. Págs. 17-20.

Madrid A., (1999). Tecnología quesera. Ediciones Mundi prensa, Madrid, España.p.p.16-80.

Marín, A., Montoya, A., Martínez, E. (2010). Caracterización genética del búfalo colombiano. Ciencias Animales, Universidad de Antioquia. Págs. 6.

Martínez A. (2006). Caracterización del sistema de producción en lecherías bufalinas de la provincia de Granma. Instituto de ciencia animal la Habana. Cuba. p.p 4-14

Ministerio de Protección Social de Colombia. Decreto No. 616 (2006).. Reglamento técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendi, importe o exporte en el país. Diario Oficial de Colombia No. 46.196 Febrero 28 de 2006.

Oliszewski R., Cisint and J., and Núñez de Kairúz M. (2007). Manufacturing characteristics shelf life of quesillo, an Argentinean traditional cheese. Food Control. Vol. 18 No. 6: 736 – 741.

Osorio J., Ciro J., Mejía L. (2004) Caracterización textural y fisicoquímica del queso edam. Revista Facultad nacional de agronomía, Medellín. Disponible en:[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-28472004000100009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472004000100009)

Oyugi, E., Buys E. (2007). Microbiological quality of shredded cheddar cheese Packaged in modified atmospheres. International Journal of Dairy Technology. Vol. 60 No. 2: 89-95.

Patiño, E., Faisal, E., Cedres, J., Méndez, F., Guanziroli, C. (2005). Contenido mineral de leche de búfalas (*Bubalus bubalis*) en Corrientes, Argentina. Cátedra Tecnología de la Leche y Derivados, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNNE. pp. 1-3

Patiño, E. (2010). Producción y calidad de la leche bubalina. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. Argentina. pp 1- 17.

Revista Ecolanta, 2001-2002. Publicación del Comité de Educación. Cooperativa Colanta. Medellín, Colombia. Nº 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186.

Revista electrónica de Veterinaria ISSN 1695-75042007 Volumen VIII Número 8. Departamento de Sanidad Animal. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de Granma. Cuba. pp. 1-23.

Romero, C. (2003). Bioquímica de la maduración de quesos. Universidad incca de Colombia. Grupo de operaciones unitarias para la industria de alimentos. Pag 2-8.

Romero, C. (2004). Elaboración y caracterización de un queso madurado típico utilizando como materia prima leche de búfala de la raza murreh. Universidad de pamplona. Pp. 39-49

Romero, C. (2004). Manual de elaboración de quesos madurados. Universidad Incca de Colombia. Profesor asociado universidad de pamplona Págs. 19-51

Romero, C. (2004). Tecnología de quesos. Especialización en proyectos pedagógicos agroindustriales. Pamplona. p.p 1-18.

Romero, C. (2004). Tecnología de quesos fundamentos teóricos. Universidad de pamplona. p.p 1- 18.

Sanint L F 2006 Pasado, presente y futuro del búfalo en Colombia. III Simposio Búfalo de las Américas en Medellín. p 32-34.

Senacyt (1999). Seminario: Alternativas para la Industrialización y Comercialización de Productos Lácteos. Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. República de Panamá

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (1990). Manual para la aplicación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) en la industria lechera. República Argentina. p.p 1-63.

Serna, E., Ruiz, A. (2006). Sistema de Gestión de la Calidad Análisis sensorial de alimentos.

Simón L. y Galloso M. (2008). Evaluación del comportamiento productivo de búfalos de río en sistema arborizado y en monocultivo de gramíneas. Estación Experimental de Pastos y Forrajes. Cuba. CP 44280

Tetra Pak Processing System.(1995). Dairy processing handbook. Lund Sweden. Teknotext AB. 1995; p. 18.

Valdés M. 2011. Antecedentes y perspectivas de la actividad bufalina en el trópico. Tecnología **en Marcha**, Vol. 24, N.º 5, Revista Especial. p.p 121-136.

Villegas de Gante A, 2004. Dos famosos quesos de pasta hilada (filata): el Oaxaca y el mozzarella.

Walstra, P. Geurts, T.J, Noomen, A, Jelleman, A y Boekel, Van, M. (2001). Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos. Editorial Acribia, S.A, Zaragoza (España) p.p.1-86; 547-559.

Watss, B.; Yilimakl, G. (1998). Métodos sensoriales básicos, para la evaluación de los alimentos, Departamento de alimentos y nutrición, Facultad de ecología humana, Universidad de manitota, Canadá, Vol, 1, págs. 24-76

Yanza hurtado E. Análisis fisicoquímico de quesos madurados: cheddar, danablu, camembert y maribo. UNIVERSIDAD DE PAMPLONA. p.p 1- 7.

Zuñiga L., Ciro H., Osorio J. (2007). Estudio de la dureza del queso Edam por medio de análisis de perfil de textura y penetrometría por esfera. Revista Facultad

nacional de agronomía, Medellín. Disponible en:

[http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-28472007000100012&lng=es&nrm=](http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472007000100012&lng=es&nrm=)

[www.unaga.org.co/asociados/bufalos.htm](http://www.unaga.org.co/asociados/bufalos.htm).2005

## 11. ANEXOS

### PRUEBA SENSORIAL

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

PRODUCTO: \_\_\_\_\_

Las muestras que se le presentan a continuación, favor marcar con una X su grado de preferencia.

Acidez	Queso #1	Queso #2
Textura		
Jugosidad		
Elasticidad		
Sabor		
Olor		
Aceptabilidad		

Comentarios: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Muchas gracias!**