

# **PROCESO DE OBTENCIÓN DE QUESO FUNDIDO TIPO UNTABLE A PARTIR DEL QUESO COSTEÑO**



**CESAR DAVID PEÑATE QUIROZ**  
**HÉCTOR LUIS HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**  
**BERÁSTEGUI**

**2015**

**PROCESO DE OBTENCIÓN DE QUESO FUNDIDO TIPO UNTABLE A  
PARTIR DEL QUESO COSTEÑO**



**CESAR DAVID PEÑATE QUIROZ**

**HÉCTOR LUIS HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

**Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero de alimentos**

**Directora:**

**Ing. MARGARITA ROSA ARTEAGA MÁRQUEZ**

**M. Sc. Ciencia y Tecnología de la Leche**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**BERÁSTEGUI**

**2015**

**El jurado calificador del trabajo no se hace responsable de las ideas emitidas por los autores (Artículo 46, del acuerdo 006 mayo 29 de 1979 Consejo Directivo).**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**M.sc. BEATRIZ ELENA ÁLVAREZ BADEL**

---

**M.sc. GABRIEL IGNACIO VÉLEZ HERNÁNDEZ**

Berástegui, Junio de 2015

## **DEDICATORIA**

A Dios y el Señor Jesucristo, porque siempre me ayudan a cumplir mis metas y por iluminar mi camino con sabiduría y mucho amor. A mi abuela Carmen Luna, por su apoyo y amor en todo momento. A mis padres Nelcy Hernández y Héctor Hernández por estar pendiente de mi toda mi vida, a Vanessa Narváez, mi Directora Margarita Arteaga, mi hermanita Melany Hernández y todos mis amigos por su apoyo y amistad incondicional. A todos ellos muchas gracias.

Héctor Luis Hernández Hernández

Principalmente a Dios compañero fiel, confidente y colaborador en todas las actividades de mi vida. A mis padres, German Peñate y Carmen Quiroz, que con su apoyo incondicional me brindaron la confianza necesaria para alcanzar mis objetivos, a todas las personas que me dieron la mano cuando lo necesite, a Luisa Betancourt, que con amor y apoyo logró fortalecerme en momentos difíciles, a mi Directora Margarita Arteaga, que con excelencia y sabiduría logro encaminar esta propuesta y también se convirtió en un ejemplo a seguir. A todos Mil Gracias.

Cesar David Peñate Quiroz

## **AGRADECIMIENTOS**

Damos las gracias a todas las personas que ayudaron a que fuese posible la realización de este trabajo de investigación, que con su apoyo incondicional lograron que se cumpliera esta meta.

Queremos dar un agradecimiento especial a nuestra directora, Margarita Rosa Arteaga Márquez, por su amistad incondicional, su apoyo en este trabajo y por todos los conocimientos brindados.

A Beatriz Álvarez y Gabriel Vélez. Jurados del trabajo de investigación.

A Arles Ferney Acosta. Auxiliar del laboratorio de Lactología.

A Yira lucia Cogollo. Auxiliar del laboratorio de Microbiología y Biotecnología de Alimentos.

A Jaime Luis Mercado. Auxiliar del laboratorio de Suelos y Aguas.

A Lucia Raquel Oviedo. Auxiliar del laboratorio de Análisis de Alimentos.

A nuestras familias y amigos,

Gracias.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
2. ESTADO DEL ARTE.....	3
2.1 GENERALIDADES .....	3
2.2 QUESO FUNDIDO .....	4
2.2.1 Uso de los quesos fundidos.....	5
2.2.2 Producción mundial de quesos fundidos.....	5
2.2.3 Ventajas de los quesos fundidos .....	7
2.2.4 Sales fundentes.....	7
2.2.4.1 Los citratos .....	9
2.2.4.2 Los fosfatos .....	9
2.2.5 Propiedades texturales del queso fundido .....	10
2.2.6 Influencia del pH.....	10
2.2.7 Importancia del grado de maduración.....	11
2.2.8 Importancia de la temperatura de fusión.....	11
2.2.9 Materias primas.....	12
2.2.10 Proceso de elaboración de queso fundido .....	12
2.2.10.1 Selección .....	12
2.2.10.2 Lavado.....	13
2.2.10.3 Troceado y molido. ....	13
2.2.10.4 Mezclado.....	13
2.2.10.5 Fundido. ....	13
2.2.10.6 Empacado.....	13
2.2.10.7 Almacenamiento .....	13
3. METODOLOGÍA .....	15

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	15
3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	15
3.3 MATERIALES Y EQUIPOS.....	15
3.3.1 Materiales.....	15
3.3.1.1 Leche.....	15
3.3.1.2 Cuajo enzimático.....	16
3.3.1.3 Sal Fundente.....	16
3.3.2 Equipos.....	16
3. 4 VARIABLES .....	16
3.4.1 Variables Independientes .....	16
3.4.2 Variables Dependientes.....	16
3.5 HIPÓTESIS.....	17
3.5.1 Hipótesis Nula.....	17
3.5.2 Hipótesis Alternativa.....	17
3.6 PROCEDIMIENTO .....	17
3.6.1 Tratamientos.....	17
3.6.2 Obtención de la materia prima. ....	18
3.6.2.1 Selección y recolección de la leche.....	18
3.6.2.2 Análisis de la leche.....	18
3.6.2.3 Obtención del queso costeño.....	19
3.6.2.4 Análisis del queso costeño. ....	20
3.6.3. Cálculos para estandarizar la composición del queso fundido tipo untable.....	20
3.6.4 Elaboración del queso fundido tipo untable.....	21
3.6.5 Caracterización fisicoquímica del queso fundido .....	22
3.6.6 Caracterización microbiológica del queso fundido.....	22
3.6.7 Evaluación sensorial.....	23
3.6.7 Determinación del tiempo de vida útil.....	23
3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	24
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1 VARIABLES FISICOQUIMICAS EN LA LECHE FRESCA .....	25
4.1.1 Grasa .....	25



4.1.2 Sólidos Totales.....	27
4.1.3 Acidez y pH.....	27
4.1.4 Sólidos No Grasos.....	29
4.1.5 Densidad.....	29
4.2 VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS EN LA MATERIA PRIMA .....	30
4.2.1 Grasa .....	31
4.2.2 Sólidos Totales.....	32
4.2.3 Acidez y pH.....	33
4.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL QUESO FUNDIDO.....	34
4.3.1 pH y acidez.....	35
4.3.2 Humedad. ....	37
4.3.3 Proteína .....	38
4.3.4 Grasa .....	39
4.3.5 Sal.....	40
4.3.6 Cenizas .....	41
4.4 CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL QUESO FUNDIDO.....	42
4.4.1 Análisis de Coliformes Totales y Fecales .....	43
4.4.2 Recuento de Mohos y Levaduras .....	43
4.4.3 Recuento de Mesófilos Aerobios .....	44
4.5 ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO FUNDIDO.....	45
4.6 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL QUESO FUNDIDO .....	46
4.6.1 Recuento de Mohos y Levaduras en el tiempo. ....	46
4.6.2 Recuento de Mesófilos Aerobios en el tiempo. ....	48
5. CONCLUSIONES .....	52
6. RECOMENDACIONES .....	54
7. REFERENCIAS .....	56

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Tendencias de la producción (× 1.000 toneladas) de queso procesado de 30 países miembros de la federación internacional de lechería (fil) entre 1995 y 2004.	<b>6</b>
<b>Tabla 2.</b> Tratamientos para elaborar el queso fundido tipo untable.	<b>18</b>
<b>Tabla 3.</b> Metodología para la determinación de análisis fisicoquímicos de la leche cruda.	<b>19</b>
<b>Tabla 4.</b> Metodología para la determinación de análisis fisicoquímicos del queso costeño.	<b>21</b>
<b>Tabla 5.</b> Metodología para la determinación de análisis fisicoquímicos del queso fundido.	<b>23</b>
<b>Tabla 6.</b> Metodología para la determinación de los análisis microbiológicos del queso fundido.	<b>23</b>
<b>Tabla 7.</b> Metodología para la determinación del tiempo de vida útil del queso fundido.	<b>25</b>
<b>Tabla 8.</b> Valores de las características fisicoquímicas de la leche (Promedio).	<b>26</b>
<b>Tabla 9.</b> Valores de las características fisicoquímicas de los quesos costeños.	<b>31</b>
<b>Tabla 10.</b> Valores de las características fisicoquímicas del queso fundido.	<b>35</b>
<b>Tabla 11.</b> Resultados del análisis microbiológico del queso fundido.	<b>44</b>
<b>Tabla 12.</b> Resultados del análisis sensorial del queso fundido.	<b>46</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Esquema del efecto de las sales fundentes.	<b>8</b>
<b>Figura 2.</b> Flujograma de elaboración del queso fundido tipo untable.	<b>14</b>
<b>Figura 3.</b> Flujograma de elaboración del queso costeño.	<b>20</b>
<b>Figura 4.</b> Flujograma de elaboración del queso fundido tipo untable (modificado).	<b>22</b>
<b>Figura 5.</b> Evaluación de Mohos y Levaduras en el tiempo (T1 yT4).	<b>46</b>
<b>Figura 6.</b> Evaluación de Mesófilos Aerobios en el tiempo (T1 y T4).	<b>47</b>

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo A.</b> Ficha técnica de la sal fundente utilizada	<b>70</b>
<b>Anexo B.</b> Cantidad de ingredientes utilizados para la preparación del tratamiento 1	<b>72</b>
<b>Anexo C.</b> Cantidad de ingredientes utilizados para la preparación del tratamiento 2	<b>73</b>
<b>Anexo D.</b> Cantidad de ingredientes utilizados para la preparación del tratamiento 3	<b>74</b>
<b>Anexo E.</b> Cantidad de ingredientes utilizados para la preparación del tratamiento 4	<b>75</b>
<b>Anexo F.</b> Fotos proceso de elaboración del queso fundido tipo untable	<b>76</b>
<b>Anexo G.</b> Formato para prueba de aceptación	<b>77</b>
<b>Anexo H.</b> Resultado del análisis fisicoquímico de las leches utilizadas para preparar queso costeño fresco, de 15 y 30 días de almacenamiento	<b>78</b>
<b>Anexo I.</b> Valores promedios obtenidos para las variables fisicoquímicas de la leche	<b>79</b>
<b>Anexo J.</b> Resultado del análisis fisicoquímico de la materia prima	<b>80</b>
<b>Anexo K.</b> Resultado del análisis físico-químico del queso fundido	<b>81</b>
<b>Anexo L.</b> Resultado del análisis microbiológico del queso fundido	<b>83</b>
<b>Anexo M.</b> Resultados de la prueba de aceptación con escala hedónica	<b>85</b>
<b>Anexo N.</b> Resultados del análisis microbiológico del queso fundido en el tiempo	<b>86</b>

## RESUMEN

El propósito de esta investigación fue elaborar queso fundido tipo untable a partir de queso costeño, determinar sus características fisicoquímicas, microbiológicas, y el tiempo de vida útil. Para lograr este objetivo, se utilizó un diseño completamente al azar con una estructura de tratamiento factorial simple 2x2, donde las variables independientes, fueron; los porcentajes de mezclas de quesos (fresco y almacenado) y los tiempos de almacenamientos (15 días y 30 días ) para un total de 24 unidades experimentales. De acuerdo a los resultados obtenidos los quesos fundidos untables elaborados a partir de queso costeño presentaron valores semejantes en cuanto a Humedad, Proteína, Acidez y pH respecto a otros quesos fundidos, pero se registraron valores superiores de grasa y valores inferiores en el porcentaje de sal.

Las características microbiológicas se encuentran dentro de los parámetros establecidos para este tipo de queso, lo que los hace aptos para el consumo. Los quesos fundidos con 40% de queso costeño almacenado 15 días y 60% de queso costeño fresco; y 50% queso costeño almacenado 30 días y 50% de queso costeño fresco fueron los que presentaron mayor aceptación sensorial. El periodo de vida útil para los quesos fundidos fue de aproximadamente 2 semanas.

**Palabras Claves:** queso fundido, queso costeño, sal fundente, vida útil, pH.

## **ABSTRAC**

The purpose of this research was to develop spreadable processed cheese from queso costeño, determine their physicochemical, microbiological, and shelf life. To achieve this, we used a completely randomized design with a simple factorial treatment structure 2x2, where independent variables were; percentages mixtures of cheese (fresh and stored) and the time of storage (15 days and 30 days) for a total of 24 experimental units. According to the results processed cheese spreads made from queso costeño presented similar values regarding Moisture, Protein, Acidity and pH compared to other processed cheeses, but higher values of fat and lower values were recorded in the percentage of salt .

The microbiological characteristics are within the parameters established for this cheese, which makes them unfit for consumption. The cheeses with 40% of queso costeño stored 15 days and 60% fresh queso costeño; and 50% of queso costeño stored 30 days and 50% of fresh queso costeño were those with higher sensory acceptance. The shelf life for processed cheese was approximately two weeks.

**Keywords:** processed cheese, queso costeño, salt flux, shelf life, pH, humidity

## INTRODUCCIÓN

Los quesos frescos se caracterizan por un contenido de humedad elevado, un sabor suave y un periodo de vida de anaquel corto (NOM-121-SSA1-1994). Algunas veces se encuentran quesos que nutricionalmente son aptos para el consumo pero organolépticamente no son atractivos y las personas tienden a rechazarlos, obteniendo como resultado el desperdicio de un producto altamente nutritivo que se puede utilizar como materia prima, que realizándole un tratamiento adecuado se puede volver a procesar y obtener un alimento con características nutricionales, sensoriales y fisicoquímicas aceptadas por el consumidor, uno de estos procesos es la elaboración de queso fundido, utilizando el queso fresco (Queso Costeño) como materia prima. El queso fundido se ha convertido en una buena alternativa para las industrias de lácteos, debido a que este producto tiene un periodo de almacenamiento más prolongado y con mayor facilidad de manejo en las empresas (Cuichán 2012). Además, se presta para alojar entre sus componentes una serie de aditivos que bien distribuidos y agregados, mejoran su calidad organoléptica, especialmente en las características de olor, sabor y textura.

El proceso de obtención de queso fundido tipo untable a partir del queso costeño, pretende brindar conocimiento al sector lácteo y productivo del país; siendo esta una

investigación con ánimo de ser complementada en el futuro y servir de soporte para otras investigaciones. Por ende el presente estudio se hace necesario realizarlo, ya que la falta de conocimiento sobre proceso de obtención de queso fundido a partir del queso costeño, limita al sector a no utilizar otras alternativas de procesamiento y conservación de este tipo de queso.



## **2. ESTADO DEL ARTE**

### **2.1 GENERALIDADES**

La producción de queso fundido se inició en Europa, y podría datar de mediados de la década de 1890. Los quesos naturales son de vida útil limitada y, dependiendo de muchos factores (es decir, el nivel de contenido de humedad, las condiciones sanitarias durante las fases de fabricación y las condiciones de conservación del producto), esta puede variar desde unas pocas semanas hasta un par de años. Es posible sugerir que la idea de queso procesado se originó a partir de un deseo de extender la vida útil de queso natural o para desarrollar un nuevo tipo de queso, que era más suave en gusto o más estable. Alrededor de la misma época, los desarrollos comerciales se hicieron en Alemania para la exportación de quesos de pasta blanda corto tiempo de conservación, por ejemplo, Camembert, Brie y Limburger, que se logró mediante el calentamiento de los quesos en latas de metal. Métodos de procesamiento similares también se han desarrollado para los quesos holandeses, pero el proceso fue más exitoso en Suiza mediante el uso de citrato de sodio (Tamine 2011).

La primera patente fue concedida a la compañía de quesos Germán en 1899, época en la cual el queso era procesado únicamente con calor y no se usaban aditivos. En 1912 el ácido cítrico fue introducido en Suiza como una sal fundente.

Un queso fundido autentico necesariamente debe incluir entre sus ingredientes una alta proporción de quesos genuinos; estos pueden incorporarse como una mezcla de quesos de distintos estados de madurez: relativamente frescos, medianamente madurados y muy madurados. Cada tipo de estos quesos impartirá características sensoriales y funcionales específicas al producto. Así, los quesos frescos, con proteína poco degradada, impartirán características de consistencia y rebanabilidad al producto; los muy madurados, en cambio, por tener una “caseína corta” debido a la proteólisis durante su afinamiento, influirán menos en la textura y más en el aporte de sabor (Villegas 2004).

## **2.2 QUESO FUNDIDO**

Se entiende por “Queso fundido”, o “Queso fundido para untar o extender de una variedad denominada” el queso obtenido por molturación, mezcla, fusión y emulsión con tratamiento térmico y agentes emulsionantes de una o más variedades de queso, con o sin la adición de productos alimenticios (CODEX STAN 1978; NTC 4225 1997). Los quesos fundidos son de dos tipos generales: queso para cortar y queso para extender. El primer tipo tiene un máximo de 66% de humedad, 52% de extracto seco, y de 10% a 60% de grasa en el extracto seco; y el segundo contiene, en general, de 56 a 72% de humedad, de 29% a 44% de extracto seco y 10% a 60% de grasa en el extracto seco (NTC 4225 1997).

### **2.2.1 Uso de los quesos fundidos**

El queso procesado se utiliza de muchas formas diferentes - como una rebanada en un sándwich o una hamburguesa, desmenuzado en las pizzas, en productos de tipo CordonBleu, para untar en el pan, como salsa para aperitivos, o incluso para las salsas de queso, o como ingrediente para las comidas preparadas (Arla Foods Ingredients Group P/S 2012).

### **2.2.2 Producción mundial de quesos fundidos**

A mediados de la década de 1980, la cifra de producción para el queso fundido en la Unión Europea (UE), EE.UU., Noruega, Finlandia, Austria, Suiza y Australia fue de 1,4 millones de toneladas (IDF, 1995), aumentando a 1,53 millones de toneladas en 2004 (IDF, 2005). Las cifras detalladas de producción para los 30 países miembros de la Federación Internacional de Lechería (IDF) se muestran en la Tabla 1.

Es posible que la producción mundial de queso procesado se incrementará en el futuro, reflejado por el crecimiento esperado en la producción mundial de los quesos naturales, es decir, una tasa de crecimiento anual del 1,8% entre 2004 y 2014 (IDF, 2005). Sin embargo, los datos de producción anual ( $\times 1000$  toneladas) para el queso fundido en algunos países seleccionados son los siguientes: 30-40 en Egipto (Abd El-Salam 2005), 8.7 en Siria (A-H Klandar, 2007) y 113.4 en Brasil (ABIQ, 2008). Es seguro sugerir que se espere que la demanda de queso fundido en los países del Lejano Oriente tienda a subir debido a un aumento en el ingreso anual y la occidentalización del gusto de los consumidores de pizza y hamburguesas. En consecuencia, un crecimiento similar también puede ocurrir en las poblaciones urbanas de China, India, América del Sur, Oriente Medio y posiblemente África.

**Tabla 1.** Tendencias de la producción (× 1.000 toneladas) de queso procesado de 30 países miembros de la Federación Internacional de Lechería (FIL) entre 1995 y 2004.

País	Años		
	1995	2000	2004
Alemania	159	171	175
Argentina	7	10	7
Australia	58	60	47
Bélgica	52	55	44
Canadá	76	67	71
Dinamarca	17	ND	19
España	39	36	ND
Estados unidos	668	630	543
Estonia	ND	ND	1
Finlandia	13	16	17
Francia	128	138	129
Holanda	31	19	16
Hungría	11	10	11
Irlanda	12	11	12
Islandia	0,3	0,3	0,4
Israel	2	1	1
Italia	ND	4	4
Japón	94	111	112
Lituania	ND	1	3
Noruega	3	3	3
Nueva Zelanda	11	24	25
Polonia	30	48	60
Reino Unido	24	33	37
Rusia	68	78	141
Sudáfrica	5	5	5
Suiza	14	13	11
<b>Total</b>	<b>1522</b>	<b>1557</b>	<b>1527</b>

**Fuente:** IDF (2005) **ND:** No disponible

### **2.2.3 Ventajas de los quesos fundidos**

- a) El queso fundido posee una capacidad de conservación considerable debido a su tratamiento térmico (Erazo 2012).
- b) Las combinaciones diversas de las materias primas permiten obtener un surtido muy variado (Keating y Rodríguez 2006).
- c) Optimización de costes a través de procesos simplificados, sustitución de queso natural y mejora las características de absorción de agua (Arla Foods Ingredients Group P/S 2012).
- d) El queso de cuajada enzimática que ha perdido su presentación comercial, pero que conserva aún sus características organolépticas para la nutrición del hombre, pueden revalorizarse de nuevo en parte (Keating y Rodríguez 2006).

### **2.2.4 Sales fundentes**

Las sales fundentes son esenciales en la formación de una estructura uniforme en los quesos procesados. Su papel más importante es mejorar la capacidad emulsionante de las proteínas del queso mediante la eliminación del calcio de las caseínas, y por peptización, hidratar y dispersar la proteína. Los efectos adicionales de las sales fundentes son el aumento de pH (en la mayoría de los casos), la estabilización de la emulsión de aceite-en-agua y la formación de estructuras (Guinee *et al.* 2004; Mulsow *et al.* 2007; citado por Sádliková *et al.* 2010).

Aunque el mecanismo de emulsificación no está totalmente aclarado, los aniones procedentes de las sales adicionadas al queso se combinan con el calcio y lo eliminan del complejo para-caseína, lo que origina una reestructuración y exposición tanto de

las regiones polares como de las no polares de las proteínas del queso como se aprecia en la Figura 1. También se cree que los aniones de estas sales participan en la formación de puentes iónicos entre las moléculas de proteína y en consecuencia proporcionan una matriz estable que atrapa la grasa del queso fundido (Fennema 1993).



**Figura 1.** Esquema del efecto de las sales fundentes

**Fuente:** Joha 1993, Cuichán 2012

Estas sales fijan el pH del queso fundido. Si éste no llega a los valores óptimos, la masa se dispersa con demasiada lentitud resultando un queso procesado frágil y quebradizo con aspecto mate. Valores de pH superiores al óptimo, acelera el proceso de fusión, dando lugar a menudo a una masa esponjosa, semejante al flan, que es difícil de envasar (FAO 1981).

Se distinguen dos grupos de sales fundentes de carácter apropiado y práctico para ser usadas en la fabricación de queso procesado: los citratos (sales del ácido cítrico) y los fosfatos (sales de ácido fosfórico).

De acuerdo con la FDA (2006), hay 13 sales de fundido que son aprobadas para su uso (ya sea sola o en combinación) en el proceso de fabricación de queso (Kapoor y Metzger 2008). Estos incluyen: monofosfatotrisódico, difosfatotrisódico, fosfato dipotásico, hexametáfosfato de sodio, pirofosfato ácido de sodio, pirofosfato tetrasódico, fosfato de sodio y aluminio, citrato de sodio, citrato de potasio, citrato de calcio, tartrato de sodio, tartrato de potasio y sodio.

#### **2.2.4.1 Los citratos**

Son muy solubles y poseen un poder disolvente adecuado para las proteínas. Los quesos procesados que contienen citratos muestran una tendencia a absorber agua proporcionando una estructura firme, lo cual es deseable en queso procesado de tipo cortable o cuando los quesos usados como materia prima son muy blandos o de baja consistencia. Las desventajas en su uso radican en la falta de una acción productora de viscosidad en el producto y tienen una tendencia a producir una textura moteada (FAO 1981).

#### **2.2.4.2 Los fosfatos**

Tienen un buen poder de dispersión, de tal manera que los procesos de hidratación se desarrollan con relativa rapidez y uniformemente (Spreer 1975).

A diferencia de los citratos, los fosfatos poseen propiedades bacteriostáticas diferentes, siendo capaces de reducir considerablemente el crecimiento de microorganismos en el queso procesado, alargando así su vida útil (Maier *et al.* 1999).

En la industria de alimentos y especialmente en la del queso procesado untable se utilizan preferentemente polifosfatos; esto por su excelente propiedad como

intercambiador de iones y su acción de cremosidad. Además tienen una contribución significativa en el proceso de emulsificación y a la capacidad buffer. Zehren y Nusbaum (2000), señalan que la dosis de sales emulsionantes no debe superar un 3% del peso del queso procesado ya que pH muy altos provocan la peptización de las caseínas y por ende la baja viscosidad en los productos.

### **2.2.5 Propiedades texturales del queso fundido**

Dentro de las propiedades texturales del queso fundido encontramos la firmeza, que es la capacidad del queso procesado (en ambiente o bajas temperaturas) para mostrar resistencia a la deformación cuando se somete a una fuerza externa (Kapoor y Metzger 2008). Otra propiedad es la adhesividad, que es la tendencia del queso procesado a resistirse a la separación de un material en contacto (Kapoor y Metzger 2008).

Por último encontramos la elasticidad y la cohesividad, la primera es la tendencia del queso procesado a recuperar sus dimensiones originales después de retirar una fuerza aplicada; y la segunda, es la cantidad de fuerza para simular la fortaleza de los enlaces internos del cuerpo del producto (Kapoor y Metzger 2008).

### **2.2.6 Influencia del pH**

El valor del pH es un factor importante en la fusión del queso. Los valores altos del pH son perjudiciales al sabor, al aroma y a la conservación, mientras que los valores muy bajos tienden a dar una textura granulosa, etc. Las propiedades de las sales de fusión deben ser consideradas con relación al pH del queso. Si la sal es alcalina tendrá quizá que ser usada conjuntamente con una sal ácida y viceversa. Por tanto,



para ser considerada satisfactoria, la sal debe dar una buena emulsión dentro de determinados límites del valor del pH a un valor entre 5.5 y 5.7, y para fabricar quesos de pasta para extender (spreads) debe ajustarse entre 5.7 y 6.0 (Erazo 2012).

### **2.2.7 Importancia del grado de maduración**

Durante la producción de quesos procesados, una mezcla de quesos con diferentes grados de madurez es de uso común. La proteólisis de las caseínas durante la maduración del queso tiene una significativa influencia en los posteriores parámetros de textura de los quesos procesados (Carić y Kalab 1993; Piska y Stetina 2004; Corredig 2009).

El queso no madurado con un bajo grado de proteólisis conduce a quesos procesados con consistencia dura, mientras los que contengan caseínas más hidrolizadas resultan en quesos procesados que son más fáciles de untar y más ricos en sabor (Chambre y Daurelles 2000; Guinee *et al.* 2004; Piska y Stetina 2004; Brickley *et al.* 2007).

### **2.2.8 Importancia de la temperatura de fusión**

El queso empieza a fundirse a 57 – 60 °C, pero esta temperatura no asegura la pasteurización del producto. La temperatura mínima es la de 74 °C pero se debe subir más para garantizar esta buena conservación (Keating y Rodríguez 2006). La temperatura de fundición está en un rango de 70 - 90 ° C o más. El tiempo de fundición para productos de queso para untar es entre el 10 - 15 minutos y para tipo bloques 4 - 5 minutos (Silverson Machines 2012).

### **2.2.9 Materias primas**

Para la fusión son adecuados en principio todos los quesos de cuajadas enzimáticas, a los cuales se les puede añadir también, aunque en escasa cuantía, requesón y queso de leche acida. Sin embargo, los que reúnen mejores condiciones para la fusión son los quesos de pasta dura y firme y especialmente el queso fresco de mesa, por la estructura particular de su masa. Es imprescindible que las materias primas sean buenas para que el queso fundido goce de calidad satisfactoria. Sin embargo, también se puede transformar, aunque en una cuantía limitada, los quesos que han perdido su presentación comercial por defectos externos (Spreer 1975; citado por Erazo 2012).

### **2.2.10 Proceso de elaboración de queso fundido**

#### **2.2.10.1 Selección**

Según la FAO (1985), el fabricante debe conocer la calidad de las materias primas que entran en el proceso del queso procesado, especialmente tomando en consideración el tipo de queso procesado que se desee elaborar. Para esto se debe considerar los siguientes puntos:

- Sabores deseados, composición y características organolépticas en el producto final.
- Consistencia, estructura, cantidad disponible de la materia prima.
- Grado de maduración de los quesos utilizados como materia prima.
- Naturaleza y características de los aditivos a utilizar.

#### **2.2.10.2 Lavado.**

Se realiza un lavado con agua potable y si es necesario utilizar un cepillo para eliminar bacterias superficiales, hongos.

#### **2.2.10.3 Troceado y molido.**

Los quesos se cortan en trozos pequeños, para después ser molidos.

#### **2.2.10.4 Mezclado.**

El queso molido y el resto de subproductos lácteos se ponen en una marmita y se les agrega las sales fundentes, el porcentaje de sal que se va a adicionar estará de acuerdo a la norma CODEX STAN 285-1978.

#### **2.2.10.5 Fundido.**

La mezcla se calienta hasta 75-95 °C, durante un tiempo de 10- 15 minutos. Agitando constantemente para que no se pegue. Se adiciona colorante, preservantes sin dejar de mezclar para obtener un producto con estructura homogénea.

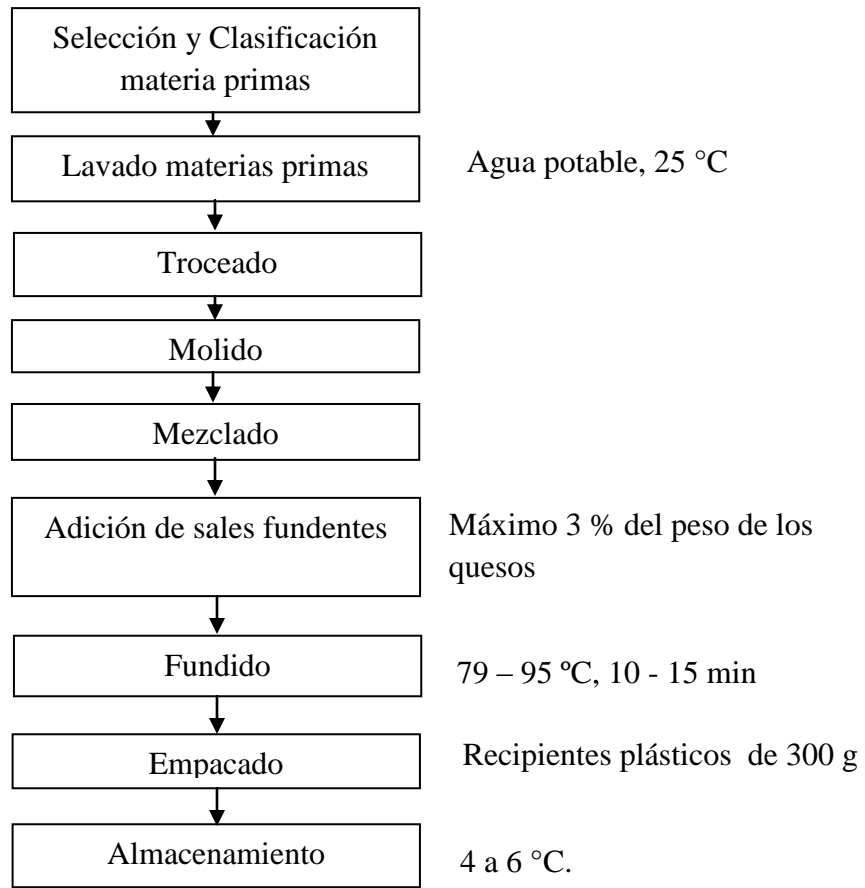
#### **2.2.10.6 Empacado.**

Se empaqueta en recipientes plásticos de 300 g.

#### **2.2.10.7 Almacenamiento.**

Se mantiene a 5°C durante su almacenamiento y distribución.

La Figura 2 muestra el flujograma de la elaboración de queso fundido (Erazo 2012).



**Figura 2.** Flujograma de elaboración del queso fundido tipo untable.

**Fuente:** Erazo 2012.

## **3. METODOLOGÍA**

### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Esta investigación fue de tipo experimental cuantitativa y exploratoria.

### **3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**

La investigación se llevó a cabo en la Planta Piloto y los Laboratorios de Análisis de Alimentos, Ingeniería Aplicada y Lactología de la Universidad de Córdoba Sede Berástegui, ubicada en el corregimiento de Berástegui, municipio de Ciénaga de Oro, Departamento de Córdoba, Colombia y en el Laboratorio de Suelos y Aguas ubicado en la sede central de la Universidad de Córdoba, en la ciudad de Montería.

### **3.3 MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.3.1 Materiales**

##### **3.3.1.1 Leche.**

La leche que se utilizó para la elaboración del Queso Costeño fue obtenida de los predios aledaños a la Universidad de Córdoba, sede Berástegui. Esta leche fue transportada en tanques de acero inoxidable a temperatura de 4 °C al taller de lácteos de la Planta Piloto de la Universidad de Córdoba.

### **3.3.1.2 Cuajo enzimático.**

El cuajo enzimático marca CUAJOCOL de la empresa INPROLAC fue provisto por la Planta Piloto de la Universidad de Córdoba.

### **3.3.1.3 Sal Fundente.**

La sal fundente que se utilizó es una mezcla de citrato de sodio, fosfato disódico y fosfato trisódico que ofreció TECNAS S.A de Colombia. Ver ficha técnica en el anexo A.

### **3.3.2 Equipos**

- Marmitas
- Digestor de proteínas
- Potenciómetro
- Homogenizador
- Centrifugadora
- Refrigeradores

## **3. 4 VARIABLES**

### **3.4.1 Variables Independientes**

- Tiempo de almacenamiento del queso costeño.
- Porcentaje de queso costeño con diferentes tiempos de almacenamiento y fresco utilizados en la mezcla.

### **3.4.2 Variables Dependientes**

- pH
- Humedad
- Porcentaje de grasas

- Proteínas
- Porcentaje de aceptación
- Vida útil
- Sólidos totales

### **3.5 HIPÓTESIS**

#### **3.5.1 Hipótesis Nula**

Utilizar queso costeño con diferentes tiempos de almacenamiento como materia prima en la elaboración de queso fundido untable no incide significativamente en la vida útil, características organolépticas y fisicoquímicas del queso fundido.

#### **3.5.2 Hipótesis Alternativa**

Utilizar queso costeño con diferentes tiempos de almacenamiento como materia prima en la elaboración de queso fundido untable incide significativamente en la vida útil, características organolépticas y fisicoquímicas del queso fundido.

### **3.6 PROCEDIMIENTO**

#### **3.6.1 Tratamientos**

Teniendo en cuenta el procedimiento para elaborar queso fundido tipo untable a partir de queso costeño se realizaron 4 tratamientos, donde se varió el tiempo de almacenamiento del queso costeño y el porcentaje de quesos con diferentes tiempos de almacenamiento y fresco utilizados en la mezcla, dichos tratamientos se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Tratamientos para elaborar el queso fundido tipo untable.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4
Formulación	A1P1	A1P2	A2P1	A2P2

Dónde: Tiempo de almacenamiento del queso costeño: A1= 15 días A2= 30 días

Porcentaje de queso costeño con diferentes tiempos de almacenamiento y fresco utilizados en la mezcla: P1=40% y 60% P2=50% y 50% respectivamente.

### 3.6.2 Obtención de la materia prima.

Para obtener el queso costeño se realizó lo siguiente:

#### 3.6.2.1 Selección y recolección de la leche.

La toma de muestras y preparación de la leche para la iniciación del proceso de elaboración de queso costeño se realizó según los métodos 925.20 y 925.21 de la A.O.A.C. adaptado respectivamente.

#### 3.6.2.2 Análisis de la leche.

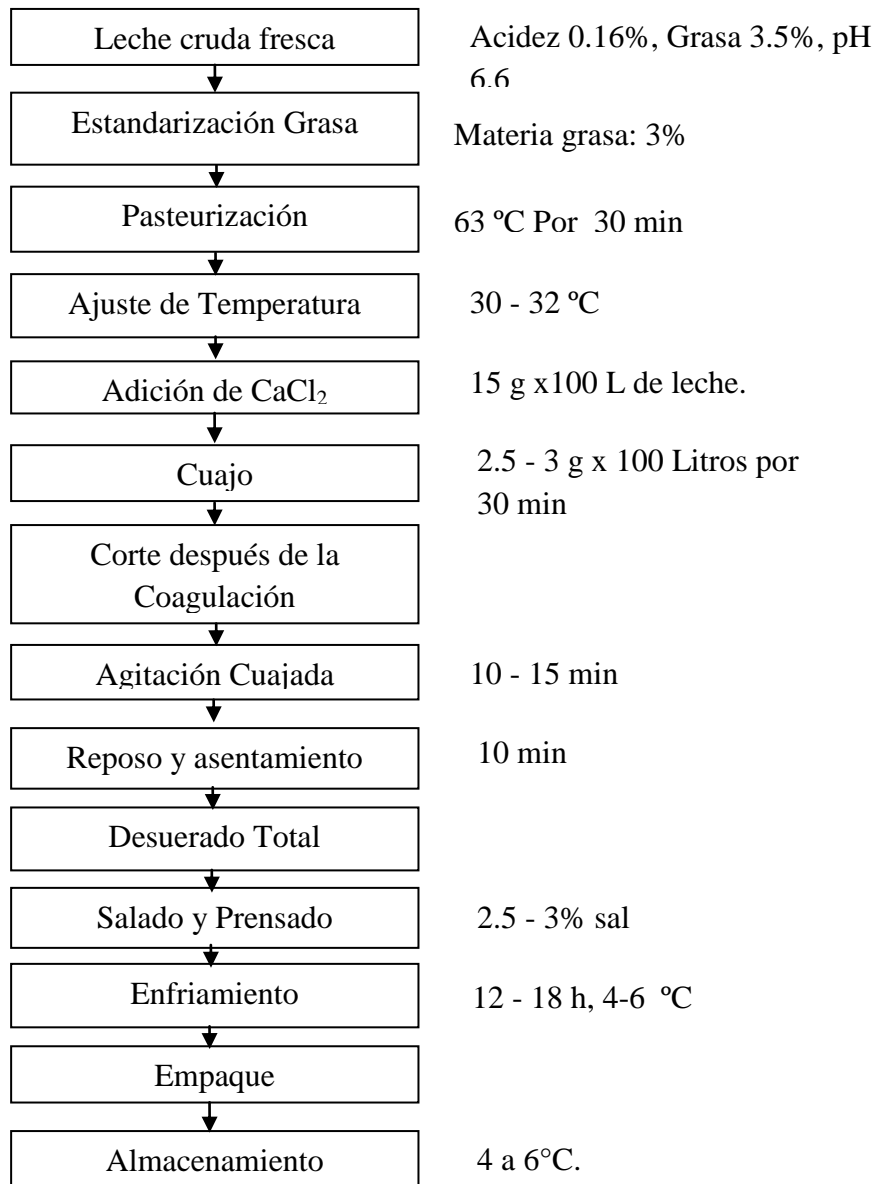
A la leche cruda se le realizaron los análisis fisicoquímicos presentados en la Tabla 3

**Tabla 3.** Metodología para la determinación de análisis fisicoquímicos de la leche.

Análisis	Referencia	Método
Grasa.	British Standard N° 696	Gerber.
Sólidos totales.	925.23 de la A.O.A.C. adaptado.	Estufa modificado
Densidad.	982.15 de la A.O.A.C. adaptado.	Densimétrico
Acidez.	Titulométrico 947.05 de la A.O.A.C. adaptado	Titulométrico
pH.	973.41 de la A.O.A.C. adaptado	Valoración potenciométrica
Sólidos no grasos	920.105 de la A.O.A.C. adaptado.	Refractométrico



**3.6.2.3 Obtención del queso costeño.** La metodología que se utilizó para la obtención del queso costeño, se basó en el proceso descrito en el Manual de elaboración de Queso Costeño Amasado (ICTA 1986). La Figura 3 muestra el diagrama de flujo del procedimiento aplicado.



**Figura 3.** Flujograma de elaboración del queso costeño.

**Fuente:** ICTA 1986.

### 3.6.2.4 Análisis del queso costeño.

Los análisis fisicoquímicos que se realizaron al queso costeño se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Metodología para la determinación de análisis fisicoquímicos del queso costeño.

Análisis	Referencia	Método
pH	973.41 de la A.O.A.C. adaptado.	Valoración potenciométrica
Acidez.	920.124 de la A.O.A.C adaptado.	Método Titulométrico
Humedad.	948.12 de la A.O.A.C adaptado.	Método gravimétrico
Materia grasa	NEN 3059: 1957. LEIDEN, HOLANDA; ISSO N° 3433. (1975)	Método de Van Gulik

### 3.6.3. Cálculos para estandarizar la composición del queso fundido tipo untable.

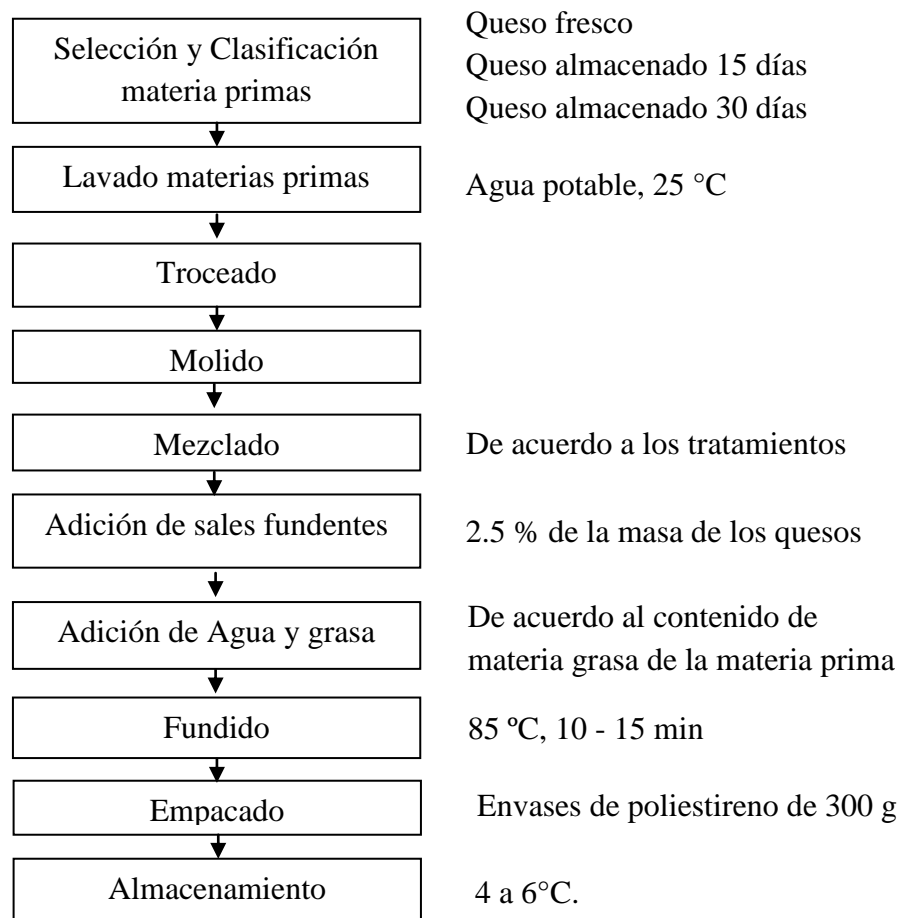
Fue difícil conseguir una composición estándar de queso fundido, de tal modo que la grasa, la materia seca y la humedad correspondan simultáneamente a los mínimos requeridos para una composición determinada, por ende fue necesario manejar un intervalo de los requisitos composicionales del queso fundido que estuviera dentro de los rangos especificados por la NTC 4225 y también fue necesario basarse en formulaciones establecidas en la literatura para este tipo de quesos.

De acuerdo a los tratamientos establecidos se obtuvieron las diferentes cantidades de materia prima e ingredientes a utilizar (la cantidad de sal fundente adicionada fue el 2.5 % de la cantidad de queso que se utilizó), luego de que se realizó la caracterización fisicoquímica de los quesos materia prima, se procedió a calcular la

composición final de la mezcla y con esta, se estableció la cantidad de agua a adicionar que se utilizó en el proceso para garantizar que el producto final cumpliera con los requisitos. Los anexos B, C, D, y E muestran las cantidades utilizadas de cada ingrediente para los diferentes tratamientos.

### 3.6.4 Elaboración del queso fundido tipo untable.

La metodología que se utilizó para la obtención del queso fundido tipo untable, se basó en el proceso descrito por Erazo (2012), modificando la etapa de mezclado, de adición de sales fundentes y la etapa de empacado (Figura 4). El anexo F muestra algunas imágenes del proceso de obtención del queso fundido.



**Figura 4.** Flujograma de elaboración del queso fundido tipo untable (modificado).

**Fuente:** Erazo 2012, Con modificaciones.

### 3.6.5 Caracterización fisicoquímica del queso fundido

Los análisis fisicoquímicos que se le realizaron al queso fundido se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5.** Metodología para la determinación de los análisis fisicoquímicos del queso fundido.

Análisis	Referencia	Método
pH	973.41 de la A.O.A.C. adaptado.	Valoración potenciométrica
Acidez.	920.124 de la A.O.A.C adaptado.	Método Titulométrico
Humedad.	948.12 de la A.O.A.C adaptado.	Método gravimétrico
Proteína	920.123 de la A.O.A.C. adaptado.	Método de Kjeldahl
Materia grasa	NEN 3059: 1957. LEIDEN, HOLANDA; ISSO N° 3433. (1975)	Método de Van Gulik
Cloruros	935. 43 de la A.O.A.C. adaptado	Método Titulométrico
Cenizas	935. 32 de la A.O.A.C. adaptado	Método gravimétrico

### 3.6.6 Caracterización microbiológica del queso fundido.

Los análisis microbiológicos que se le realizaron al queso fundido se muestran en la tabla 6.

**Tabla 6.** Metodología para la determinación de los análisis microbiológicos del queso fundido.

Análisis	Referencia	Método
Mohos y Levaduras.	Técnica de análisis microbiológicos del INVIMA (1998).	Recuento en placa en siembra profunda.
Recuento de Mesófilos Aerobios.	Técnica de análisis microbiológicos del INVIMA (1998).	Recuento en placa en siembra profunda.
Coliformes Totales y Fecales.	Técnica de análisis microbiológicos del INVIMA (1998).	Técnica del número más probable (NMP)

### **3.6.7 Evaluación sensorial.**

La prueba sensorial se elaboró de la siguiente forma: para cada muestra de queso fundido se evaluó el atributo sensorial del sabor mediante una prueba de aceptación con escala hedónica de 7 puntos con 30 jueces no entrenados, a los cuales se les entregó un formato, un vaso con agua y 4 muestras para catar una por tratamiento, este proceso se realizó en 3 sesiones, para evitar la fatiga, con los mismos jueces para garantizar homogeneidad en las respuestas; y lo que llevó a seleccionar de esta manera los 2 tratamientos más aceptados para el estudio de vida útil. En el anexo G se muestra el formato que se utilizó para realizar la prueba.

### **3.6.7 Determinación del tiempo de vida útil**

Se utilizaron pruebas de vida útil a tiempo real. Este tipo de pruebas evalúa el efecto de la temperatura de conservación sobre las propiedades microbiológicas, físico-químicas, texturales y sensoriales de un alimento durante un periodo de tiempo, entendiéndose como temperatura normal aquella que será empleada durante la conservación comercial del producto ( $5 \pm 1$  °C) (Restrepo y Montoya 2010).

Se analizaron únicamente los parámetros microbiológicos (Mohos y levaduras y Recuento de Mesófilos aerobios) descritos en la Tabla 7, para la determinación de la vida útil, se observaron los cambios producidos en el producto cada 7 días y se compararon los resultados obtenidos con los valores establecidos en la norma NTC 4225.

**Tabla 7.** Metodología para la determinación del tiempo de vida útil del queso fundido.

<b>Análisis</b>	<b>Referencia</b>	<b>Método</b>
Mohos y levaduras.	Técnica de análisis microbiológicos del INVIMA (1998).	Recuento en placa en siembra profunda.
Recuento de Mesófilos Aerobios.	Técnica de análisis microbiológicos del INVIMA (1998).	Recuento en placa en siembra profunda.

### **3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Los experimentos se planificaron utilizando un diseño experimental completamente al azar con arreglo simple, para los factores, Tiempo de almacenamiento del queso costeño en 2 niveles (15 días - 30 días), y de Porcentaje de queso costeño almacenado y fresco utilizados en la mezcla, en 2 niveles (40% - 60% y 50% - 50%, respectivamente); con 3 réplicas por tratamiento y 2 repeticiones por replica, con un total de 24 experimentos, para determinar las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. Para determinar el período de vida útil del queso fundido se tuvo en cuenta los análisis microbiológicos cada 7 días por duplicado, hasta que el recuento microbiano estuviera por encima del valor máximo permisible establecido por la NTC 4225. Se realizaron análisis de varianza para evaluar si existen diferencias significativas y test de Tuckey para determinar que tratamientos son diferentes, con un nivel de significancia del 5% utilizando el programa SAS versión 9.1.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 VARIABLES FISICOQUIMICAS EN LA LECHE FRESCA

En la Tabla 8, se presentan los valores promedios de las propiedades fisicoquímicas de la leche utilizada como materia prima para la obtención de los quesos costeños, usados en la elaboración de los quesos fundidos. El anexo H muestra los resultados del análisis fisicoquímico realizado a la leche fresca y el anexo I, los valores promedios y las desviaciones obtenidas para las variables de la leche.

**Tabla 8.** Valores de las características fisicoquímicas de la leche (Promedio).

Tipo de Leche	Grasa (%)	Sólidos Totales (%)	Acidez (%)	pH	Sólidos no grasos (%)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
Leche-Queso fresco	4,15	13,45	0,18	6,47	9,30	1,031
Leche-Queso 15 días	3,13	12,02	0,17	6,60	8,89	1,030
Leche-Queso 30 días	2,65	11,36	0,18	6,58	8,80	1,030

#### 4.1.1 Grasa

El porcentaje de grasa de la leche varió entre 2.65% y 4.15 %, el Decreto 616 de la legislación Colombiana estable como valor mínimo 3% , cumpliendo con este valor

la leche para el queso fresco y la leche para el queso de 15 días de almacenamiento. Un estudio realizado en Montería – Colombia por Calderón *et al.* (2007), arrojó valores del contenido de materia grasa entre 2.10 a 7.0%, como se observa, los contenidos de grasa reportados por en la tabla 8, están dentro de este rango. Mesilati *et al.* (2015) encontraron porcentajes de grasa de la leche de vaca entre 3.3 y 3.7%, en un estudio realizado en vacas lecheras alimentadas con concentrados con diferentes niveles de forraje, valores distintos a los reportados en éste estudio.

Según Spreer (1991) citado por Sáez y Velásquez (2008), el porcentaje de materia grasa en la leche es la fracción que más varía, estas fluctuaciones se deben a algunos factores como: a un mal ordeño ya que la grasa puede quedar adherida en las paredes de la ubre, alimentación racionada y a la raza. Los resultados obtenidos pueden deberse a los factores antes mencionados, lo cual puede dar una explicación al comportamiento tan variado y a las diferencias con los reportes hechos por otros autores.

De igual forma Campabadall (1999) citado por Calderón (2007) afirma que la grasa es el componente más variable en la leche y es al mismo tiempo la que más cambios sufre por efecto genético, fisiológico y nutricional.

Otra posible causa de la variabilidad del contenido de grasa en la leche lo expresan Álvarez *et al.* (2014), donde concluyen que se encontraron diferencias del contenido de grasa debido a la influencia de las lluvias, con respecto a épocas más secas, siendo significativo dicha influencia.



#### **4.1.2 Sólidos Totales**

El porcentaje de sólidos totales obtenido varió entre 11.36% y 13.45 %. El decreto 616 de 2006 para este ítem reporta 11.30% como valor mínimo, lo que sugiere que los resultados se encuentran dentro del ámbito legal. Meza *et al.* (2012) reportaron un contenido de sólidos totales de 12.30 % a 12.80 %, los datos reportados por Álvarez *et al.* (2014) están entre de 12.18 % y 12.66 %, Cervantes *et al.* (2012) reportaron un valor promedio de sólidos totales en leche de vaca de 12.35%, mientras que Revelli y Tercero (2010) reportan valores de 12.20 % y 12.43%. Al comparar los valores obtenidos en el estudio están por debajo de estos rangos reportados a excepción del resultado promedio obtenido para la leche que se utilizó en la elaboración del queso fresco que se encuentra por encima del rango que reportan los autores mencionados, sin embargo se debe tener en cuenta que la suma de lactosa, grasa, proteínas y minerales conforman los sólidos totales en la leche y que por lo tanto, una disminución en algunos de estos constituyentes influye sobre el contenido total de sólidos y el estado de lactación como la época del año juegan un papel importante en la concentración de sólidos totales presentes en la leche (Hurtado *et al.* 2005).

#### **4.1.3 Acidez y pH**

El porcentaje de acidez obtenido varió entre 0.17% AL y 0.18% AL y valores de pH entre 6.47 y 6.60. La norma colombiana establece como parámetro de calidad valores mínimo de 0.13% AL y máximos de 0.17%, Álvarez *et al.* (2014) reportaron valores de acidez entre 0.14% a 0.16% AL, y pH entre 6.54 y 6.65, Briñez *et al.* (2008) reportan valores entre de 0.18%  $\pm$  0.3 AL y valores para pH de 6.72  $\pm$  0.13

mientras que Calderón *et al.* (2006) reportan valores de 0.16 % AL; en Montería Córdoba Calderón *et al.* (2007) encontraron un valor promedio de 0.19% AL, Revelli y Tercero (2010) encontraron valores de 0.15% y 0.19% AL y pH entre 6.65 y 6.68.

Las variaciones de pH dependen, generalmente, del estado sanitario de la glándula mamaria; de la cantidad de CO<sub>2</sub> disuelto en la leche; del desarrollo de microorganismos que, al desdoblar la lactosa promueven la producción de ácido láctico; del desarrollo de algunos microorganismos alcalinizantes, entre otros (Sáez y Velásquez 2008). Se Considera los valores obtenidos dentro de lo normal ya que estos estuvieron dentro de lo reportado por otros autores, solo el pH de la leche utilizada para elaborar el queso fresco arrojó un valor por debajo de los rangos reportados.

Según Calderón *et al.* (2007) porcentajes de ácido láctico muy por encima de lo estipulado en el decreto 616 de 2006 pueden ser debido a la falta refrigeración de la leche, almacenamiento en materiales no apropiados y a la alta temperatura en la zona. Estos factores crean condiciones favorables para la proliferación bacteriana que incrementa la acidez de la leche; aunque muchas veces las condiciones ambientales, raza, alimentación pueden incidir en esta propiedad de la leche de forma favorable o no. Por su parte Álvarez *et al.* (2014), establecen que el porcentaje de acidez y pH de la leche de vaca se ve influenciada directamente por la época de sequía o lluvias durante el año. Los resultados en cuanto a porcentaje de ácido láctico de la leche en general fueron aceptables por lo antes mencionado y debido a que no se registraron valores exageradamente desviados por los establecidos en el decreto 616 de 2006.

#### **4.1.4 Sólidos No Grasos**

El porcentaje de sólidos no grasos obtenido estuvo entre 8.80 % y 9.30%. El decreto 616 de 2006 reporta 8.30% como valor mínimo, lo que sugiere que los resultados de este estudio para este ítem se encuentran dentro lo que establece la ley colombiana. Meza *et al.* (2012), en su estudio concuerdan con los valores obtenidos en esta investigación, encontrando un rango para el porcentaje de sólidos no grasos entre 8.7% y 9.9 %. Por otro lado Calderón *et al.* (2007), reportan un contenido de sólidos no grasos de 8.38% que cumplen también con establecido en el decreto 616, Álvarez *et al.* (2014), por su parte reportaron valores de 8.5% y 8.7%. Al comparar los valores obtenidos en el estudio están todos dentro de estos rangos reportados por los autores mencionados.

#### **4.1.5 Densidad**

Los valores obtenidos para la densidad se encuentran entre 1.030 g/cm<sup>3</sup> y 1.031 g/cm<sup>3</sup>. El decreto 616 de 2006 establece como criterio a cumplir valores para la densidad entre 1.030 g/cm<sup>3</sup> y 1.033 g/cm<sup>3</sup>, Calderón *et al.* (2006) reportaron parámetros de densidad en distintas zonas de Colombia en promedio 1.0316 g/mL, el mismo autor en el 2007 en el municipio de Montería Córdoba encuentra valores para la densidad de 1.030 g/mL en promedio para cuatro procesadoras de queso, este mismo valor fue hallado por Molina (2012). Hernández y Ponce en 2005 determinaron valores de densidad de leche de vaca en un rango de 1.0295 ± 0.0002 a 1.030 ± 0.0001 g/mL. Álvarez *et al.* (2014) por otra parte reportaron valores de 1.029 g/mL. Al comparar los resultados obtenidos se nota que estos están por encima de los

reportados por el ultimo autor, sin embargo se encuentran en el rango que establecen Calderón *et al.* (2006), Calderón (2007) y Hernández y Ponce en 2005, de igual forma estos se asemejan a los resultados obtenidos por Molina en 2012 y también se encuentran dentro lo establecido legalmente en Colombia por el decreto 616 de 2006.

Según Calderón *et al.* 2006, el criterio de la densidad como parámetro de calidad es de gran importancia, ya que en este se refleja fácilmente la adulteración de la leche o un déficit de algunos constituyentes, por tal razón la presencia de valores extremos muy bajos, puede deberse a la adición de agua y de valores muy altos, a la falta de proteína y energía.

#### 4.2 VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS EN LA MATERIA PRIMA

Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de los quesos utilizados como materia prima se muestran en el anexo J. En la Tabla 9 se presenta el valor promedio de las características fisicoquímicas de la materia prima utilizada.

**Tabla 9.** Valores de las características fisicoquímicas de los quesos costeños.

Tipo de queso	Grasa (%)	Sólidos Totales (%)	Acidez (%)	pH
Fresco	25,37 <sup>a*</sup>	51,28 <sup>a</sup>	0,62 <sup>c</sup>	6,24 <sup>c</sup>
Queso 15 días	25,30 <sup>a</sup>	52,92 <sup>a</sup>	0,81 <sup>b</sup>	5,83 <sup>b</sup>
Queso 30 días	21,03 <sup>b</sup>	53,02 <sup>b</sup>	1,25 <sup>a</sup>	5,67 <sup>a</sup>

\* Medidas con letras iguales no difieren según la prueba de Tuckey al 5% de significancia.

#### 4.2.1 Grasa

Según el análisis estadístico existen diferencias significativas en el contenido de grasa de los quesos utilizados como materia prima para la elaboración del queso fundido, siendo el queso fresco y el de 15 días iguales estadísticamente, sin embargo si se hace una relación con la grasa de la leche utilizada para elaborar estos quesos, debería observarse resultados estadísticamente diferentes, lo que conlleva a pensar que el almacenamiento influye directamente en la composición final del queso de 15 días; de esta misma forma lo plantea Zamora *et al.* (2014), quienes en su trabajo fabricaron queso fresco y evaluaron sus propiedades fisicoquímicas durante el almacenamiento obteniendo un aumento del contenido de grasa durante el transcurso del mismo, esto debido a la disminución del contenido de humedad por causa de la liberación del lactosuero; de igual forma Verruck *et al.* (2015) llegaron a la misma conclusión en un estudio para queso Minas Frescal. Por otro lado, el queso almacenado de 30 días difiere de estos dos en cuanto a este resultado con un nivel de significancia del 5%. Cabe resaltar que este queso también mostró un incremento con respecto al contenido de grasa al relacionarlo con el obtenido en la leche utilizada para su elaboración, sin embargo el hecho de tener un periodo de almacenamiento mayor, no fue suficiente para sobrepasar el contenido lipídico de los otros dos quesos, al estar limitado por el bajo nivel de grasa en la leche utilizada para su elaboración. Los valores de la grasa en los 3 quesos varían entre 21.03% y 25.37%, Chávez y Romero (2006) obtuvieron rangos de 19%-26%, resultados similares encontró Ballesta (2014) con porcentaje de grasa entre  $21.33\% \pm 0.87$  y  $23.15\% \pm 1.06$ , por su parte Morales *et al.* (2012) y López *et al.* (2012) quienes reportaron valores del 25.5% y 31% de grasa

respectivamente, para este tipo de queso. Comparando los resultados obtenidos se observa que coinciden con los autores mencionados excepto con lo que expresan Morales *et al.* (2012) y López *et al.* (2012).

Esto puede atribuirse a que la materia grasa no participa en la formación del coagulo; se encuentra atrapada de forma inerte. Cuando el porcentaje de materia grasa y su grado de dispersión aumenta, una pequeña fracción de la materia grasa es extraída con el lactosuero; estas pérdidas aumentan en función de la riqueza de la leche en materia grasa y con la intensidad de trabajo mecánico antes y después de la coagulación (Weber 1990) citado por Puente y Soto (2007). Otro factor que influye es el tamaño de los glóbulos de grasa; los que más se retienen son los de tamaño medio seguido de los de diámetro reducido, y los de menor rendimiento quesero son los glóbulos de mayor tamaño. Esto es debido a que los glóbulos de mayor tamaño flotan a la superficie, no incorporándose a la cuajada y pasan al suero, y los muy pequeños no son atrapados en la red tridimensional de la cuajada y salen fácilmente al suero (Jaramillo 1999).

#### **4.2.2 Sólidos Totales**

Los valores de sólidos totales variaron entre 51.28% y 53.02%, el mayor contenido de sólidos totales lo presentó el queso que fue almacenado en refrigeración por 30 días. El análisis estadístico indicó que hubo diferencia significativa entre los valores promedios de los sólidos totales obtenido en los quesos, siendo los quesos almacenado por 15 días y queso fresco iguales estadísticamente. Los valores obtenidos se encuentran por encima al reportado por Ballesta (2014) con un porcentaje de 49.66%, Morales *et al.* (2012) encontraron un porcentaje de sólidos

totales en promedio de 54.81%, mientras que López *et al.* (2012) reportaron un dato de 59% para sólidos totales, investigaciones todas realizadas en queso costeño picado.

Al comparar los resultados con los dos últimos autores se nota que los obtenidos en esta investigación están por debajo de dichos datos, posiblemente se ve influenciado esta variable por la acidez ya que a mayor acidez mayor contracción de la cuajada, por lo tanto una mayor expulsión de lactosuero de la misma, Sáez y Velásquez (2008) en su estudio sobre la elaboración y caracterización del queso doble crema a partir de leche de búfala, reportan problemas similares, y concuerdan en que la acidez influye significativamente en la cantidad de lactosuero expulsado durante la elaboración de queso.

#### **4.2.3 Acidez y pH**

Para la variable pH el análisis estadístico mostró que existen diferencias significativas entre todos los tratamientos. En los datos obtenidos se encontró un pH que varió entre 5.67 y 6.24. La diferencia en el pH, pudo presentarse debido a cambios provocados por la flora natural fermentativa presente en los quesos, que por permanecer por tiempos diferentes en almacenamiento, sufrió cambios tanto en el pH como en la acidez, así como en el color y olor. Ballesta (2014), reportó valores entre 6,50 y 6,78 en una investigación sobre la evaluación de la calidad del queso costeño elaborado con diferentes tipos de cuajo, encontrándose por encima de los valores obtenidos. Morales *et al.* (2012) y López *et al.* (2012) obtuvieron un pH de 5,4 en queso costeño, valores que están por debajo de los obtenidos en este estudio.

La acidez obtenida varió entre 0.62% y 1.25% AL., según el análisis estadístico se

observa que hay diferencia significativa entre los valores promedios obtenidos en todos los quesos. Los valores obtenidos se encuentran por encima al reportado por Ballesta (2014) con porcentajes entre 0.08 y 0.23% AL, Chávez y Romero (2006) obtuvieron valores de 0.369% - 1.14% de acidez en queso costeño comercializado en el municipio de Sincé, Sucre Colombia. Comparando los resultados obtenidos están dentro de lo encontrado por Chávez y Romero (2006).

Se puede decir que a medida que aumentó el tiempo de almacenamiento, el pH de los quesos disminuyó mientras la acidez aumentaba; a este resultado también llegaron McMahon *et al.* (2014), quienes realizaron un estudio en el que encontraron valores de acidez del Queso Cheddar de 1.43% AL a 1.5% AL durante un periodo de 9 días de almacenamiento debido a la continua acción de la flora bacteriana presente en el queso causando una disminución en el pH de 5.4 a 5.20.

#### 4.3 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DEL QUESO FUNDIDO

Los resultados del análisis fisicoquímico del queso fundido se muestran en el anexo K. En la Tabla 10 se presenta el valor promedio de las características fisicoquímicas del queso fundido en los diferentes tratamientos.

**Tabla 10.** Valores de las características fisicoquímicas del queso fundido.

Tto	pH	Acidez (% AL)	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Sal (%)	Ceniza (%)
1	5,93 <sup>b*</sup>	0,58 <sup>c</sup>	42,00 <sup>c</sup>	15,16 <sup>b</sup>	39,00 <sup>a</sup>	1,66 <sup>b</sup>	3,06 <sup>a</sup>
2	5,95 <sup>a</sup>	0,56 <sup>c</sup>	44,00 <sup>c</sup>	16,98 <sup>a</sup>	38,87 <sup>a</sup>	1,37 <sup>c</sup>	1,03 <sup>c</sup>
3	5,78 <sup>d</sup>	0,65 <sup>a</sup>	54,33 <sup>a</sup>	13,86 <sup>c</sup>	35,05 <sup>b</sup>	1,75 <sup>a</sup>	2,74 <sup>b</sup>
4	5,89 <sup>c</sup>	0,61 <sup>b</sup>	46,66 <sup>b</sup>	14,96 <sup>b</sup>	37,35 <sup>a</sup>	1,38 <sup>c</sup>	2,72 <sup>b</sup>

\* Medidas con letras iguales no difieren según la prueba de Tuckey al 5% de significancia.



Los quesos obtenidos en los cuatros tratamientos, se clasifican según la Legislación Colombiana NTC 4225 como quesos ricos en grasa. El contenido de grasa en extracto seco para el tratamiento 1, es de 67.24%, para el tratamiento 2, de 69.41%, tratamiento 3, de 76.74% y para el tratamiento 4, de 70.02%, como se observa, todos superan el límite mínimo según el contenido de extracto seco para esta clasificación que es de 44%.

#### **4.3.1 pH y acidez.**

El análisis estadístico de la variable pH muestra que existen diferencias significativas entre tratamientos, siendo diferentes entre todos. El queso fundido analizado se encontró con un pH que varió entre 5.78 y 5.95. Esta diferencia pudo deberse a que el nivel de proteína en cada tratamiento fue diferente y tuvo una influencia en los valores finales del pH, como lo reportaron Sayed *et al.* (2014) en queso fundido unttable a partir de caseína de cuajo. Los valores obtenidos están por encima de los reportados por Sayed *et al.* (2014) con valores entre 5.4.-5.7 en queso fundido para untar a partir de caseína de cuajo, y por Erazo (2012) en queso fundido unttable tipo Cheddar con un valor que oscila entre 5.74 y 5.76, Hladka *et al.* (2011), en una investigación reportó un valor promedio de 5.69 para queso fundido cortable tipo Edam, y Dimitreli *et al.* (2008) de 5.9 en queso unttable tipo Gouda. Comparando los resultados con los obtenidos por diferentes autores se nota que el rango inferior de esta investigación para los promedios de pH, que pertenecen al tratamiento 3, es muy parecido a los reportados por Sayed *et al.* (2014), Erazo (2012) y Hladka *et al.* (2011), mientras que el valor máximo obtenido de los promedios de pH que pertenece

al tratamiento 2 concuerda con los resultados de la investigación de Dimitreli *et al.* (2008).

Weiserová *et al.* (2011), Sádliková *et al.* (2010), y Marchesseau *et al.* (1997), concuerdan que para un queso procesado untable el pH óptimo oscila entre 5.6 a 6.0, citado de Bunka *et al.* (2012). Por su parte Sayed *et al.* (2014) establece que el pH final de queso procesado es un factor importante que controla la estructura final y por lo tanto las propiedades funcionales finales del queso procesado. En nuestro estudio, el rango de pH de las muestras se encontraba en el establecido, como de buena calidad en queso procesado, según lo mencionado por los autores anteriormente.

La acidez obtenida varió entre 0.56% y 0.65% AL., de acuerdo al análisis estadístico, existen diferencia significativa entre los valores promedios obtenidos, siendo los tratamientos 1 y 2 iguales estadísticamente, y los tratamientos 3 y 4 diferentes entre todos. Erazo (2012) establece que la operación de fusión no es igualmente fácil con todos los quesos, las condiciones de acidez y el grado de maduración son determinantes; considerando que la acidez de la mezcla ha de estar comprendida entre pH 5.7 y pH 5.9 a fin de que la relación pueda realizarse. Por tal motivo los valores de pH de los 4 tratamientos obtenidos al relacionarlos con lo descrito por Erazo, con respecto a la acidez, se encuentran muy bien ubicados dentro de éste intervalo. Por lo anterior se anticipa que se puede obtener un queso fundido para untar a partir de queso costeño, con características de pH y acidez parecidas a las de otros tipos de queso de este mismo tipo.

### **4.3.2 Humedad.**

Los valores de humedad variaron entre 42% y 54.33%, el mayor contenido de humedad lo presentó el tratamiento 3 con un 54.33%. El análisis estadístico indicó que hubo diferencia significativa entre los resultados promedios de humedad obtenidos en los tratamientos, siendo los tratamientos 1 y 2 iguales estadísticamente, mientras que los tratamientos 3 y 4 fueron totalmente diferentes entre todos los tratamientos. Estas diferencias se pudieron haber dado debido a que no hubo un control estricto de temperatura en el proceso de fundición, lo cual pudo haber llevado con sí la evaporación de masas de agua.

Giri *et al.* (2013), encontraron valores para el porcentaje de humedad de 56% y 58%, en queso untable tipo Cheddar con fitosteroles, por su parte Erazo (2012), establece en su estudio un promedio del porcentaje de humedad de 55.56% para este mismo tipo de queso, Sayed *et al.* (2014) por su parte reportó valores de porcentaje de humedad entre 52 - 56%, en queso untable de caseína de cuajo, comparando los datos de la investigación con los autores mencionados se puede notar que los datos reportados por este estudio están por debajo de lo que las investigaciones de Giri *et al.* (2013), Erazo (2012) y Sayed *et al.* (2014); mientras que Dimitreli *et al.* (2008), en un estudio más amplio sobre el efecto de la composición química sobre las propiedades viscoelásticas lineales de un de tipo queso fundido para untar, reportaron porcentajes de humedad entre 42% hasta 61.8%, en este intervalo se acomoda perfectamente los datos para porcentaje de humedad que se obtuvieron para los cuatro tratamientos de los quesos fundidos para untar a partir de queso costeño.

La humedad del queso fundido permite caracterizarlo entre un queso fundido unttable y tajable, Dimitreli *et al.* (2008) dicen que el efecto del pH y del contenido de humedad son las propiedades que más influyen dentro de todas las características esperadas en un queso de este tipo.

Por otra parte la norma colombiana NTC 4225 establece un mínimo de 44% del extracto seco para quesos ricos en grasa, es decir se espera un máximo de porcentaje de humedad del 56%, por tal razón se puede decir que los 4 tratamientos evaluados cumplieron lo establecido legalmente para este ítem, dando pie a inferir, que si es posible la elaboración de un queso fundido para untar a partir de queso costeño, porque se cumple con criterios básicos como lo son el pH y el porcentaje de humedad.

#### **4.3.3 Proteína**

El análisis estadístico muestra que si hay diferencias significativas entre los valores promedios de proteína obtenidos en los tratamientos, siendo los tratamientos 1 y 4 iguales estadísticamente, mientras que los tratamientos 2 y 3 diferentes entre todos los tratamientos evaluados. Los valores obtenidos de proteína variaron de 13.86% a 16.98%. La cantidad de proteína de los quesos fundidos, no se reportan en el marco legal colombiano, por tal razón, solo se podría comparar con estudios similares de diferentes autores. Hladka *et al.* (2011), reportaron en su investigación con queso cortable tipo Edam valores para el porcentaje de proteína entre 14.63% y 16.36%, valores que se encuentran muy cercanos a los del presente estudio, Dimitreli *et al.* (2008), reportaron un rango entre 14.2% hasta 17.2% en queso fundido unttable tipo Gouda, Giri *et al.* (2013), encontraron valores para el porcentaje de proteína de 16.7%

y 17.4% en queso untable Cheddar con fitosteroles, comparando lo establecido por todos los autores mencionados se dice que los resultados para el porcentaje de proteína encontrados en el queso fundido para untar a partir de queso costeño, se asemejan a los reportados por Hladka *et al.* (2011), Dimitreli *et al.* (2008) y Giri *et al.* (2013).

#### **4.3.4 Grasa**

Según el análisis estadístico existen diferencias significativas en el contenido de grasa de los tratamientos, siendo los tratamientos 1, 2 y 4 iguales estadísticamente, y el tratamiento 3 diferente. Los valores de la grasa en los tratamientos varían entre 35.05% y 39%, estos valores están muy por encima de lo que Dimitreli *et al.* (2008) encontraron (29.3%), Sayed *et al.* (2014) reportaron un contenido de grasa del 30% para un queso fundido para untar, Kapoor y Metzger (2008), establecen un contenido de materia grasa mínimo del 20%, para quesos procesados para untar, según esto los datos de grasa de esta investigación concuerdan con lo que estos autores plantean, Piska y Stetina (2004), determinaron valores para contenido de grasa entre 34% y 37%. El queso fundido contiene normalmente un 30 ó 45% de grasa, aunque también se elaboran variedades de quesos fundidos con mayor o menor contenido en grasa que los citados (Erazo 2012), este mismo autor en su investigación reportó un contenido de grasa del 28%.

Al comparar los resultados obtenidos en el queso fundido para untar a partir de queso costeño se observó que estos, coincidían o cumplían con los rangos específicos mencionados en los reportes de Piska, y Stetina (2004), Kapoor y Metzger (2008) y

Erazo (2012); siendo esto otra característica que sugiere que es posible la obtención de un queso fundido para untar a partir de queso costeño.

#### **4.3.5 Sal**

El análisis estadístico realizado señala que existieron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo los tratamientos 1 y 4 iguales estadísticamente, y 2 y 3 diferentes entre los demás tratamientos. Los valores de sal varían entre 1.37% y 1.75%, Giri *et al.* (2013), en su investigación sobre el efecto de los fitosteroles en las características texturales y de fusión de queso fundido para untar, reportaron valores para el contenido de sal de 1.9% y 2%, siendo los tratamientos 1 y 3 con 1.66% y 1.75% los que se encuentran en el rango mencionado por este autor. Los niveles bajos de sal encontrados en la investigación se deben a que no hubo adición de sal en el proceso de fundido, solo se trabajó con la sal de los quesos utilizados como materia prima (salados al 2.5%) y también cabe resaltar que hubo un proceso de adición de agua, lo cual influyó en la disminución del contenido de sal en el producto final.

La FDA en el informe sobre los alimentos del año 2012, establece que contenidos elevados de sal en alimentos atraen el agua y una dieta alta en sales dirige el agua hacia el torrente sanguíneo, lo que aumenta el volumen de la sangre y, con el tiempo, puede aumentar supresión arterial. La presión arterial alta (también conocida como hipertensión) obliga al corazón a trabajar más y puede dañar los vasos sanguíneos y los órganos, lo cual aumenta su riesgo de padecer enfermedades del corazón, enfermedades renales y derrames cerebrales, por tal motivo los valores de contenido de sal menores al 5% en alimentos en general, se encuentran dentro de lo aceptable por este ente.

La concentración de la sal y los diferentes procesos para su aplicación pueden variar de acuerdo con la región de fabricación y el tipo de queso preparado. Usualmente la sal es adicionada para controlar el crecimiento de las bacterias ácido-lácticas y para prevenir el crecimiento de microorganismos no deseados. Adicionalmente la sal presenta una función secundaria en el proceso, la cual es el aportar un sabor adicional al queso, que de otra forma presentaría un sabor demasiado suave. La sal afecta las propiedades funcionales del queso en varias formas: altos niveles de sal generan cambios en el contenido de aceite libre, humedad y viscosidad aparente del queso (Albarracín 2009).

Con relación a los resultados obtenidos, vemos que el porcentaje mayor de sal para el queso fundido a partir de queso costeño 1.75% cercano a lo establecido por Giri *et al.* (2013), y por debajo del 5% que establece la FDA como confiable, es necesario decir que el porcentaje de sal adicionada fue para mejorar el sabor del queso y no como una opción de conservación de este, por tal razón se planteó la adición de sal en bajas concentraciones.

#### **4.3.6 Cenizas**

Los datos encontrados arrojan que el contenido de ceniza varía entre 1.03% y 3.06%. El análisis estadístico muestra que existen diferencias significativas entre tratamientos siendo los tratamientos 3 y 4 iguales entre sí, y 1 y 2 totalmente diferentes entre los tratamientos con una significancia del 5%.

Bunka *et al.* (2007), en su estudio “Efecto del tiempo de hidrólisis ácida en la determinación de aminoácidos en la caseína y quesos procesados con diferentes

contenidos de grasa”, determinaron un rango de contenido de cenizas entre 3.5% y 5.38%, valores superiores a los obtenidos en el queso fundido para untar a partir de queso costeño, por su parte Giri *et al.* (2013), encontraron valores entre 3.3% y 3.4%, Hladka *et al.* (2011), reportaron valores de 2.3% y 5.1%, en este rango encajan la mayoría de los resultados de cenizas del queso fundido para untar a partir de queso costeño, excepto el tratamiento 2 con 1.03%.

Es importante encontrar resultados de cenizas altos en esta investigación ya que desde el punto de vista de la calidad del producto, esto representaría una cantidad de minerales interesantes, los cuales reflejan un producto con características adecuadas para suplir ciertos minerales que pueden estar presentes en el queso fundido para untar a partir de queso costeño.

Con relación a todos los resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica, se puede decir que sí es posible obtener un queso fundido para untar a partir de queso costeño, con un gran cumplimiento de las características fisicoquímicas que por lo general presentan quesos fundidos para untar a partir de otras mezclas de quesos, además cumpliendo con las especificaciones legales colombianas e internacionales de la FDA.

#### **4.4 CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL QUESO FUNDIDO**

Los resultados obtenidos del análisis microbiología del queso fundido se encuentran registrados en el anexo L. En la Tabla 11 se muestran los valores promedios de los recuentos microbiológicos del queso fundido en los diferentes tratamientos.



**Tabla 11.** Resultados del análisis microbiológico del queso fundido.

<b>Tratamiento</b>	<b>Coliformes Totales y Fecales (NMP/g)</b>	<b>Mohos y Levaduras (UFC /g)</b>	<b>Mesófilos Aerobios (UFC/g)</b>
1	<3 <sup>a*</sup>	13 <sup>c</sup>	123 <sup>c</sup>
2	<3 <sup>a</sup>	22 <sup>b</sup>	155 <sup>b</sup>
3	<3 <sup>a</sup>	35 <sup>a</sup>	305 <sup>a</sup>
4	<3 <sup>a</sup>	35 <sup>a</sup>	305 <sup>a</sup>

\* Medidas con letras iguales no difieren según la prueba de Tuckey al 5% de significancia.

#### **4.4.1 Análisis de Coliformes Totales y Fecales**

Las muestras analizadas fueron estadísticamente iguales y no presentaron coliformes totales y fecales lo cual indica que no hubo contaminación por manipulación durante el proceso, ya que se conservaron las condiciones de sanidad en todas las etapas.

#### **4.4.2 Recuento de Mohos y Levaduras**

El análisis estadístico de la variable mohos y levadura de los cuatro tratamientos estudiados nos dice que los tratamientos 3 y 4 son estadísticamente iguales y los tratamientos 1 y 2 son diferentes entre todos los tratamientos, los mayores recuentos los presentaron los tratamientos 2, 3 y 4, posiblemente la causa de la diferencia entre los tratamientos fueron algunas características intrínsecas del producto como por ejemplo la humedad, además las condiciones de almacenamiento del producto también pudo ocasionar una contaminación cruzada, ya que los refrigeradores donde se almacenó el producto terminado tenían otros quesos con un tiempo mayor de almacenamiento, la incubadora que se utilizaron en la investigación, fueron compartidas con otras muestras evaluadas en los experimentos del laboratorio de Microbiología de Alimentos. Pero también es válido decir que todos los tratamientos

están dentro de las condiciones aceptadas por la NTC 4225 (<200 mohos y levaduras /g) para quesos fundidos, lo que indica que las condiciones ambientales en las que se elaboraron y conservaron los quesos eran adecuadas.

#### **4.4.3 Recuento de Mesófilos Aerobios**

Los tratamientos evaluados presentaron diferencias estadísticamente significativas, siendo los tratamientos 3 y 4 iguales estadísticamente, mientras que los tratamientos 1 y 2 son diferentes. La legislación colombiana establece que según esto, todos los tratamientos se encuentran dentro de este marco legal (<50.000 Mesófilos Aerobios/g). Los utensilios, equipos y zona de elaboración de los quesos se encontraban en buena calidad higiénica, más sin embargo, el recuento de Mesófilos es diferente entre tratamiento, indicando una posible contaminación de las muestras al momento de incubar, ya que compartían el mismo espacio con otras muestras de origen diferente. Es importante resaltar que una de las razones por las cuales no se presentó crecimiento exagerado de aerobios Mesófilos en el producto fue la temperatura del proceso de fundido la cual se encargó de exterminar las posibles bacterias en la materia prima.

En general se obtuvo un queso fundido de excelentes condiciones higiénicas, y con un proceso de elaboración que cumple con las buenas prácticas de manufacturas, siendo este producto apto para el consumo humano.

#### 4.5 ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO FUNDIDO

Los resultados del análisis sensorial están registrados en el anexo M. La Tabla 12 muestra el valor promedio del nivel de preferencia de los diferentes tratamientos para la elaboración del queso fundido.

**Tabla 12.** Resultados del análisis sensorial del queso fundido

Tratamiento	Valor de preferencia
1	5,36 <sup>a*</sup>
2	4,81 <sup>b</sup>
3	4,80 <sup>b</sup>
4	5,29 <sup>a</sup>

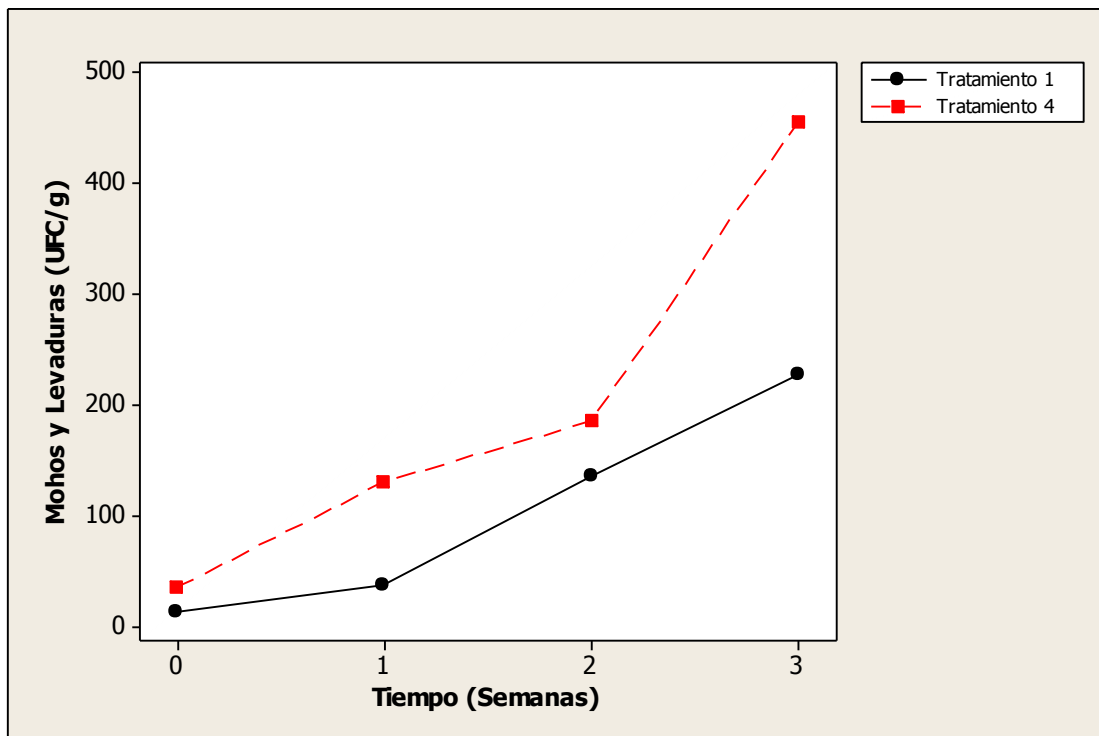
\* Medidas con letras iguales no difieren según la prueba de Tuckey al 5% de significancia

Se realizó el análisis sensorial del queso fundido, que permitió establecer los dos mejores tratamientos, de acuerdo a una prueba de aceptación, de este experimento se logró establecer que los tratamientos 1 y 4 (40% de queso almacenado 15 días - 60% queso fresco y 50% de queso almacenado 30 días - 50% queso fresco, respectivamente), no presentaron diferencia significativa a un nivel del 5%, siendo estos dos lo más aceptados por los panelistas.

#### 4.6 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL QUESO FUNDIDO

Los resultados de los análisis microbiológicos del queso fundido en el tiempo se muestran en el anexo N.

##### 4.6.1 Recuento de Mohos y Levaduras en el tiempo.



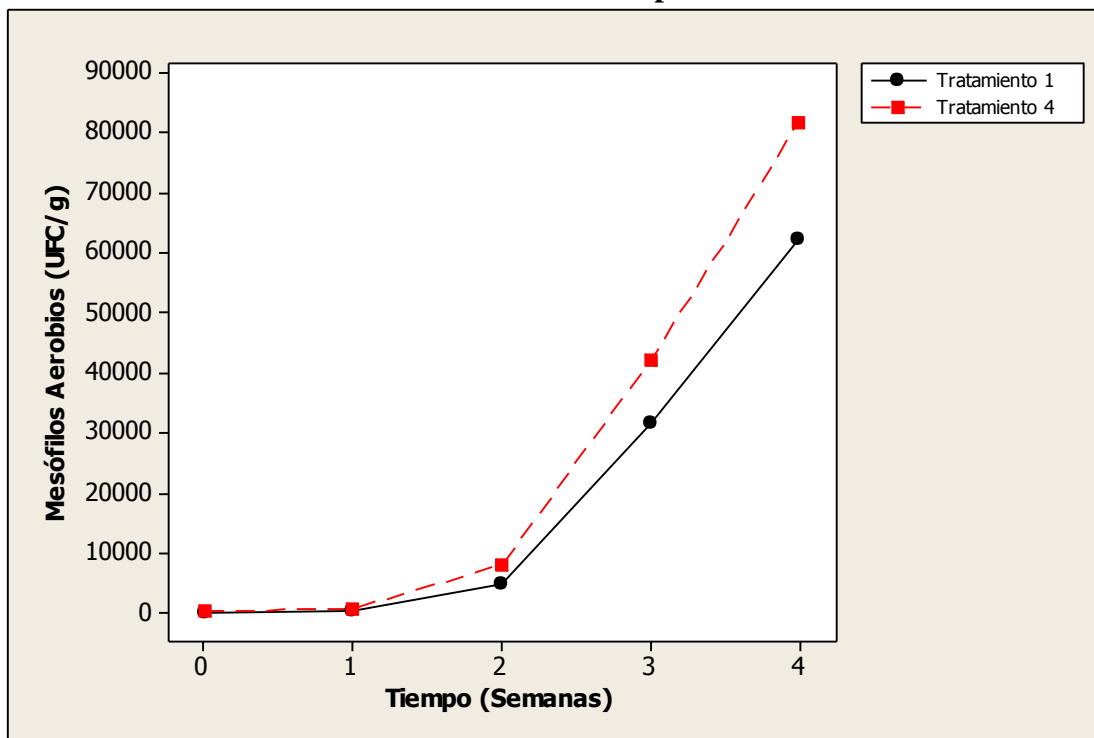
**Figura 5.** Evaluación de Mohos y Levaduras en el tiempo (T1y T4).

En la figura 5, se observa, el comportamiento de Mohos y Levaduras durante un periodo de 3 semanas para los tratamientos 1 y 4. En el tratamiento 1, se evidenció que el crecimiento de Mohos y Levaduras logró permanecer dentro de los valores máximos permisibles para identificar nivel de buena calidad (<100 mohos y levaduras /g) por 1 semana, de acuerdo a lo que exige la norma NTC 4225 para

quesos fundidos; en la segunda semana el tratamiento 1 permanece con valores de crecimiento inferiores al índice máximo permisible para identificar el producto dentro del nivel aceptable de calidad (<200 mohos y levadura /g). Para el tratamiento 4, se determinó, que durante el recuento inicial (tiempo 0), y el transcurso de la primera semana (semana 1) hubo un crecimiento mayor, con relación al que presentó el tratamiento 1, con valores que se mantienen por debajo del índice máximo permisible para identificar el producto con un nivel aceptable de calidad, según la NTC 4225, manteniéndose en esta clasificación por 2 semanas (semana 1 y semana 2).

En el transcurso de la semana 3, los tratamientos 1 y 4 superan el índice máximo permisible (<200 mohos y levadura /g), y dejan de cumplir con el marco legal, presentándose una excesiva proliferación de mohos y levaduras durante esta semana, por lo cual se puede decir que el producto se mantiene estable por dos semanas a partir de su elaboración (14 días).

#### 4.6.2 Recuento de Mesófilos Aerobios en el tiempo.



**Figura 6.** Evaluación de Mesófilos Aerobios en el tiempo (T1Y T4).

En la figura 6, se observa el comportamiento de Mesófilos Aerobios durante un periodo de 4 semanas para los tratamientos 1 y 4, los cuales presentan un crecimiento progresivo. Según el índice máximo permisible por la NTC 4225, se puede identificar al queso fundido como un producto con un nivel de buena calidad (<30000 Mesófilos Aerobios/g), durante las dos primeras. A partir de la tercera semana, en los tratamientos 1 y 4 se evidencia un crecimiento que supera el índice máximo aceptable para un producto con un nivel de buena calidad dentro del ámbito legal (<30000 Mesófilos Aerobios/g), pero con valores inferiores al índice máximo permisible para identificar al queso fundido (T1 y T4) como un producto de nivel aceptable de calidad, según la NTC 4225 (<50000 Mesófilos Aerobios/g). En el transcurso de la semana 4, los quesos dejan de ser un producto con un nivel aceptable

de calidad debido a su notable incremento en el recuento de Mesófilos Aerobios sobrepasando así el límite máximo permisible de calidad establecido legalmente (<50000 Mesófilos aerobios/g).

En las figuras 5 y 6, se identifica en ambas una estabilidad en cuanto al recuento de Mohos y Levaduras que cumplieron con la norma hasta dos semanas de evaluación y los valores de Mesófilos aerobios que permanecen durante 3 semanas, cabe resaltar que los recuentos del tratamiento 1 con respecto a los del tratamiento 4 para Mohos y Levaduras y para Mesófilos Aerobios fueron más bajos, es decir, presentó mejores recuentos el tratamiento 1, esto pudo acontecer por las propiedades intrínsecas de los tratamientos, como por ejemplo la humedad, el contenido de sal, que de alguna u otra forma generan gran influencia en el crecimiento de algunos microorganismos; en general, la vida útil de los dos tratamientos arrojan un dato que es importante para la investigación, y es que siendo un producto sin conservantes artificiales añadidos a la formulación, alcanzó un periodo de dos semanas dentro de lo que especifica el marco legal como un producto aun aceptable. Siendo el criterio que definió la vida útil el crecimiento de mohos y levaduras, porque el recuento de Mesófilos aerobios se vio estable en el transcurso del proceso por una semana más.

La contaminación fúngica de un alimento tiene mucha importancia, no tan sólo por su acción deteriorante, que pudre y malogra materias primas y productos manufacturados, sino también por la capacidad de algunos hongos para sintetizar gran variedad de micotóxicas, para provocar infecciones y, incluso, para provocar reacciones alérgicas en personas hipersensibles a los antígenos fúngicos. De igual

forma Charm (2007) cree que por estos motivos, para conocer la calidad microbiológica de un producto, es pertinente realizar un recuento de hongos y levaduras. Además establece también como criterio importante que los microorganismos aerobios Mesófilos son fundamentales, ya que con este análisis se refleja la calidad sanitaria e higiénica de la elaboración del alimento.

Según el Codex Alimentarius (1998) los alimentos semiperecederos son aquellos que han sido conservados o procesados por diferentes procedimientos que les permiten una duración más prolongada en condiciones adecuadas. Como por ejemplo, la congelación, la deshidratación, la salazón el ahumado, el enlatado o la uperización. De esta forma se puede decir con gran certeza que por las características del producto se considera como alimento semiperecedero, siendo considerablemente estable, microbiológicamente y sensorialmente el queso fundido para untar a partir de queso costeño.

Al comparar los resultados con otros autores, encontramos que Sáez y Velásquez (2008), en la elaboración y caracterización del queso doble crema a partir de leche de búfala, establece un periodo de vida útil para este producto de 3 semanas, en cuanto a los recuentos microbiológicos, mientras que Restrepo y Montoya (2010), en estudio similar reportan valores de 4 semanas de vida útil.

Hay que resaltar que el empaque donde se envasó el producto no estaba al vacío, lo que pudo generar que el producto no durara aún más tiempo. En concordancia Restrepo y Montoya (2010) establecen que este período depende de muchas variables



en donde se incluyen tanto el producto como las condiciones ambientales y el empaque.

## 5. CONCLUSIONES

Si es posible elaborar queso fundido para untar, a partir de queso costeño con diferentes periodos de almacenamiento y diferentes porcentajes de quesos en la mezcla.

Las características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas obtenidas en el queso fundido para untar a partir de queso costeño cumplen con los parámetros establecidos por la NTC 4225, permitiendo elaborar un producto de buena calidad.

Los quesos fundidos untables elaborados a partir de queso costeño presentaron valores semejantes en cuanto a humedad, proteína, acidez y pH respecto a otros quesos fundidos, pero se registraron valores superiores de grasa y valores inferiores en el porcentaje de sal.

De los quesos fundidos elaborados a partir de queso costeño, el tratamiento 1 (40% queso de 15 días y 60 % de queso fresco) fue el más aceptado por el panel sensorial, siendo este tratamiento uno de los que más tuvo semejanza con los valores de las propiedades fisicoquímicas de otros quesos fundidos.

Los quesos obtenidos presentan buenas condiciones microbiológicas lo que los hace aptos para consumo en caso de elaborarlos para su comercialización, teniendo en cuenta que se sigan todas las condiciones de sanidad.

El producto se mantiene estable hasta la segunda semana (14 días) de su elaboración, tiempo de vida útil establecido para productos semiperecederos.

## **6. RECOMENDACIONES**

Se necesitan realizar estudios donde se incluyan análisis de textura a los quesos fundidos ya que las medidas de estas propiedades son imprescindibles a la hora de obtener un queso de buena calidad.

Es indispensable el uso adecuado del tipo de sal fundente, por tanto es recomendable realizar un estudio inicial donde se escoja una mezcla de sales adecuada referente al tipo de queso a elaborar.

A la hora de realizar el proceso de fundido se recomienda un control adecuado de la temperatura de fundición, para evitar las pérdidas de humedad y obtener un producto más homogéneo.

Para garantizar un periodo de vida útil más prolongado para el queso fundido, se recomienda evaluar las características de diferentes tipos de empaques, que garanticen una barrera óptima de protección.

Con el fin de realizar estudios más profundos respecto a este tipo de quesos se recomienda hacer investigaciones más específicas donde se estudie un perfil sensorial de los quesos desarrollados en este trabajo.

Es recomendable utilizar estabilizantes tipo gomas, carrageninas, entre otros, para dar más estabilidad y cuerpo a los quesos fundidos.

## 7. REFERENCIAS

**Abd El-Salam, M., El-Shibiny, S., y Ahmed, N.S. 2005** Studies on processed cheese in Egypt: a review. *Egyptian Journal of Dairy Science* 33: 129–141.

**ABIQ. (2008)** Production Figures of Dairy Products, (CD), Sao Paulo, Brasil, p3.

**A-H Klandar, A. 2007.** Use of casein and milk protein concentrate in the production of spread-type processed cheese analogue. *Milchwissenschaft* 53(2): 686–690.

**Albarracín, W. 2009.** Salado y descongelado simultáneo en salmuera para la obtención de jamón curado de cerdo de raza ibérica. Tesis doctoral, Universidad Politécnica De Valencia, Valencia.

**Álvarez, G., Herrera, J., Bastida G., y Barreras, A.** Calidad de la leche cruda en unidades de producción familiar del sur de Ciudad de México. *Revista Archivos de Medicina Veterinaria*. 0301- 732X2012000300005. (En línea), 44(3), 5, Marzo 2014, <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2012000300005>. [revisado 01-26-2015].

**AOAC INTERNATIONAL 920.105.** Solidos no grasos en la leche. Método Refractométrico, 1 – 4, Rockville, Estados Unidos (1994).

**AOAC INTERNATIONAL 920.123.** Determinación de Nitrógeno en quesos. Método de Kjeldahl, 1 – 7, Washington D.C, Estados Unidos (2001).

**AOAC INTERNATIONAL 920.124.** Acidez en quesos. Método titulométrico, 1 – 4, Rockville, Estados Unidos (1996).

**AOAC INTERNATIONAL 925.23.** Determinación de solidos totales en leche por el método de estufa.1- 9, Rockville, Estados unidos (1995).

**AOAC INTERNATIONAL 935. 42.** Cenizas en quesos, 1 – 6, Gaithersburg, MD (1995).

**AOAC INTERNATIONAL 935.43.** Determinación de cloruros en quesos. 1 – 6, Gaithersburg, MD (1995).

**AOAC INTERNATIONAL 947.05.** Acidez en leche. Método titulométrico. 1 – 5, Rockville, Estados Unidos (1990).

**AOAC INTERNATIONAL 948.12.** Humedad en quesos. Método gravimétrico, 1 – 9, Washington D.C, Estados Unidos (2000).

**AOAC INTERNATIONAL 973.41.** pH del agua. 1 – 3, Rockville, Estados Unidos (1997).

**AOAC INTERNATIONAL 982.15.** Gravedad específica de la leche. Método lactodensimétrico. 1 – 6, Rockville, Estados Unidos (1994).

**Arla Foods Ingredients Group P/S. 2012.** Versatile quality processed cheese, (CD), Sønderhøj, Dinamarca, p5-9.

**Ballesta, I. 2014.** Evaluación de la calidad del queso costeño elaborado con diferentes tipos de cuajo (animal y microbiano) y la adición o no de cultivos lácticos (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* y *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*). Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia, Cartagena.

**Brickley, C., Auty, M. A., Piraino, P., y McSweeney, P. 2007.** The effect of natural Cheddar cheese ripening on the functional and textural properties of the processed cheese manufactured there from. *Journal of Food Science*, 72: 483-490.

**Briñez, B., Valbuena, E., Castro, G., Tovar, A., y Ruiz, J.** Algunos parámetros de composición y calidad en leche cruda de vacas doble propósito en el municipio Machiques de Perijá. Estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica Maracaibo*. 0798-2259. (en línea), 18(5), Octubre 2008, <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/26356>. [Revisado 01-29-2015].



**British Standard 696.** Gerber method for the determination of fat in milk and milk products. Methods, 1 – 12, Londres, Inglaterra (1989).

**Bunka, F., Doudová, L., Weiserová, E., Kuchar, D., Ponížil, P., Zcalová, D., Nagyová, G., Pachlová, V., y Michálek J. 2012.** The effect of ternary emulsifying salt composition and cheese maturity on the textural properties of processed cheese. *International Dairy Journal*, 29: 1-7.

**Bunka, F., Kriz, O., Velickova, A., Bunkova, L., y Kracmar, S. 2007.** Effect of acid hydrolysis time on amino acid determination in casein and processed cheeses with different fat content. *Journal of Food Composition and Analysis* 22 (15): 224–232.

**Calderon, A., García, F., y Martinez, G. 2006.** Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de colombia. *Revista MVZ*, 11(1): 725-737.

**Calderón, A., Rodríguez, V., y Vélez, S. 2007.** Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería, Colombia. *Revista MVZ*, 12(1): 912-920.

**Campabadall, C. 1999.** Factores que están afectando el contenido de sólidos de la leche. *Memorias. II Seminario internacional sobre calidad de la leche.* Colanta, Medellín, Noviembre 20 de 1999. p.91-111.

**Caric, M., y Kaláb, M. 1993.** Processed cheese products. In P. F. Fox (Ed.), Cheese: Chemistry, physics and microbiology (2nd ed.), UK: Chapman & Hall, Major cheese groups, Vol. 2, London, p467-505.

**Cervantes, F., Cesín, A., y Mamani, I. 2012.** La calidad estándar de la leche en el estado de Hidalgo, México. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 4(1):75-86.

**Chambre, M., y Daurelles, J. 2000.** Processed cheese. In A. Eck, & J. C. Gillis (Eds.), Cheesemaking: From science to quality assurance, UK: Lavoisier Publishing Inc, London, p641-657.

**Charm, S. 2007.** Food engineering applied to accommodate food regulations, quality and testing. Alimentos Ciencia e Ingeniería. 16 (1):5-8.

**Chávez, A., y Romero, A. 2006.** Diagnóstico de las condiciones microbiológicas y fisicoquímicas del queso costeño producido en el municipio de Sincé-Sucre, Colombia. Tesis Ingeniería en alimentos, Universidad de Sucre, Sucre.

**CODEX ALIMENTARIUS. 1998.** Sección II: definiciones, Directrices para el diseño de las medidas de control de los alimentos vendidos en las vías públicas de África. En: Requisitos generales (Higiene de los alimentos). Comisión conjunta FAO-OMS Suplemento. 1B. 1. Roma, Italia.

**CODEX STAN, 285. 1978.** Norma general para queso fundido o queso fundido para untar o extender de una variedad denominada, 1-4, Auckland, Nueva Zelanda.

**Corredig, M. 2009.** Dairy derived ingredients e Food and nutraceutical uses. UK: Woodhead Publishing, Cambridge, p95-102.

**Cuichán, M. 2012.** Optimización a nivel de laboratorio de la humedad del queso fundido en bloque empleando estabilizadores hidrocoloidales, en la empresa Lácteos ALPEN SWISS S.A- provincia de pichincha. Tesis Ingeniera en Biotecnología, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangoloquí.

**Decreto, 616. 2006.** Requisitos Que Debe Cumplir La Leche Para El Consumo Humano Que Se Obtenga, Procese, Envase, Transporte, Comercializa, Expenda, Importe O Exporte En El País. Ministerio de Protección Social. Bogotá, p13.

**Dimitreli, G., Apostolos S., y Thomareis. 2008.** Effect of chemical composition on the linear viscoelastic properties of spreadable-type processed cheese. Journal of Food Engineering 84: 368–374.

**Erazo, L. 2012.** Elaboración de queso fundido unttable tipo cheddar en industria lechera Carchi S.A. Tesis Ingeniería de Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Ambato.

**Fennema, O. 1993.** Química de los alimentos. Editorial Acribia, S.A., España, p237-239.

**Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). 1981.** Manual de elaboración de quesos. Equipo regional de Fomento y Capacitación en lechería para América Latina, Buenos Aires, p1-77.

**Food and Drug Administration. (FDA). 2006.** 21 CFR, Part 133.169 to 133.180. Food and Drug Administration. Washington, D.C.: Dept. of Health and Human Services.

**Food and Drug Administration. (FDA). 2012.** Informe sobre los alimentos. CFR. Washintong D.C. p1-4.

**Giri. A., Kanawjia, S., y Rajoria, A. 2013.** Effect of phytosterols on textural and melting characteristics of cheese spread. *Food Chemistry*, 157 (2014): 240–245.

**Guinee, T., Caric, M., y Kaláb, M. 2004.** Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese products. *Major cheese groups 2*. London. p349-394.

**Hernández, R., Ponce, P. 2005.** Efecto de tres tipos de dieta sobre la aparición de trastornos metabólicos y su relación con alteraciones en la composición de la leche en vacas Holstein Friesian. *Zootecnia Tropical*, 23(3): 295-310.

**Hladká, K., Randulová, Z., Tremlová, B., Ponížil, P., Mancík, P., Cerníková, M., y Bunka, F. 2011.** The effect of cheese maturity on selected properties of processed cheese without traditional emulsifying agents. *Food Science and Technology*. 55: 650-656.

**Hurtado, L.; Cerón, M.; Lopera, M.; Bernal, A. y Cifuentes, T. 2005.** Determinación de parámetros físico-químicos de leche Bufalina en un sistema de producción orgánica. <http://cipav.org.co/lrrd/lrrd17/1/hurt17001.htm>. [Accedido: 29-01-2014].

**ICTA. 1986.** Manual de elaboración de queso costeño amasado. Inventario y desarrollo de la tecnología de productos lácteos campesinos en Colombia. Universidad nacional de Colombia, Bogota, p35.

**International Dairy Federation (IDF) (1995)** The World Market of Cheese, Tercera edición, Bruselas, p21–50.

**International Dairy Federation (IDF) (2005)** The World Market for Cheese 1995-2004, sexta edición, Bruselas.

**Invima. 1998.** Manual de técnicas de análisis para control de calidad microbiológico de alimentos para consumo humano. Ministerio de salud. Santa Fe de Bogota, p124.

**ISO 3433.** Determinación de grasas en quesos. Método de Van Gulik, 1 – 7, Ottawa, Canadá (2008).

**Jaramillo, M.; Mejía, L. y Sepúlveda, J. 1999.** La leche y su control. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ingeniería Agrícola y Alimentos, Medellín, p175.

**Joha, G. 1993.** Processed cheese Manufacture, BK Ladenburg GmbH, Germany, p155.

**Kapoor, R., y Metzger, L. 2008.** Process Cheese: Scientific and technological aspects. Comprehensive reviews in Food science and Food safety 7(2):2-18.

**Keating, P., Rodríguez, H. 2006.** Introducción a la Lactología. Editorial Limusa, México, p260-266.

**Kenneth, H. 1990.** Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, p804-849.

**Kon, S. 1972.** La leche y los productos lácteos en la nutrición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma, p65.

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

**Maiers, S., Scheree, S., y Loessner, M. 1999.** Long-chain Polyphosphate Causes cell Lysis and Inhibits *Bacillus cereus* Septum Formation, Which is Dependent on Divalent Cations. [En línea]. Disponible en: <http://aem.asm.org/content/65/9/3942?related-urls=yes&legid=aem;65/9/3942> [30 Enero2014].

**Marchesseau, S., Gastaldi, E., Lagaude, A., y Cuq, J. 1997.** Influence of pH on protein interactions and microstructure of process cheese. Journal of Dairy Science, 80: 1483-1489.

**McMahon, D., Oberg, C., Drake, M., Farkye, N., Moyes, L., Arnold, M., Ganesan, B., Steele, J., y Broadbent, J. 2014.** Effect of sodium, potassium, magnesium, and calcium salt cations on pH, proteolysis, organic acids, and microbial populations during storage of full-fat Cheddar cheese. Journal of Dairy Science, 97(8):4780-4798.

**Mesilati-Stahy, R., Moallem, U., Magen, Yogev., y Argov-Argaman, N. 2015.**

Altered concentrate to forage ratio in cows ration enhanced bioproduction of specific size subpopulation of milk fat globules. *Food Chemistry*, 170:199-205.

**Meza, M., González. A., Becerril. C., Rosendo. A., Díaz. P., Ruíz. F., y Vallejo, B.**

**2012.** Relación de las variantes a y b de la b-lactoglobulina con la producción y composición de la leche de vacas holstein y criollo lechero tropical. *Agrociencia*, 46(1): 15-22.

**Mojía, F. 2010.** El futuro de la industria láctea colombiana (en línea). Internet,

[http://www.franciscojojica.com/articulos/Futuro\\_de...pdf](http://www.franciscojojica.com/articulos/Futuro_de...pdf) [20 Enero 2014].

**Molina, F. 2012** Determinación de la calidad de la leche cruda (acidez, densidad, grasa, reductasa, sólidos totales ), aplicando un programa de capacitación en 4 comunidades de la Parroquia Pintag, Cantón Quito. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Quito.

**Morales, M., Rodríguez, E., y Sepúlveda, J. 2012.** Evaluación de las propiedades

físicas y texturales del buñuelo. *Revista lasallista de investigación*, 9(2):112-121.

**Mulsow, B., Jaros, D., y Rohm, H. 2007.** Processed cheese and cheese analogues. In

A. Y. Tamime (Ed.), *Structure of dairy products* (1st ed.), Blackwell Publishing Ltd, Oxford, p210-235.

**NOM-121-SSA1-1994**, Norma oficial mexicana sobre bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias, 1-10, México D.F, México (1996).

**NTC, 4225**, Norma técnica Colombiana sobre productos lácteos, queso fundido, 1-11, Bogotá, Colombia (1997).

**Piska, I., y Stetina, J. 2004.** Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese. *Journal of Food Engineering*, 61: 551-555.

**Puente, J. y Soto, E. 2007.** Estandarización del proceso de elaboración del quesillo (queso de pasta hilada) con leche de búfala. Ingeniero de Alimentos. Universidad de Córdoba. Berastegui.

**Restrepo, A., y Montoya, C. 2010.** Implementación y diseño de procedimiento para determinación de vida útil de quesos frescos, chorizos frescos y aguas en bolsa. Tesis Tecnólogo químico, Universidad tecnológica de Pereira, Pereira.

**Revelli, G., Sbodio, O., y Tercero, E. 2010.** Estudio y evolución de la calidad de leche cruda en tambos de la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero. *Revista RIA*. 37 (2): 1-12.

**Sádlíková, I., Buňka, F., Budinský, P., Barbora, V., Pavlínek, B. y Hoza, I. 2010.** The effect of selected phosphate emulsifying salts on viscoelastic properties of processed cheese. *LWT - Food Science and Technology* 43:1.

**Sádlíková, I., Bunka, F., Budinský, P., Voldánová, B., Pavlínek, V., y Hoza, I. 2010.** The effect of selected phosphate emulsifying salts on viscoelastic properties of processed cheese. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie e Food Science and Technology*, 43: 1220-1225.



**Sáez, E., y Velasquez, G. 2008.** Elaboración Y Caracterización Del Queso Doble Crema A Partir De Leche De Búfala. Tesis Ingeniero de Alimentos, Universidad de Córdoba, Montería.

**Sayed, H., Lara, M., y Golding, M. 2014.** Effect of basil seed gum (BSG) on textural, rheological and microstructural properties of model processed cheese. Food Hydrocolloids, 43: 557-567

**Silverson Machines. 2012.** Manufacture of Processed Cheese, (CD), East Longmeadow, U.S.A., p2.

**Spreer, E. 1975.** Lactología Industrial. Editorial Acribia, España. p276-288.

**Sprerr, E. 1991.** Lactología industrial. Leche preparación y elaboración, maquina, instalación y aparatos, productos lácteos. Acribia, Zaragoza, p617.

**Tamine, A. 2011.** Processed Cheese and Analogues: An Overview. Blackwell Publishing Ltd, United States. p1.

**Verruck, S., Schwinden, E., Olivera, C., Beddin, C., Dias, R. 2015.** Influence of Bifidobacterium Bb-12 on the physicochemical and rheological properties of buffalo Minas Frescal cheese during cold storage. Journal of Food Engineering, 151:34-42.

**Villegas, A. 2004.** Tecnología Quesera. Editorial Trillas, México, p278-280.

**Weber, F. 1990.** El desuerado del coagulo, En: Eck André. (Ed). El queso. Omega, Barcelona, p214.

**Weiserová, E., Doudová, L., Galiová, L., Zák, L., Michálek, J., y Janis, R. 2011.** The effect of combinations of sodium phosphates in binary mixtures on selected texture parameters of processed cheese spreads. International Dairy Journal, 21:979-986.

**Zamora, A., Juan, B., y Trujillo, A. 2014.** Compositional and biochemical changes during cold storage of starter-free fresh cheeses made from ultra-high-pressure homogenized milk. Food Chemistry, 176:433-440.

**Zehren, V. y Nusbaum, D. 2000.** Cheese Process.Schreiber Foods, Madison, p221.

# **ANEXOS**

Anexo A. Ficha técnica de la sal fundente utilizada.

	<b>FICHA TECNICA DE PRODUCTO TERMINADO</b>	<b>PT- 13204</b>
---	--	------------------

Versión: 2 Fecha de aprobación: 2010-03-31 FO-ID-17 / Versión Nº 5 2009-03-01

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO				
Nombre	SAL FUNDENTE PIQUESOS		Referencia	6297-01
Ingredientes	Citrato de sodio (331), fosfato disódico (339), fosfato trisódico (339III)			
CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO				
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACION		METODO	
ASPECTO	Mezcla sólida homogénea de partículas finas		EO-CC-11	
COLOR APARENTE	Blanco		EO-CC-12	
OLOR	Inodoro		EO-CC-13	
SABOR	Insaboro		EO-CC-14	
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	ESPECIFICACION	METODO	
pH (Solución al 1%)	N/A	8.5 – 9,5	EO-CC-15	
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y ENTOMOLÓGICAS				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	ESPECIFICACION	METODO	
N/A	N/A	N/A	N/A	
CARACTERÍSTICAS A EVALUAR				
Aspecto, color, olor, sabor y pH.				
CONDICIONES DE EMPAQUE Y EMBALAJE				
Presentación comercial y material de empaque	Por 1,0 kg en bolsa polipropileno biorientado/ foil de aluminio / polietileno de baja densidad de 70 µm, luego se embalan varias unidades en saco de polipropileno. Por 25 kg en saco de polipropileno con bolsa interna de polietileno. Además, puede empacarse en otra cantidad requerida por el cliente, en un empaque que garantice su conservación (sujeto a negociación).			
Vida útil*	Este producto debe consumirse preferiblemente antes de doce (12) meses.			

REVISADO Y APROBADO POR GERENCIA TÉCNICA

TECNAS S.A. web: [www.tecnas.com.co](http://www.tecnas.com.co)  
 e-mail: [Investigacion@tecnas.com.co](mailto:Investigacion@tecnas.com.co)  
 Medellín - Colombia

Cra 50G No. 12 sur – 29, A.A. 51040  
 Teléfonos: (57)(4) 2854290- 2858290  
 Fax: (57)(4) 2553809

**FICHA TECNICA DE PRODUCTO TERMINADO**

PT- 13204

Versión: 2 Fecha de aprobación: 2010-03-31 FO-ID-17 / Versión N° 5 2009-03-01

\* A partir de la fecha de empaque, siempre y cuando se someta a los requisitos de conservación, almacenamiento y transporte recomendados.

**CONSUMIDORES POTENCIALES**

Industria de lácteos

**FORMA DE CONSUMO E INSTRUCCIONES ESPECIALES DE MANEJO**

Dosis recomendada	De 2,0 - 2,5 %, para quesos fundidos untables que son elaborados con quesos frescos y al 2.0% para quesos cortables elaborados con quesos madurados en donde el porcentaje del queso madurado puede ser del 7% y para una humedad en el producto final del 49%.
Forma de aplicación	Utilizada para: regular pH, obtener un cuerpo y textura óptima, para disolver la proteína permitiendo la integración de la grasa, proteína y agua, formando así una masa uniforme y tersa, su aplicación es directa sobre la masa del queso previamente molido, su adición debe realizarse antes de iniciar el tratamiento térmico.
Precauciones	Evitar contacto con ojos y mucosas.

**RECOMENDACIONES DE CONSERVACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE**

Debe almacenarse sobre plataformas elevadas del piso, en bodegas cubiertas, en ambiente seco, fresco y con buena ventilación.  
En las bodegas de almacenamiento se debe contar con un plan Integral de control de plagas, limpieza y buenas prácticas de manufactura.  
Una vez se abra el empaque, para emplear una parte, se debe cerrar inmediatamente para evitar la exposición a la humedad del ambiente, pérdida de aromas y la contaminación microbiana.  
Este producto se debe transportar en vehículos limpios, se debe colocar sobre estibas, nunca sobre el piso del vehículo, no se debe transportar con sustancias tóxicas, químicos o animales.

**REQUISITOS LEGALES Y NORMAS TECNICAS APLICABLES AL PRODUCTO**

D3075/1997, R 1804/1989, R 2310/1986 y R 2606/2006

**ALERGENOS**

No contiene alérgenos. Este producto es elaborado en una planta donde se utilizan los siguientes productos y sus derivados: cereales que contienen gluten, crustáceos, huevos, pescado, maní, soya, leche, nueces de árboles y sulfito.

**REVISADO Y APROBADO POR GERENCIA TÉCNICA**

TECNAS S.A. web: [www.tecnas.com.co](http://www.tecnas.com.co)  
e-mail: [investigacion@tecnas.com.co](mailto:investigacion@tecnas.com.co)  
Medellín - Colombia

Cra 50G No. 12 sur - 29, A.A. 51040  
Teléfonos: (57)(4) 2854290- 2858290  
Fax: (57)(4) 2553809

**Anexo B.** Cantidad de ingredientes utilizados para la preparación del tratamiento 1.

<b>Materias Primas</b>	<b>Peso Total (kg)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Peso de la grasa (kg)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Peso de la humedad (kg)</b>	<b>Materia seca (%)</b>	<b>Peso de la materia seca. (kg)</b>
<b>Queso Costeño Fresco</b>	0,31	25,37	0,08	48,72	0,15	51,28	0,16
<b>Queso Costeño de 15 Días</b>	0,46	25,30	0,10	47,08	0,22	52,92	0,24
<b>Mantequilla</b>	0,23	86,00	0,19	14,00	0,08	86,00	0,19
<b>Mezcla de sal fundente</b>	0,025	-	-	1,00	0,00	99,00	0,02
<b>Mezcla total</b>	<b>1,01</b>	<b>36,43</b>	<b>0,37</b>	<b>44,54</b>	<b>0,45</b>	<b>60,66</b>	<b>0,61</b>

<b>Humedad Buscada (%)</b>	<b>Materia seca Final (%)</b>	<b>Peso final del Producto (kg)</b>	<b>Agua a adicionar (kg)</b>
<b>60,00</b>	<b>40,00</b>	<b>1,53</b>	<b>0,5224</b>

**Anexo C.** Cantidad de ingredientes utilizados para la preparación del tratamiento 2.

<b>Materias Primas</b>	<b>Peso Total (kg)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Peso de la grasa (kg)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Peso de la humedad (kg)</b>	<b>Materia seca (%)</b>	<b>Peso de la materia seca. (kg)</b>
<b>Queso Costeño Fresco</b>	0,38	25,37	0,10	48,72	0,19	51,28	0,20
<b>Queso Costeño de 15 Días</b>	0,38	25,30	0,09	47,08	0,18	52,92	0,20
<b>Mantequilla</b>	0,23	86,00	0,19	14,00	0,08	86,00	0,19
<b>Mezcla de sal fundente</b>	0,025	-	-	1,00	0,00	99,00	0,02
<b>Mezcla total</b>	<b>1,01</b>	<b>36,77</b>	<b>0,38</b>	<b>44,66</b>	<b>0,45</b>	<b>60,54</b>	<b>0,61</b>

<b>Humedad Buscada (%)</b>	<b>Materia seca Final (%)</b>	<b>Peso final del Producto (kg)</b>	<b>Agua a adicionar (kg)</b>
<b>60,00</b>	<b>40,00</b>	<b>1,53</b>	<b>0,5182</b>

**Anexo D.** Cantidad de ingredientes utilizados para la preparación del tratamiento 3.

<b>Materias Primas</b>	<b>Peso Total (kg)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Peso de la grasa (kg)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Peso de la humedad (kg)</b>	<b>Materia seca (%)</b>	<b>Peso de la materia seca. (kg)</b>
<b>Queso Costeño Fresco</b>	0,31	25,37	0,08	48,72	0,15	51,28	0,16
<b>Queso Costeño de 30 Días</b>	0,46	21,03	0,07	47,08	0,22	52,92	0,24
<b>Mantequilla</b>	0,23	86,00	0,19	14,00	0,08	86,00	0,19
<b>Mezcla de sal fundente</b>	0,025	-	-	1,00	0,00	99,00	0,02
<b>Mezcla total</b>	<b>1,01</b>	<b>36,43</b>	<b>0,36</b>	<b>44,54</b>	<b>0,45</b>	<b>60,66</b>	<b>0,61</b>

<b>Humedad Buscada (%)</b>	<b>Materia seca Final (%)</b>	<b>Peso final del Producto (kg)</b>	<b>Agua a adicionar (kg)</b>
<b>60,00</b>	<b>40,00</b>	<b>1,53</b>	<b>0,5224</b>



**Anexo E.** Cantidad de ingredientes utilizados para la preparación del tratamiento 4.

<b>Materias Primas</b>	<b>Peso Total (kg)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Peso de la grasa (kg)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Peso de la humedad (kg)</b>	<b>Materia seca (%)</b>	<b>Peso de la materia seca. (kg)</b>
<b>Queso Costeño Fresco</b>	0,38	25,37	0,10	48,72	0,19	51,28	0,20
<b>Queso Costeño de 30 Días</b>	0,38	21,03	0,08	47,08	0,18	52,92	0,20
<b>Mantequilla</b>	0,23	86,00	0,19	14,00	0,08	86,00	0,19
<b>Mezcla de sal fundente</b>	0,025	-	-	1,00	0,00	99,00	0,02
<b>Mezcla total</b>	<b>1,01</b>	<b>36,77</b>	<b>0,37</b>	<b>44,66</b>	<b>0,45</b>	<b>60,54</b>	<b>0,61</b>

<b>Humedad Buscada (%)</b>	<b>Materia seca Final (%)</b>	<b>Peso final del Producto (kg)</b>	<b>Agua a adicionar (kg)</b>
<b>60,00</b>	<b>40,00</b>	<b>1,53</b>	<b>0,5182</b>

**Anexo F.** Fotos proceso de elaboración del queso fundido tipo untable.

Adecuación materia prima y pesado



Proceso de troceado materia prima (queso costeño)



Mezcla de ingredientes y proceso de fundición



Empacado del producto final



**Anexo G.** Formato para prueba de aceptación.

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**FORMATO PARA PRUEBA DE ACEPTACIÓN**

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

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** \_\_\_\_\_

Frente a usted hay 4 muestras de queso fundido tipo untable, pruébelas una a una y marque de acuerdo a la escala su apreciación de si gusta o disgusta del producto.

<b>ESCALA</b>	<b>MUESTRAS</b>			
Me gusta muchísimo				
Me gusta mucho				
Me gusta				
Me es indiferente				
Me disgusta				
Me disgusta mucho				
Me disgusta muchísimo				

**COMENTARIOS:**

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

**¡MUCHAS GRACIAS!**

**Anexo H.** Resultado del análisis fisicoquímico de las leches utilizadas para preparar queso costeño fresco, de 15 días de almacenamiento y 30 días de almacenamiento.

<b>Tipo de leche</b>	<b>*D</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Sólidos Totales (%)</b>	<b>Acidez (%)</b>	<b>pH</b>	<b>Sólidos no grasos (%)</b>	<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>
Leche para Queso Fresco	1	4,1	13,4	0,18	6,46	9,30	1,0307
	2	4,2	13,5	0,18	6,47	9,30	1,0307
	P	4,15	13,45	0,18	6,47	9,30	1,0307
Leche para Queso 15 días	1	3,10	12,00	0,17	6,60	8,90	1,0301
	2	3,15	12,03	0,17	6,60	8,88	1,0302
	P	3,13	12,02	0,17	6,60	8,89	1,0302
Leche Queso 30 días	1	2,70	11,40	0,17	6,60	8,80	1,0303
	2	2,60	11,32	0,18	6,56	8,80	1,0302
	P	2,65	11,36	0,18	6,58	8,80	1,0303

\*D=duplicado, p=promedio

**Anexo I.** Valores promedios obtenidos para las variables fisicoquímicas de la leche.

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estandar</b>
Grasa (%)	3,31	0,6873257
Sólidos Totales (%)	12,28	0,9570319
Acidez (%)	0,18	0,0054772
pH	6,55	0,066458
Sólidos no grasos (%)	9,00	0,2384673
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	1,03	0,0002658

**Anexo J.** Resultado del análisis fisicoquímico de la materia prima.

Tipo de queso	*T	Grasa (%)	Sólidos Totales (%)	Acidez (%)	pH
Queso fresco	1	25,50	51,20	0,63	6,23
	2	25,30	51,35	0,62	6,25
	3	25,30	51,30	0,62	6,25
	P	25,37	51,28	0,62	6,24
Queso 15 días	1	25,50	52,96	0,81	5,85
	2	25,20	53,54	0,82	5,85
	3	5,40	52,26	0,81	5,84
	P	25,30	52,92	0,81	5,85
Queso 30 días	1	21,00	53,10	1,23	5,68
	2	21,20	52,98	1,26	5,66
	3	20,95	52,97	1,25	5,67
	P	21,05	53,02	1,25	5,67

\*T=triplicado, p=promedio

**Anexo K.** Resultado del análisis fisicoquímico del queso fundido.

<b>*T</b>	<b>*D</b>	<b>*R</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez (%)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Sal (%)</b>	<b>Cenizas (%)</b>
1	1	1	5,94	0,58	41,00	16,08	40,00	1,64	3,02
1	2	1	5,94	0,59	42,00	16,08	40,00	1,70	3,00
1	P	1	5,94	0,59	41,50	16,08	40,00	1,67	3,01
1	1	2	5,92	0,58	43,00	14,72	40,00	1,70	3,09
1	2	2	5,93	0,58	42,00	14,12	39,50	1,64	3,22
1	P	2	5,93	0,58	42,50	14,42	39,75	1,67	3,15
1	1	3	5,93	0,57	42,00	15,00	37,00	1,67	2,93
1	2	3	5,93	0,59	42,00	15,00	37,50	1,64	3,08
1	P	3	5,93	0,58	42,00	15,00	37,25	1,65	3,01
2	1	1	5,95	0,56	44,00	17,04	39,00	1,40	0,98
2	2	1	5,96	0,56	43,00	16,89	38,50	1,40	1,08
2	P	1	5,96	0,56	43,50	16,96	38,75	1,40	1,03
2	1	2	5,95	0,57	44,00	16,88	39,00	1,34	1,05
2	2	2	5,95	0,56	44,00	17,05	39,20	1,40	1,00
2	P	2	5,95	0,57	44,00	16,97	39,10	1,37	1,03
2	1	3	5,96	0,57	45,00	17,23	38,50	1,34	0,99
2	2	3	5,95	0,57	44,00	16,80	39,00	1,32	1,05
2	P	3	5,96	0,57	44,50	17,02	38,75	1,33	4,40
3	1	1	5,78	0,65	56,00	13,10	34,10	1,81	2,76
3	2	1	5,79	0,67	52,00	13,84	35,90	1,75	2,72
3	P	1	5,79	0,66	54,00	13,47	35,00	1,78	2,74
3	1	2	5,78	0,65	53,00	13,15	34,90	1,70	2,79
3	2	2	5,79	0,65	52,00	13,38	35,80	1,75	2,80
3	P	2	5,79	0,65	52,50	13,27	35,35	1,72	2,79
3	1	3	5,78	0,66	56,00	14,70	34,50	1,75	2,63
3	2	3	5,78	0,67	57,00	15,01	35,10	1,75	2,76

3	P	3	5,78	0,67	56,50	14,85	34,80	1,75	2,69
4	1	1	5,89	0,59	47,00	15,31	39,00	1,40	2,76
4	2	1	5,88	0,60	48,00	15,50	39,50	1,40	2,71
4	P	1	5,89	0,60	47,50	15,40	39,25	1,40	2,74
4	1	2	5,90	0,61	47,00	15,16	39,20	1,40	2,72
4	2	2	5,89	0,63	46,00	15,60	39,50	1,40	2,66
4	P	2	5,90	0,62	46,50	15,38	39,35	1,40	2,69
4	1	3	5,89	0,63	45,00	14,14	39,40	1,34	2,71
4	2	3	5,89	0,62	47,00	14,09	39,50	1,34	2,77
4	P	3	5,89	0,63	46,00	14,11	39,45	1,34	2,74

\*T=Tratamiento, D=Duplicado, R=Repetición, P=Promedio



**Anexo L.** Resultado del análisis microbiológico del queso fundido.

<b>*T</b>	<b>*D</b>	<b>*R</b>	<b>Coliformes totales y fecales (NMP/g)</b>	<b>Mohos y Levaduras (UFC/g)</b>	<b>Mesófilos aerobios (UFC/g)</b>
1	1	1	<3	10	120
1	2	1	<3	10	140
1	P	1	<3	10	130
1	1	2	<3	10	110
1	2	2	<3	20	120
1	P	2	<3	15	115
1	1	3	<3	10	120
1	2	3	<3	20	130
1	P	3	<3	15	125
2	1	1	<3	30	160
2	2	1	<3	20	150
2	P	1	<3	25	155
2	1	2	<3	20	140
2	2	2	<3	20	150
2	P	2	<3	20	145
2	1	3	<3	20	150
2	2	3	<3	20	180
2	P	3	<3	20	165
3	1	1	<3	40	280
3	2	1	<3	40	320
3	P	1	<3	40	300
3	1	2	<3	30	300
3	2	2	<3	40	310
3	P	2	<3	35	305
3	1	3	<3	30	330
3	2	3	<3	30	290
3	P	3	<3	30	310
4	1	1	<3	40	310
4	2	1	<3	30	320
4	P	1	<3	35	315
4	1	2	<3	30	330
4	2	2	<3	30	280
4	P	2	<3	30	305
4	1	3	<3	40	290

4	2	3	<3	40	300
4	P	3	<3	40	295

\*T=Tratamiento, D=Duplicado, R=Repetición, P=Promedio

**Anexo M.** Resultados de la Prueba de Aceptación con escala hedónica.

Jueces	T1			T2			T3			T4		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	6	5	5	5	5	5	5	7	3	5	5	4
2	5	6	5	6	5	5	5	6	6	5	5	6
3	5	6	6	7	5	4	5	6	3	6	6	4
4	6	4	5	5	5	6	6	5	5	5	6	5
5	6	5	4	7	3	3	5	6	3	5	6	6
6	6	5	4	5	5	5	4	5	4	6	6	5
7	5	6	4	6	3	5	6	4	5	5	4	6
8	6	5	5	5	4	5	6	3	4	5	6	5
9	6	6	5	5	5	3	6	5	4	7	4	5
10	5	6	5	4	5	5	4	5	6	6	6	5
11	5	6	6	6	4	4	5	5	4	5	6	6
12	6	5	6	5	5	5	4	5	5	5	5	6
13	6	6	4	5	5	4	5	6	4	6	5	5
14	5	6	4	6	4	5	4	7	5	6	5	5
15	5	5	6	4	3	6	5	6	3	5	5	4
16	6	5	4	5	5	4	5	4	5	5	7	5
17	5	5	5	6	4	6	6	5	5	4	6	6
18	6	6	5	5	5	6	6	5	3	4	6	5
19	5	6	5	5	5	4	6	5	4	5	6	6
20	6	6	5	4	4	5	6	5	3	7	3	3
21	7	5	5	5	4	5	6	5	4	5	5	5
22	5	6	4	5	5	5	5	4	5	6	6	5
23	5	5	6	4	5	4	5	6	5	5	6	6
24	6	6	5	4	5	4	5	6	2	5	5	7
25	5	6	6	5	4	5	5	5	4	5	6	6
26	5	6	6	5	5	6	5	6	4	4	5	6
27	5	6	5	5	5	6	6	5	3	6	5	6
28	5	6	5	5	4	7	4	3	5	6	5	5
29	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	4	5
30	6	5	6	4	5	4	4	5	4	3	5	6

T=Tratamiento, R=Repetición,

**Anexo N.** Resultados del análisis microbiológico del queso fundido en el tiempo.

<b>*T</b>	<b>*D</b>	<b>*R</b>	<b>Mohos y Levaduras (UFC/g)</b>	<b>Mesófilos aerobios (UFC/g)</b>
<b>Semana 0</b>				
1	1	1	10	120
1	2	1	10	140
1	P	1	10	130
1	1	2	10	110
1	2	2	20	120
1	P	2	15	115
1	1	3	10	120
1	2	3	20	130
1	P	3	15	125
4	1	1	40	310
4	2	1	30	320
4	P	1	35	315
4	1	2	30	330
4	2	2	30	280
4	P	2	30	305
4	1	3	40	290
4	2	3	40	300
4	P	3	40	295
<b>Semana 1</b>				
1	1	1	30	230
1	2	1	40	320
1	P	1	35	275
1	1	2	30	240
1	2	2	40	250
1	P	2	35	245
1	1	3	30	310
1	2	3	50	260
1	P	3	40	285
4	1	1	130	630
4	2	1	120	620
4	P	1	125	625
4	1	2	130	700

4	2	2	130	690
4	P	2	130	695
4	1	3	150	670
4	2	3	120	640
4	P	3	135	655
<b>Semana 2</b>				
1	1	1	120	4700
1	2	1	130	3900
1	P	1	125	4300
1	1	2	130	4800
1	2	2	140	5100
1	P	2	135	4950
1	1	3	140	5900
1	2	3	150	4900
1	P	3	145	5400
4	1	1	190	6800
4	2	1	180	8300
4	P	1	185	7550
4	1	2	190	7100
4	2	2	200	9300
4	P	2	195	8200
4	1	3	180	8700
4	2	3	170	8100
4	P	3	175	8400
<b>Semana 3</b>				
1	1	1	210	29000
1	2	1	220	32000
1	P	1	215	30500
1	1	2	230	31000
1	2	2	240	36000
1	P	2	235	33500
1	1	3	250	33000
1	2	3	210	29000
1	P	3	230	31000
4	1	1	420	41000
4	2	1	410	46000
4	P	1	415	43500
4	1	2	410	42000

4	2	2	470	41000
4	P	2	440	41500
4	1	3	490	39000
4	2	3	530	43000
4	P	3	510	41000
<b>Semana 4</b>				
1	1	1	-	60000
1	2	1	-	62000
1	P	1	-	61000
1	1	2	-	65000
1	2	2	-	59000
1	P	2	-	62000
1	1	3	-	63000
1	2	3	-	64000
1	P	3	-	63500
4	1	1	-	80000
4	2	1	-	81000
4	P	1	-	80500
4	1	2	-	82000
4	2	2	-	84000
4	P	2	-	83000
4	1	3	-	81000
4	2	3	-	83000
4	P	3	-	82000

\*T=Tratamiento, D=Duplicado, R=Repetición, P=Promedio