

**EFFECTO DE BACTERIAS LÁCTICAS AUTÓCTONAS EN LAS PROPIEDADES  
SENSORIALES Y FISICOQUÍMICAS DEL QUESO COSTEÑO PASTEURIZADO**



**CONCEPCIÓN ORTIZ DORIA**

**ADRIANA VIOLA ANAYA**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS  
BERÁSTEGUI, CÓRDOBA**

**2020**

**EFFECTO DE BACTERIAS LÁCTICAS AUTÓCTONAS EN LAS PROPIEDADES  
SENSORIALES Y FISICOQUÍMICAS DEL QUESO COSTEÑO PASTEURIZADO**

**CONCEPCIÓN ORTIZ DORIA**

**ADRIANA VIOLA ANAYA**

**Trabajo de grado presentada, en la modalidad de proyecto de investigación, como  
parte de los requisitos para optar al título de INGENIERO DE ALIMENTOS**

**MARGARITA ARTEAGA MÁRQUEZ, M. Sc.**

**CLAUDIA DENISE DE PAULA, Ph.D.**

**DIRECTORAS**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**BERÁSTEGUI, CÓRDOBA, COLOMBIA**

**OCTUBRE DE 2020**

**ESTE TRABAJO DE GRADO HACE PARTE DE UNA TESIS DE GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD DE  
CÓRDOBA TITULADA:**

**EFFECTOS DE LA UTILIZACIÓN DE BACTERIAS LÁCTICAS AUTÓCTONAS  
EN LAS PROPIEDADES DEL QUESO COSTEÑO OBTENIDO DE LECHE  
PASTEURIZADA**

## **RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES**

La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados expresados en el proyecto, serán responsabilidad de los autores.

Artículo 61, acuerdo N° 093 del 26 de noviembre de 2002 del Consejo Superior de la  
Universidad de Córdoba.

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

Berástegui, Octubre de 2020

## **DEDICATORIA**

*Con mucho amor a Dios porque siempre me da la fuerza, sabiduría, persistencia y voluntad para cumplir mis metas y por permitirme llegar a esta etapa de mi carrera profesional, Sé TÚ siempre el guiador de mi vida.*

*A mi madre Faisule Anaya, mi hermano Jesús Tarras, por los ejemplos de perseverancia, por ser mi motivo para salir adelante, a mi tía Ledis Viola y demás familiares por su apoyo y cariño en todo momento.*

*A la memoria de mi padre, abuelo y abuela que desde el cielo me acompañan siempre.*

*A todos mis amigos, Samir Machado y a las personas que de una u otra forma me dieron su apoyo. En especial a mi amiga Concepción Ortiz por su amistad incondicional tanto en mi vida como en mi carrera.*

***Adriana Viola Anaya***

*Agradecida eternamente a mi Dios padre celestial por darme sabiduría y entendimiento para llegar a esta etapa tan importante en mi vida.*

*A mis padres Concepción Doria y Osvaldo Ortíz que son mi motor y fuente de inspiración.*

*A mis hermanos, sobrinos y demás familiares, por su apoyo incondicional y siempre confiar en mí.*

*A mis compañeros y amigos de luchas por compartir su conocimiento. A mi gran amiga, compañera de batallas y grandes esfuerzos Adriana Viola, sin ella esto sin duda no hubiese sido un hermoso logro.*

***Concepción Ortíz Doria***

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores presentan sus agradecimientos a:

**DIOS**, quien fue nuestra guía para hacer realidad este sueño.

La **UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**, y a todos los profesores del Programa de Ingeniería de Alimentos por brindarnos conocimiento de excelente calidad y ayudarnos a ser profesionales íntegros.

**MARGARITA ARTEAGA MÁRQUEZ** y **CLAUDIA DENISE DE PAULA**, las directoras de este proyecto de investigación, gracias por su apoyo, dirección y paciencia.

**ADOLFO DE ORO**, Ingeniero Agroindustrial aspirante a M.Sc. en Ciencias Agroalimentarias por confiar en nosotras y permitirnos ser parte de su proyecto.

**OMAR PÉREZ** y **MARYORIS SOTO**, jurados de este proyecto de investigación.

A todas las personas que hicieron parte de este proyecto como catadores y aquellas que de una u otra forma colaboraron para la realización del presente trabajo de investigación.



## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>14</b>
<b>2.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>GENERALIDADES SOBRE EL QUESO</b>	<b>16</b>
<b>2.1.1.</b>	<b>Definición de Queso</b>	<b>16</b>
<b>2.1.2.</b>	<b>Queso fresco</b>	<b>17</b>
<b>2.1.3.</b>	<b>Queso costeño</b>	<b>17</b>
<b>2.1.4.</b>	<b>Características fisicoquímicas del queso costeño</b>	<b>17</b>
<b>2.2.</b>	<b>LECHE COMO MATERIA PRIMA EN LA ELABORACIÓN DE QUESOS:</b>	<b>18</b>
<b>2.2.1.</b>	<b>Influencia de la pasteurización en las características de la leche</b>	<b>18</b>
<b>2.3.</b>	<b>BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS</b>	<b>20</b>
<b>2.4.</b>	<b>CULTIVOS LÁCTICOS</b>	<b>20</b>
<b>2.4.1.</b>	<b>Funciones de los Cultivos Lácticos</b>	<b>21</b>
<b>2.5.</b>	<b>ANÁLISIS SENSORIAL</b>	<b>22</b>
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>23</b>
<b>3.1.</b>	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>23</b>
<b>3.2.</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>23</b>
<b>3.2.1.</b>	<b>Variables independientes</b>	<b>23</b>

<b>3.2.2. Variables dependientes</b>	<b>23</b>
<b>3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL</b>	<b>24</b>
<b>3.4. PROCEDIMIENTOS</b>	<b>25</b>
<b>3.4.1. Materias primas</b>	<b>25</b>
<b>3.4.2. Elaboración del queso costeño a partir del empleo de los cultivos iniciadores y leche pasteurizada</b>	<b>25</b>
<b>3.4.3. Prueba de aceptación</b>	<b>27</b>
<b>3.4.4. Caracterización fisicoquímica del queso costeño</b>	<b>28</b>
<b>3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS</b>	<b>28</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>30</b>
<b>4.1. ANÁLISIS DE PRUEBA DE ACEPTACIÓN</b>	<b>30</b>
<b>4.2. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE LOS QUESOS</b>	<b>36</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>45</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b>	<b>46</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>55</b>

## **LISTA DE TABLAS**

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1. Características fisicoquímicas del queso costeño</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 2. Diseño experimental.</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 3. Métodos para determinar las propiedades fisicoquímicas del queso costeño.</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 4. Resultados obtenidos para la prueba de aceptación*.</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 5. Resultado de la prueba de aceptación de los quesos en el tiempo.</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 6. Resultados fisicoquímicos de los tratamientos en el tiempo.</b>	<b>37</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de queso costeño pasteurizado.</b>	<b>26</b>

## **LISTA DE GRÁFICOS**

<b>Gráfico 1. Porcentaje de Proteína con respecto al Tiempo</b>	<b>38</b>
<b>Gráfico 2. Porcentaje de Sólidos Totales con respecto al Tiempo</b>	<b>40</b>
<b>Gráfico 3. Porcentaje de Grasa con respecto al Tiempo</b>	<b>41</b>
<b>Gráfico 4. Porcentaje de Acidez con respecto al Tiempo</b>	<b>43</b>

## **LISTA DE ANEXOS**

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo A. Especificaciones de los tratamientos</b>	<b>56</b>
<b>Anexo B. Ejemplo de cuestionario utilizado en la prueba de aceptación sensorial.</b>	<b>57</b>
<b>Anexo C. Resultados estadísticos de la prueba sensorial de aceptación.</b>	<b>58</b>
<b>Anexo D. Comportamiento de la acidez durante la elaboración de queso.</b>	<b>64</b>

## RESUMEN

El queso costeño es un derivado lácteo autóctono de la región Caribe Colombiana. Actualmente es elaborado de forma artesanal con deficientes prácticas de manufactura, en su proceso de elaboración no se realiza ningún tipo de tratamiento térmico (pasteurización) a la leche. El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de la utilización de bacterias ácido lácticas nativas en las propiedades sensoriales y fisicoquímicas del queso costeño elaborado a partir de leche pasteurizada. Se utilizaron dos (2) géneros de bacterias lácticas autóctonas y dos posibles especies (*Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus fermentum* y *Leuconostoc lactis*), los cuales fueron proporcionadas por un proyecto de Maestría en Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Córdoba titulado “Efectos de la utilización de bacterias lácticas autóctonas en las propiedades del queso costeño obtenido de leche pasteurizada” realizado por el Ing. Adolfo De Oro. A partir del cultivo de las bacterias autóctonas aisladas, se prepararon suspensiones y se determinó el uso de diferentes inóculos. A través de un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 3x3 correspondientes a los factores proporción (*L.brevis*, *L. lactis* y *L. fermentum* ) y volumen de inóculo, con tres repeticiones para un total de 27 unidades experimentales. Se obtuvo queso costeño a partir de leche pasteurizada con adición de las bacterias lácticas autóctonas las cuales fueron inoculadas luego del proceso de pasteurización de la leche. Los productos obtenidos en forma de queso a partir de los nueve (9) tratamientos los cuales fueron tratamiento

T1(Lb60+Ll20+Lf20 2% con volumen de inóculo del 2%), T2 (Lb60+Ll20+Lf20 2% con volumen de inóculo del 3%), T3 (Lb60+Ll20+Lf20 2% con volumen de inóculo del 4%), T4 (Lb50+Ll25+ Lf25 con volumen de inóculo del 2%), T5 (Lb50+Ll25+ Lf25 con volumen de inóculo del 3%), T6 (Lb50+Ll25+ Lf25 con volumen de inóculo del 4%), T7 (Lb40+ Ll30+ Lf30 con volumen de inóculo del 2%), T8 (Lb40+ Ll30+ Lf30 con volumen de inóculo del 3%) y T9 (Lb40+ Ll30+ Lf30 con volumen de inóculo del 4%), fueron evaluados sensorialmente, a través de una prueba de aceptación realizada a 50 panelistas consumidores del producto. Se procedió a realizar el respectivo análisis estadístico, donde se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) ( $p \leq 0,05$ ) para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos empleados. Una vez identificados los dos (2) tratamientos con mayor aceptación, tratamiento T1 (Lb60+Ll20+Lf20 2% con volumen de inóculo del 2%) y el tratamiento T9 (Lb40+ Ll30+ Lf30 con volumen de inóculo del 4%), se realizó nuevamente una prueba de aceptación, evaluando los atributos de Olor, Sabor, Color, Textura y Apariencia general bajo una escala hedónica de 9 puntos junto con el queso control (queso elaborado con leche cruda) y se determinaron las propiedades fisicoquímicas (acidez, sólidos totales, grasa y proteína) de cada queso durante un mes.

Además, se realizó análisis de varianza (ANOVA) ( $p < 0,05$ ) para determinar la existencia de diferencias significativas entre los mejores tratamientos obtenidos y el tratamiento control. El tratamiento T1 presentó los mejores resultados en términos organolépticos y fisicoquímicos. Los resultados del análisis sensorial mostraron que los tratamientos T1 y T9 son estadísticamente similares a la muestra control durante los días cero (0) y siete (7). Sin embargo, en cuanto al atributo apariencia para el día 14, existen diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos T9 con el control y el T1. El atributo color, no presentó

diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre los tratamientos en ninguno de los tiempos, excepto el tratamiento T9 en el tiempo 14. Con relación al atributo sabor, se observaron diferencias ( $p \leq 0,05$ ) en el día 14 entre el tratamiento control con los T1 y T9. Para el día 21 no se observan diferencias ( $p \geq 0,05$ ) entre el tratamiento control y el T9; pero si diferencian ( $p \leq 0,05$ ) con el T1. La textura presentó diferencias ( $p \leq 0,05$ ) para el día 14 entre el tratamiento control y T1 (iguales entre sí) en relación con el T9; comportamiento similar fue encontrado para el día 21. Para los días 14 y 21 para el atributo olor, presentaron diferencias ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos control y T1 (iguales entre sí) en relación al T9.

Del análisis fisicoquímico se observó que en el día 0 para todas las propiedades fisicoquímicas, excepto la grasa, no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p \geq 0,05$ ). Para los días 7, 14, 21 y 28 existen diferencias significativas.

El uso de cultivos iniciadores permitió obtener un queso costeño a partir de leche pasteurizada con características fisicoquímicas y organolépticas similares a las del queso costeño elaborado con leche cruda.

**Palabras clave:** Pasteurización, cultivo láctico, queso costeño, análisis sensorial, características fisicoquímicas.



## **1. INTRODUCCIÓN**

En Colombia, se produce y comercializa el queso costeño, un producto lácteo típico de la Costa Caribe. Este es un tipo de queso que se caracteriza por ser fresco, elaborado de manera artesanal, con inadecuadas condiciones higiénicas, además de esto una de las materias primas utilizadas para su elaboración es la leche cruda, obteniéndose un producto de corta duración en anaquel (Ballesta 2014).

El queso costeño es un derivado lácteo que ocupa un lugar relevante en la canasta familiar de la región Caribe Colombiana; no obstante, el consumo de este producto se ha venido extendiendo por todas las regiones del país. Según la Unidad de Seguimiento de Precios del Ministerio de Agricultura, en el país predomina el consumo de queso fresco, como el campesino y el doble crema. En el año 2017, los quesos frescos se posicionaron como el segundo producto lácteo de mayor consumo en el país (REVISTA IALIMENTOS 2017). El consumo promedio de queso por persona en el país alcanzó, según Nielsen, 1,5 kilogramos en los últimos 12 meses a febrero de 2019 (ABC Economía 2019).

En Colombia existen normas técnicas que regulan y obligan a producir derivados lácteos a partir de leche pasteurizada, tal como lo menciona el Artículo 49 de la Resolución 2310 de 1986 del Ministerio de Salud, sin embargo, en la actualidad el queso costeño aún es elaborado con leche cruda a través de un proceso no estandarizado con una coagulación no controlada que genera un producto con características organolépticas no homogéneas y con una

deficiente calidad microbiológica por su elevada carga microbiana, evidenciando contaminación por deficiencias higiénico-sanitarias durante su proceso de transformación y manipulación (Hernández et al. 2010).

El proceso de pasteurización es esencial para cumplir con los estándares de seguridad alimentaria (Serpa et al. 2016). Este tratamiento térmico no elimina solo las bacterias patógenas y alterantes, sino también aquellas bacterias benéficas propias de la leche (bacterias acidolácticas – BAL's) las cuales, son en gran parte las responsables de la calidad sensorial final del queso, la cual se ve afectada por el tratamiento térmico y provoca cambios en las propiedades fisicoquímicas de los compuestos lácteos (Montel et al. 2014).

Actualmente, muchos productos lácteos se elaboran con cultivos lácticos iniciadores comerciales, que han sido aislados y seleccionados en función de la variedad, de las propiedades deseadas y de la producción de ácido láctico. Los cultivos lácticos se emplean en la industria lechera para la elaboración de diversos productos lácteos y tienen como objeto mejorar el sabor y aroma de dichos productos (Faria y Hennes 2008).

La adición de cultivos lácticos a la leche para la elaboración de quesos también ha tomado mucho interés en los últimos años, con el uso de la pasteurización para controlar microorganismos patógenos, se destruye la flora original microbiana involucrada en la producción de queso; por esta razón, el uso de cultivos lácticos es indispensable ya que; estos cultivos iniciadores ayudan a la transformación de la lactosa en ácido láctico, producción de compuestos aromáticos y sabor, entre otros (Michaelidou et al. 2003).

En este trabajo se evaluó el efecto del empleo de las bacterias lácticas autóctonas aisladas como inóculos en las propiedades fisicoquímicas (acidez, sólidos totales, grasas y proteínas)

y sensoriales (mediante una prueba de aceptación con escala hedónica) del queso costeño elaborado con leche pasteurizada.

Es importante la aplicación de ésta técnica para el sector lácteo del departamento de Córdoba y demás departamentos productores de queso Costeño como Sucre, puesto que se generó un producto que mantuvo el aspecto sensorial y fisicoquímico de un queso costeño obtenido a partir de leche cruda, características a las cuáles están acostumbrados los consumidores. Los beneficiarios directos de esta investigación fueron los consumidores del queso costeño, ya que tendrían un producto con calidad organoléptica aceptable; además, los productores de queso tendrían una tecnología capaz de brindarles seguridad higiénico-sanitaria a los clientes.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. GENERALIDADES SOBRE EL QUESO**

#### **2.1.1 Definición de queso**

Según el Codex Standard 283-1978 (1978) se define por “queso el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante la coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche desnatada/descremada, leche parcialmente desnatada/descremada, nata (crema), nata (crema) de suero o leche de mantequilla/manteca, o de cualquier combinación de estas materias primas, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación, respetando el principio de que la elaboración del queso resulta en una concentración de proteína láctea (especialmente la porción de caseína) y que por consiguiente, el contenido de proteína del queso deberá ser evidentemente más alto que el de la mezcla de los materiales lácteos ya mencionados en base a la cual se elaboró el queso; y/o técnicas de elaboración que comportan la coagulación de la proteína de la leche y/o de productos obtenidos de la leche que dan un producto final que posee las mismas características físicas, químicas y organolépticas definidas anteriormente”.

### **2.1.2 Queso fresco**

De acuerdo a la Norma Técnica Colombiana (NTC) 750, el queso fresco se define como un “producto higienizado, sin madurar, que después de su fabricación está listo para el consumo”.

### **2.1.3 Queso costeño**

Es un producto que corresponde a un queso fresco de consumo inmediato. Es un tipo de queso fresco de consistencia semiduro - duro, no madurado; con un porcentaje de sal entre 1,5 y 3% aproximadamente, es blanco cremoso, con algunos ojos, aroma rancio, con un sabor salado entre moderado y fuerte. Sin aditivos especiales, obtenidos por coagulación enzimática y sin adición de cultivos iniciadores (Chávez y Romero 2006). Es considerado como ícono de la gastronomía del Caribe colombiano por ser un alimento de primera necesidad. Este tipo de queso se produce en forma artesanal, haciéndolo riesgoso para la salud pública, debido a que la leche utilizada en este proceso no es sometida a tratamiento térmico (Ballesta 2014).

### **2.1.4 Características fisicoquímicas del queso costeño**

En la Tabla 1, se muestran las características fisicoquímicas de este alimento.

**Tabla 1.** Características fisicoquímicas del queso costeño.

<b>Características</b>	<b>Valores de referencia</b>
Humedad (%)	45 – 47
Materia grasa (%)	23 – 25
Proteína (%)	19 – 20
Materia grasa en materia seca (%)	44 – 46
Humedad del queso desgrasado (%)	60 – 62
pH	5.0 – 5.2

Fuente: ICTA (1995).

## **2.2. LECHE COMO MATERIA PRIMA EN LA ELABORACIÓN DE QUESOS**

Según el Decreto 616 (2006), la leche es considerada “el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos, bufalinos y caprinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños completos, sin ningún tipo de adición, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración posterior” (MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL 2006).

### **2.2.1 Influencia de la pasteurización en las características de la leche**

La leche es un excelente medio de cultivo para los microorganismos, por tal motivo, en la elaboración de productos lácteos es utilizada la operación de pasteurización; esta es una medida higiénica que está plenamente justificada porque las temperaturas a las que se trabaja durante la fabricación del queso con leche cruda son generalmente propicias para el desarrollo microbiano. La pasteurización produce importantes modificaciones en la estructura de las proteínas solubles; por acción del calor, y de forma proporcional a la

intensidad del tratamiento, las proteínas séricas se desnaturalizan y precipitan junto con las micelas de caseína, quedando retenidas en la cuajada. Como estos componentes tienen la propiedad de captar y retener fuertemente el agua, su inclusión en el coágulo dificulta el desuerado y el endurecimiento (Gonzalez 2010).

Otros efectos que se pueden destacar durante la pasteurización de la leche resaltan la destrucción de microorganismos patógenos perjudiciales para la salud del consumidor, este es el fin primordial por el que se desarrolló este proceso pues se logra la reducción del número total de bacterias presentes con lo que se puede prolongar su periodo de consumo y utilización y la inactivación de ciertas enzimas y bacterias perjudiciales en la elaboración de quesos. Por otro lado, también hay que destacar la destrucción de bacterias y enzimas benéficas, por lo que hay que reemplazarlas por cepas microbianas seleccionadas que permitan obtener la calidad deseada del queso (Meinardi et al. 2004).

Por otra parte, se han realizado estudios sobre las diferencias en la utilización de leche pasteurizada versus leche cruda en la elaboración de quesos, se afirma que al aplicar altas temperaturas (por encima de 72 °C) se producen perjuicios en la leche destinada a la elaboración de quesos. La leche pasteurizada cuaja más difícilmente que la leche cruda, el tiempo de coagulación es mayor, se produce un coágulo más blando, el desuerado es más lento y debido a la formación de un coágulo débil se pierde mayor materia seca en el suero y la separación del lactosuero es muy difícil. Los defectos que se derivan del calentamiento son tanto más graves cuánto más intenso haya sido el tratamiento térmico. Es necesario no superar los 72 °C por 15 segundos; pues un tratamiento térmico más fuerte provocaría la desnaturalización de las proteínas del suero, insolubilizándose y precipitando junto con la

caseína en la coagulación por ácido y cuajo generando quesos de inferior calidad (Sánchez 2003).

### **2.3. BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS**

Las BAL's, son un grupo de bacterias Gram-positivas. Estos microorganismos fermentan lactosa e incrementan el contenido de ácido láctico. Tienen en común características morfológicas, metabólicas y fisiológicas. Los géneros de *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* y *Streptococcus* se utilizan tradicionalmente como cultivos iniciadores para la fermentación de alimentos como el yogur y distintas variedades de queso y bebidas (Heredía 2011).

Las BAL's son consideradas como benéficas, ya que permiten el desarrollo de sabor, aroma y textura, características sensoriales presentes en diversos productos lácteos como lo son el queso, yogur y leches fermentadas, entre otros. Estas propiedades son muy importantes para la industria láctea, ya que permiten elaborar productos con mejores características y de mayor agrado a los consumidores (Marino et al. 2003).

### **2.4. CULTIVOS LÁCTICOS**

La calidad sensorial del queso se ve afectada por el tratamiento térmico y provoca cambios en las propiedades fisicoquímicas de los compuestos lácteos. El sabor del queso es el resultado de las enzimas de los microorganismos relacionados con el queso, en particular, las bacterias del ácido láctico. La microflora natural de la leche cruda se destruye debido a los procesos de pasteurización, por lo tanto, la incorporación de cultivos iniciadores es fundamental para asegurar la acidificación de la leche. Los cultivos iniciadores pueden



prepararse a partir de cepas de bacterias puras o de una mezcla de proporción predeterminada. Estos tipos de cultivos se encuentran formados principalmente por BAL's; entre los géneros más comunes destacan *Lactococcus*, *Lactobacillus* y *Leuconostoc*, ya que su principal función es la reducción del pH y la producción de ácido láctico a partir de lactosa. Como consecuencia, la selección de bacterias iniciadoras es crucial para la producción de compuestos saborizantes en queso hecho de leche pasteurizada para tener éxito con las expectativas del consumidor (Serpa et al. 2016).

#### **2.4.1 Funciones de los Cultivos Lácticos**

Las funciones de los cultivos iniciadores en la elaboración de los quesos se destacan:

1. *Producción de ácido láctico*: La transformación de lactosa en ácido láctico permite aumentar actividad del cuajo, sinéresis del coágulo y desuerado. La producción de ácido láctico es lo que más influye en las propiedades de sabor del producto final (Serna Cock y Rodríguez de Stouvenel 2005).
2. *Producción de aromas*: Algunas bacterias metabolizan el citrato en diacetilo y acetaldehído. Estos son compuestos aromáticos de gran importancia en las características de sabor. Esta producción de aroma se encuentra relacionada con la producción de ácido láctico (Martínez Cuesta et al. 2011).
3. *Actividad Proteolítica*: Aunque la transformación de la proteína en aminoácidos depende en cierta medida del cuajo adicionado, algunas bacterias propenden la precipitación de la caseína (coagulación ácida), esto produce cambios importantes en la textura y sabor (Mendia et al. 2000).

4. *Producción de sustancias antimicrobianas*: Permiten el control del pH y la producción de bacteriocinas, éstas combaten a bacteriófagos endémicos de la zona (Rojas y Vargas 2008).

5. *Producción de gas*: En algunos tipos de quesos la producción de dióxido de carbono es crucial para la presentación del producto, esto se ve reflejado en los ojos u orificios característicos del producto final (Ramírez et al. 2011).

## **2.5. ANÁLISIS SENSORIAL**

El análisis sensorial, como método científico, permite provocar, medir, analizar e interpretar las reacciones hacia los alimentos percibidos a través de los órganos de los sentidos. Contempla la investigación de cualquier tipo de atributo y propiedad sensorial de los alimentos, desde el olor, hasta la intensidad del sabor e incluso la fibrosidad en términos de textura. Para la medición del nivel de agrado y/o desagrado hacia un alimento se puede utilizar las pruebas afectivas que permiten conocer la reacción subjetiva de un juez hacia un producto, si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro (Stone y Sidel 2004).

Las pruebas afectivas utilizan jueces no entrenados, es decir personas que juzgan el alimento en su rol de consumidor. Pueden clasificarse en dos categorías principales, tales como las pruebas de preferencia y las pruebas de aceptación estas últimas miden el nivel de satisfacción, gusto o desagrado, hacia un producto, mediante una escala hedónica, al compararlo con otros (López y Delgado 2015).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**

Este estudio fue de tipo experimental, se llevó a cabo en la Planta de Lácteos del SENA, Sede La Gallera en Sincelejo, en la Planta Piloto de Operaciones Unitarias de la Universidad de Sucre y en las instalaciones del Laboratorio de Análisis de Alimentos de la Universidad de Córdoba, Campus Berástegui, ubicada en el kilómetro 12 vía Cereté - Ciénaga de Oro del departamento de Córdoba – Colombia (Instituto Geográfico Agustín Codazzi 2015).

#### **3.2. VARIABLES**

##### **3.2.1 Variables independientes**

- Tipo de cultivos.
- Concentración de cultivos.

##### **3.2.2 Variables dependientes**

- Características fisicoquímicas (Acidez, sólidos totales, grasas y proteínas).
- Atributos sensoriales de: Olor, sabor, color, textura y apariencia general.

#### **3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se realizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x3, que corresponden a tres niveles de volumen de inóculo y tres tipos de mezclas de cultivos; con tres repeticiones para un total de 27 unidades experimentales (Tabla 2).

**Tabla 2.** Diseño experimental\*.

<b>Tratamientos</b>	<b>% de Cultivos **</b>	<b>Cultivo 1</b>	<b>Cultivo 2</b>	<b>Cultivo 3</b>
<b>1</b>	2	X		
<b>2</b>	3	X		
<b>3</b>	4	X		
<b>4</b>	2		X	
<b>5</b>	3		X	
<b>6</b>	4		X	
<b>7</b>	2			X
<b>8</b>	3			X
<b>9</b>	4			X

\*Cada tratamiento fue realizado con tres (3) repeticiones.

\* **Porcentaje de Cultivo (%)\*:** Corresponde al porcentaje de inóculo (v/v) con respecto a la leche a inocular. Es decir, para 100 mL de leche a inocular se añaden 3 mL de cultivo iniciador.

Los porcentajes de los cultivos se determinaron con base a las indicaciones de los cultivos comerciales utilizados para elaborar yogurt, los cuales indican añadir en un rango de 2% y 3% de inóculo a la leche y teniendo en cuenta los porcentajes de inóculos de bacterias lácticas utilizados en otros proyectos de elaboración de queso (Rodríguez et al. 2007). Donde utilizan el 2% (v/v) de cultivo iniciador. De igual manera Morais (2004) añadió un 2% (v/v) de fermentos lácticos autóctonos y comerciales

\*\* **Cultivo 1:** 60% *Lactobacillus brevis*, 20% *Leuconostoc lactis* y 20% *Lactobacillus fermentum* (Lb60+Ll20+Lf20).

**Cultivo 2:** 50% *Lactobacillus brevis*, 25% *Leuconostoc lactis* y 25% *Lactobacillus fermentum* (Lb50+Ll25+ Lf25).

**Cultivo 3:** 40% *Lactobacillus brevis*, 30% *Leuconostoc lactis* y 30% *Lactobacillus fermentum* (Lb40+ Ll30+ Lf30).

Las proporciones de los cultivos fueron estimados al azar pero teniendo en cuenta las proporciones utilizadas en otros trabajos de investigación (Rodríguez et al. 2007). Por lo general, cuando se utilizan tres (3) cepas las proporciones son 2:1:1, 1:1:1 ó 0.5:0.5:1 (Serpa et al. 2016) (Poveda 2007).

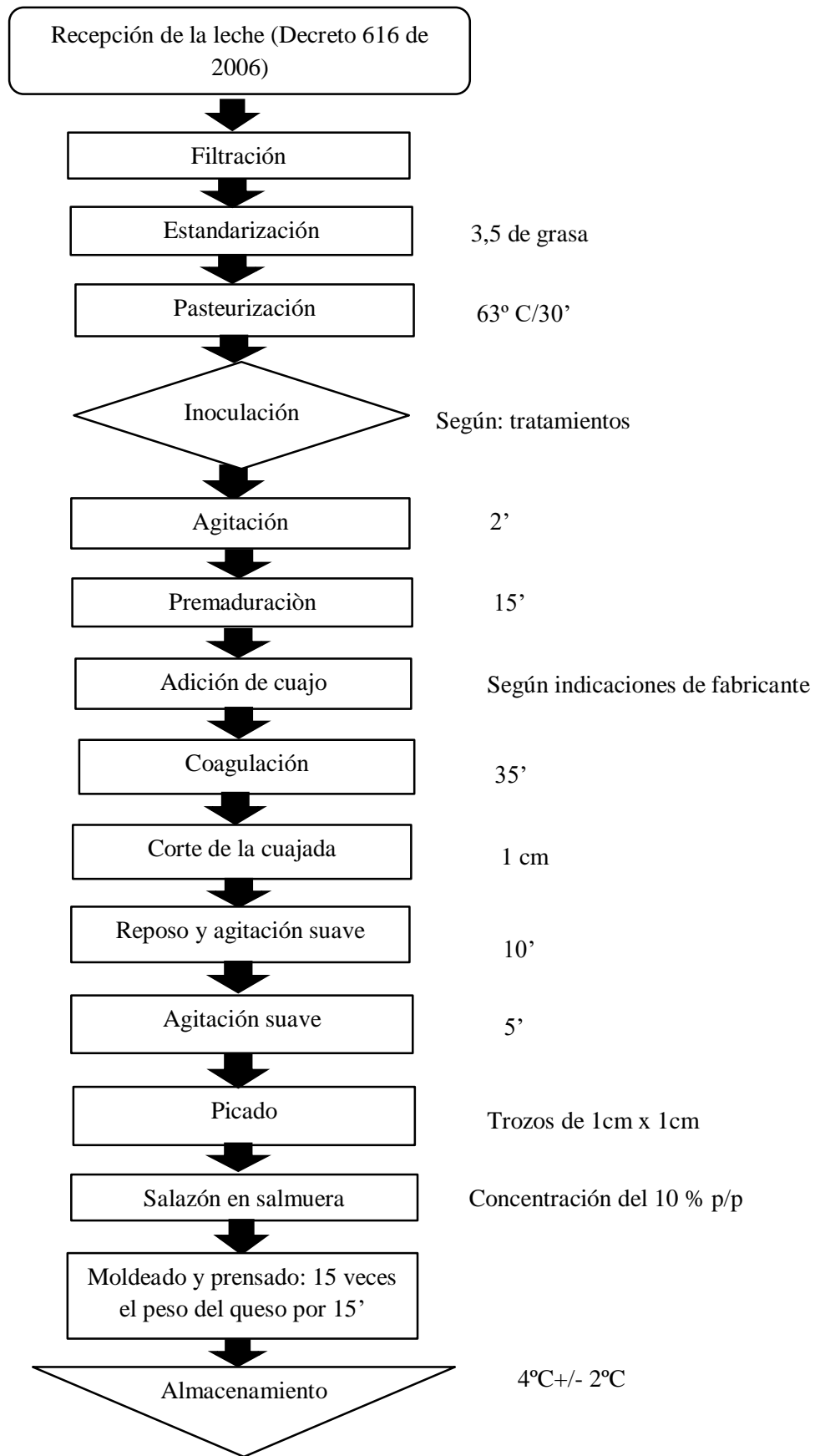
### **3.4. PROCEDIMIENTOS**

#### **3.4.1 Materias primas**

Para la elaboración de los quesos (Tratamientos y muestra control) se utilizó leche cruda proporcionada por la granja del SENA ubicada en la sede de la Gallera - Sucre. Se utilizaron bacterias lácticas autóctonas aisladas como inóculos proporcionados por una investigación realizada en la Maestría en Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Córdoba titulada “efectos de la utilización de bacterias lácticas autóctonas en las propiedades del queso costeño obtenido de leche pasteurizada” y los demás ingredientes fueron obtenidos del comercio local de la ciudad de Sincelejo.

#### **3.4.2 Elaboración del queso costeño a partir del empleo de los cultivos iniciadores y leche pasteurizada**

El queso costeño picado se elaboró a partir de los tratamientos definidos con las mezclas y proporciones de cultivo seleccionados (Anexo A) siguiendo la metodología y variables de proceso óptimas, que maximizan el rendimiento (Serpa et al. 2014). Las operaciones del proceso se muestran en la Figura 1.



**Figura 1.** Diagrama de flujo para la elaboración de queso costeño pasteurizado.

Fuente: Autores, 2020

Además, se elaboró una muestra de queso control a partir de leche cruda sin pasteurizar y sin cultivos para ser utilizado como control.

### **3.4.3 Prueba de aceptación**

Para evaluar cuales tratamientos obtuvieron los mejores resultados referente al grado de aceptación por parte de los consumidores, los quesos fueron evaluados sensorialmente a través de una prueba de aceptación por medio de una escala hedónica de 9 puntos; donde 1 es “Me disgusta extremadamente” y 9 “Me gusta extremadamente”, teniendo en cuenta los atributos de Olor, Sabor, Color, Textura y Apariencia general, con la participación de 50 catadores consumidores (Anexo B). La prueba fue realizada utilizando bloques al azar, ya que, por recomendaciones sensoriales un catador puede evaluar un máximo de 3 muestras por sesión (Poveda 2007).

Con los dos mejores tratamientos seleccionados en la etapa anterior se realizó nuevamente una prueba de aceptación junto con el testigo (tratamiento control) con respecto al tiempo (0, 7, 14, 21 y 28 días de almacenamiento) para determinar si existen diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos, evaluando las características de Olor, Sabor, Color, Textura y Apariencia general con escala hedónica de 9 puntos (Anexo B). Esta prueba se realizó con 50 catadores consumidores potenciales del producto.

### 3.4.4 Caracterización fisicoquímica del queso costeño

Se evaluaron las características fisicoquímicas a los dos tratamientos obtenidos con mayor aceptación en un tiempo de 30 días (tiempos 0, 7, 14, 21 y 28 días). En la Tabla 3, se presentan las propiedades fisicoquímicas determinadas.

**Tabla 3.** Métodos para determinar las propiedades fisicoquímicas del queso costeño.

ANÁLISIS	MÉTODO DE REFERENCIA	MÉTODO
Acidez	AOAC 920.124; NTC 750	Acidez titulable
Sólidos totales	AOAC 925.10; NTC 750	Humedad
Grasa	NTC 4722; NTC 4723	Método gravimétrico
Proteínas	AOAC 991-20-23	Kjeldahl

### 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para la realización del estudio fue utilizado un diseño completamente aleatorizado bajo un arreglo factorial 3x3 correspondientes a los factores proporción de bacterias BAL's y volumen de inóculo con tres repeticiones totalizando 27 unidades experimentales. Los resultados de la aceptación sensorial fueron analizados por medio de un análisis de varianza (ANOVA) ( $p \leq 0,05$ ) y una vez comprobado diferencias entre los tratamientos se utilizó el test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). De igual manera, se realizó un estudio en el tiempo con la adición de un tratamiento control de las variables sensoriales y fisicoquímicas, que fue comparado con los tratamientos realizados. Todos los resultados fueron analizados por medio de un análisis de varianza (ANOVA) ( $p \leq 0,05$ ) y una vez comprobado diferencias entre los tratamientos se utilizó el test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Todos los análisis fueron realizados utilizando el paquete estadístico SAS Studio versión 3.71.



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ANÁLISIS DE PRUEBA DE ACEPTACIÓN

La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos para la prueba de aceptación en la etapa 1 y en el Anexo C se aprecia los resultados estadísticos.

**Tabla 4.** Resultados obtenidos para la prueba de aceptación\*.

Tratamientos**	Apariencia general	Color	Sabor	Textura	Olor
1	7,35±0,79a*	7,51±0,68a*	7,15±0,90a*	7,52±0,71a*	7,01±0,91a*
2	7,07±0,92ab	6,88±0,77bc	6,69±1,07ab	6,92±1,11c	6,55±1,00abc
3	7,30±1,03a*	7,37±1,16ab	6,72±1,06ab	7,23±0,86abc	6,77±0,85abc
4	6,71±1,01b	6,60±1,01c	6,59±0,97ab	6,72±0,92b	6,63±1,29c
5	7,31±0,79a*	7,44±0,73a*	7,15±0,90ab	7,15±0,79abc	6,80±0,88ab
6	7,28±0,79a*	7,00±0,88abc	7,23±0,94a*	7,03±0,88abc	6,33±0,79bc
7	7,43±0,94a*	7,29±0,77ab	7,17±1,03ab	7,33±0,84ab	6,78±0,99abc
8	6,65±1,08b	6,73±0,93c	6,58±1,17b	6,97±0,93bc	6,38±1,03bc
9	7,39±0,77a*	7,45±0,74a*	7,12±1,04ab	7,40±0,80ab*	6,85±0,88ab*

\*Letras diferentes en la misma columna diferencia significativa según Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

\*\*Promedio de 50 repeticiones  $\pm$  desviación estándar.

Los tratamientos T1 (Lb60+Ll20+Lf20 con volumen de inóculo del 2%) y T9 (Lb40+ Ll30+ Lf30 con volumen de inóculo del 4%) presentaron los mayores valores promedios en todos los atributos evaluados, y no presentaron diferencias estadísticas entre sí ( $p \geq 0,05$ ).

Las BAL's como *L. brevis*, *L. fermentum* y *L. lactis* son bacterias heterofermentativas que producen ácidos orgánicos (Morais 2004), como el ácido láctico, el cual aporta un sabor ácido fresco, mejora cuerpo y textura en los quesos y además de ácido láctico, estas producen

ciertas cantidades de ácido acético y etanol con la generación de dióxido de carbono, lo que conlleva a la formación de ojos en los quesos (Parra 2010). Durante la proteólisis al degradar la caseína se generan péptidos libres, estos péptidos son hidrolizados a aminoácidos como metionina, leucina y fenilalanina. La presencia de aminoácidos libres, contribuyen al sabor, aroma y apariencia del queso (Acevedo et al. 2018).

Para el atributo apariencia los tratamientos 1 y 9 difieren ( $p \leq 0,05$ ) de los tratamientos T4 (Lb50+Ll25+ Lf25 con volumen de inóculo del 2%) y T8 (Lb40+ Ll30+ Lf30 con volumen de inóculo del 3%).

De acuerdo a la Tabla 4 para estos dos tratamientos (T1 y T9), no hubo diferencias estadísticas significativas en la calificación de todos los parámetros. Ambos presentaron una calificación por encima de 7 en la escala hedónica, que corresponde al término hedónico “Me gusta moderadamente”, siendo esta considerada muy aceptable. Acorde a Dutcosky (2013), y Santana y Oliveira (2005) afirman que un producto sea considerado como aceptado, en términos de sus propiedades sensoriales, es necesario que obtenga una aceptación mínima de 70%, en el cual podría afirmar que bajo las condiciones experimentales estudiadas ambos quesos tendrían grandes posibilidades de ser aceptados por el público consumidor.

Rodríguez et al. (2007) utilizaron diferentes proporciones de cepas aisladas de un queso venezolano ahumado andino; unas de las cepas seleccionadas fue la de mayor velocidad de acidificación, lo que contribuyó a mejorar las características organolépticas del queso elaborado con leche pasteurizada. Sin embargo, Seseña et al. (2014) realizaron un estudio con tres cepas de bacterias lácticas autóctonas aisladas de un queso artesanal de leche de oveja manchega que iba a ser inoculado en la leche pasteurizada donde recomendaron una

proporción de 1:1:2 para la preparación de un cultivo iniciador, proporciones similares al del presente estudio utilizadas en los tratamientos 4, 5 y 6.

De acuerdo al parámetro Apariencia, los tratamientos 1, 2, 3, 5, 6, 7 y 9 no presentan diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ), con medias de valor aceptable en la escala hedónica (por encima de 7), mientras que los tratamientos 4 y 8 son diferentes, y presentaron las menores puntuaciones.

En cuanto al Color, los tratamientos 1, 3, 5, 6, 7 y 9 no presentan diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) y presentaron medias de valor aceptable en la escala hedónica y son diferentes a los tratamientos 2, 4 y 8.

En el parámetro Sabor, los tratamientos 1 y 6 son diferentes al tratamiento 8. Mientras que los tratamientos 2, 3, 4, 5, 7 y 9 son iguales al tratamiento 8. Los tratamientos 1, 5, 6, 7 y 9 presentaron medias de valores aceptables en la escala hedónica.

Para el parámetro Textura, el tratamiento 1 es diferente de los tratamientos 2, 4 y 8, pero es igual a los tratamientos 3, 5, 6, 7 y 9. Los tratamientos 1, 3, 5, 6, 7 y 9 presentaron medias de valores aceptables en la escala hedónica.

Respecto al Olor, se observa que el tratamiento 1 es diferente de los tratamientos 4, 6 y 8.

Solo el tratamiento 1 presentó media de valor aceptable en la escala hedónica.

La Tabla 5 presenta los resultados de la prueba de aceptación sensorial por medio de una escala hedónica teniendo en cuenta la variable Tiempo, realizado a los tratamientos T1 y T9 (seleccionados en la etapa anterior) y la muestra control. Los resultados del análisis sensorial muestran que los tratamientos T1 y T9 son estadísticamente iguales ( $p \geq 0,05$ ) a la muestra

control en el tiempo 0 y a los 7 días. Se puede notar que para todas las características durante los primeros 7 días no se observaron diferencias estadísticas ( $p \geq 0,05$ ) y el tratamiento T1 tuvo calificaciones por encima de siete para todos los atributos sensoriales en el tiempo cero. Seseña et al. (2014) describen un cultivo iniciador formado por tres cepas de bacterias lácticas autóctonas aisladas que, al ser incorporadas como un cultivo iniciador en determinadas proporciones, confiere a los quesos Manchegos elaborados con leche pasteurizada propiedades sensoriales características de esta variedad de quesos muy similares a las de los quesos artesanales.

**Tabla 5.** Resultados de la prueba de aceptación de los quesos en el tiempo.

<b>Tratamiento</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Apariencia</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Olor</b>
<b>Control</b>	0	7,18 a	6,84 <sup>a</sup>	6,86a	6,86 <sup>a</sup>	7,00a
<b>Control</b>	7	7,06 a	6,85 <sup>a</sup>	6,32a	6,93 <sup>a</sup>	6,65a
<b>Control</b>	14	6,94a	6,86 <sup>a</sup>	6,70a	7,00a	6,30a
<b>Control</b>	21	6,42b	7,04 <sup>a</sup>	5,88b	6,52b	6,06b
<b>T1</b>	0	7,35a	7,51 <sup>a</sup>	7,15a	7,52 <sup>a</sup>	7,01a
<b>T1</b>	7	7,07a	6 <sup>a</sup>	6,51a	7,17 <sup>a</sup>	6,70a
<b>T1</b>	14	6,78a	6,80 <sup>a</sup>	5,88b	6,82 <sup>a</sup>	6,44a
<b>T1</b>	21	6,38b	6,82 <sup>a</sup>	3,82c	6,42b	6,18b
<b>T9</b>	0	7,39a	7,45 <sup>a</sup>	7,12a	7,40 <sup>a</sup>	6,85a
<b>T9</b>	7	6,82a	7,06 <sup>a</sup>	6,36 <sup>a</sup>	6,79 <sup>a</sup>	6,42a
<b>T9</b>	14	6,26b	6,66b	5,60b	6,18b	6,00b
<b>T9</b>	21	6,72ab	7,18 <sup>a</sup>	5,940 b	7,06 <sup>a</sup>	6,66a

\* Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas según Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

En la Tabla 5, se puede notar que para el atributo apariencia no existen diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre las medias de todos los tratamientos durante los días 0 y 7. Sin embargo, el día 14, existen diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos T9 con el control y el T1. Se puede afirmar, que la apariencia de los quesos elaborados, incluyendo la muestra control, se mantiene durante la primera semana sin diferencias estadísticamente significativas.

Alvarado et al. (2007) inocularon cepas de *Lactobacillus* y *Lactococcus* aisladas de un queso artesanal en quesos elaborados con leche pasteurizada encontrando equivalencia al queso elaborado con leche cruda en cuanto a la apariencia general y que estas bacterias son las responsables de proporcionar las características particulares del queso.

El atributo color, no presentó diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre los tratamientos en ninguno de los tiempos, excepto el tratamiento T9 en el tiempo 14. Alvarado et al. (2007) reportaron que no existen diferencias significativas en atributos como el color entre un queso control elaborado con leche cruda y quesos elaborados con leche pasteurizada y cepas aisladas de *Lactobacillus* y *Lactococcus*. Esto indica que las cepas autóctonas agregadas logran desarrollar características sensoriales semejantes a las que tendría un queso elaborado a partir de leche cruda.

Con relación al atributo sabor, no presentó diferencias ( $p \geq 0,05$ ) entre los tratamientos durante el día 7, significando que el sabor se mantiene similar en todos los tratamientos y la muestra control. Sin embargo, se observaron diferencias ( $p \leq 0,05$ ) en el día 14 entre el tratamiento control con los T1 y T9, donde el tratamiento control obtuvo el mayor valor. Para el día 21 no se observan diferencias ( $p \geq 0,05$ ) entre el tratamiento control y el T9; pero diferencian ( $p \leq 0,05$ ) con el T1, siendo este el de menor valor. Cabe aclarar, que para todas las muestras la calificación disminuyó en la medida que transcurrió el tiempo y esto es común, ya que, acorde a Brito et al. (2003) el queso es un producto que modifica su sabor en la medida que ocurre la maduración. Ramos et al. (2009) reportaron que *L. fermentum* fue una de las especies identificadas posible que pueda utilizarse para manufacturar el queso crema tropical con leche pasterizada. En una evaluación sensorial de fabricación de queso con *L. pentosus* y *L. fermentum* se obtuvo una puntuación alta de sabor típico y de sabor agradable

por consumidores. Una de las principales BAL usadas en cultivos lácticos para desarrollar sabores y aromas en productos lácteos fermentados es el *L. lactis* (Heredia 2011).

De los resultados obtenidos se podría inferir que no existen diferencias ( $p \geq 0,05$ ) entre los tratamientos y el control en cuanto a la textura durante en los primeros 7 días del estudio. La textura presentó diferencias ( $p \leq 0,05$ ) para el día 14 entre el tratamiento control y T1 (iguales entre sí) en relación con el T9; comportamiento similar fue encontrado para el día 21; siendo que el tratamiento T9 mostró el mayor valor. Zamora et al. (2013) desarrollaron y caracterizaron queso simbiótico elaborado con *Saccharomyces boulardii* e inulina no encontrando diferencias ( $p \geq 0,05$ ) entre los quesos control y simbiótico en los atributos color y sabor; sin embargo, en la textura encontraron diferencias ( $p \geq 0,05$ ) con mayor preferencia para el queso simbiótico.

Para el atributo olor no se observaron ( $p \leq 0,05$ ) diferencias entre los tratamientos y la muestra control durante los primeros 7 días de estudio. El tratamiento T1 y el control presentaron calificaciones por encima de 7 en el día 0 y el tratamiento T9 un valor inferior a 7. Sin embargo, para los días 14 y 21 presentaron diferencias ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos control y T1 (iguales entre sí) en relación con el T9; siendo este el de mayor puntuación para el día 21. Narváez et al. (2017) reportaron que los quesos con las cepas aisladas de queso artesanal de leche de cabra, presentaron diferencias ( $p \leq 0,05$ ) en cuanto a las características organolépticas de sabor, olor y textura con respecto al control elaborado con leche sin cepas añadidas, lo cual deja de manifiesto que existen características presentes en los quesos con cepas añadidas que son atribuidas a las cepas adicionadas.

En términos generales, se puede notar que para todas las características sensoriales estudiadas durante el día 7 no presentaron diferencias ( $p \leq 0,05$ ) y el tratamiento T1 obtuvo calificaciones

por encima de 7 en el día 0 y para las características de apariencia, color y textura en el día 7. Pacheco (2004) al estudiar el efecto de la concentración de cultivo láctico en las características sensoriales del queso Cabaña encontró que la cantidad de cultivo láctico fue determinante en los atributos de sabor y olor del queso. Los tratamientos de menor concentración del cultivo láctico presentaron las mejores características sensoriales. Serpa et al. (2016) encontraron calificaciones sensoriales similares con el tratamiento control (queso costeño) y los quesos de prueba (quesos elaborados con cultivos comerciales y leche pasteurizada), e incluso, uno de los tratamientos con calificaciones por encima de la muestra control.

Morales et al. (2020) afirman que los jueces no encontraron diferencias ( $p \geq 0,05$ ) entre un queso crema elaborado tradicionalmente con leche cruda y el del tratamiento cuando se aplicó una prueba sensorial, el tratamiento formulado con las cepas demostró tener aceptabilidad entre los consumidores.

Castillo (2014) encontró que al efectuar el análisis sensorial los consumidores detectaron diferencias perceptibles entre el queso de origen y el queso elaborado con cultivos iniciadores, pero no desagradables al paladar; estas diferencias en las características sensoriales pueden estar relacionada con el inóculo empleado. Ballesta (2014), realizó una prueba sensorial de sabor y textura manifestando que el tratamiento con cuajo microbiano y cultivos lácticos presentó diferencias ( $p \leq 0,05$ ) con respecto a los tratamientos y además obtuvo las mejores calificaciones.

## 4.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LOS QUESOS

En la Tabla 6, se pueden apreciar los resultados fisicoquímicos obtenidos para los quesos costeños elaborados con leche pasteurizada y adición de bacterias lácticas autóctonas y el queso control elaborado con leche cruda sin adición de cultivos iniciadores.

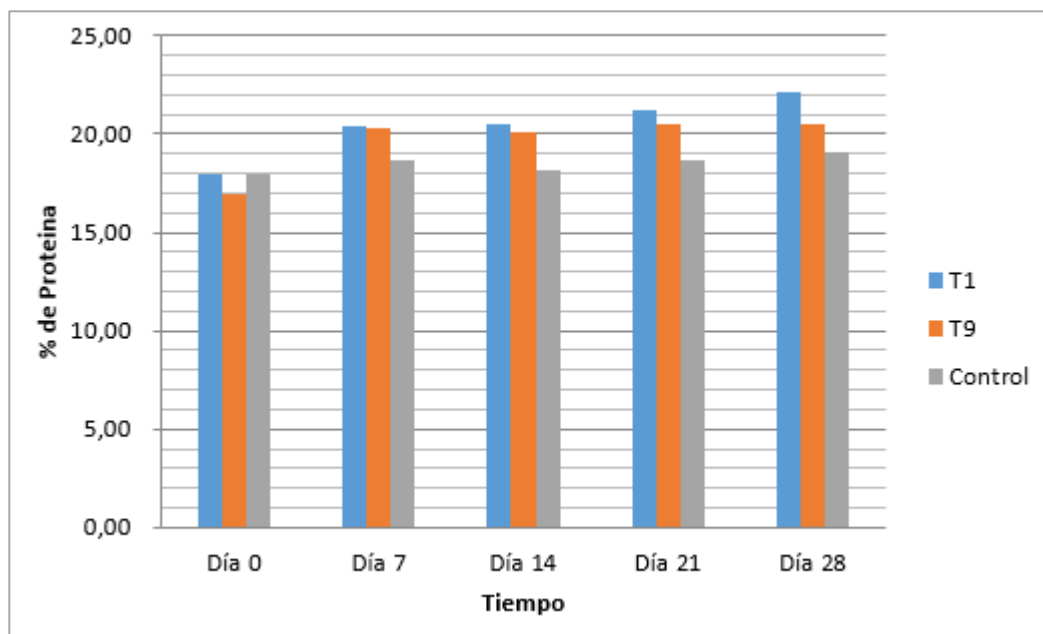
**Tabla 6.** Resultados fisicoquímicos de los tratamientos en el tiempo.

Tratamiento	Tiempo	Proteína	Sólidos Totales	Grasa	Acidez
Control	0	17,97c*	48,06c*	23,50c*	0,86c*
Control	7	18,70c	50,30 <sup>a</sup>	25,00b	0,90c
Control	14	18,13c	50,20 <sup>a</sup>	25,00b	1,01b
Control	21	18,70c	50,20 <sup>a</sup>	25,00b	1,08b
Control	28	19,03a	50,00a	26,50 <sup>a</sup>	1,10b
T1	0	17,91 c*	47,70c*	22,1667 d	0,91c*
T1	7	20,38b	49,30b	23,50c	0,94c
T1	14	20,55b	49,50b	23,50c	1,12b
T1	21	21,17ab	49,54b	23,80c	1,15b
T1	28	22,12a	50,02 a	24,30b	1,26a
T9	0	16,94c*	47,24c*	22,00d	0,84c*
T9	7	20,30b	49,00b	23,00c	0,88c
T9	14	20,13b	48,30c	23,00c	0,97c
T9	21	20,52b	48,70c	23,10c	1,02b
T9	28	20,50b	49,25b	24,40b	1,09b

\* Letras diferentes en la misma columna significan diferencia significativa según Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Análisis de proteína.** Para los resultados de proteína (Tabla 6), no se observan diferencias ( $p \geq 0,05$ ) para los tratamientos en el día 0. Para los días 7, 14 y 21 se observan diferencias ( $p \leq 0,05$ ) entre el tratamiento control con T1 y T9, siendo el T1 el que presenta el mayor porcentaje de proteína, mientras que el control el menor contenido (Gráfico 1).





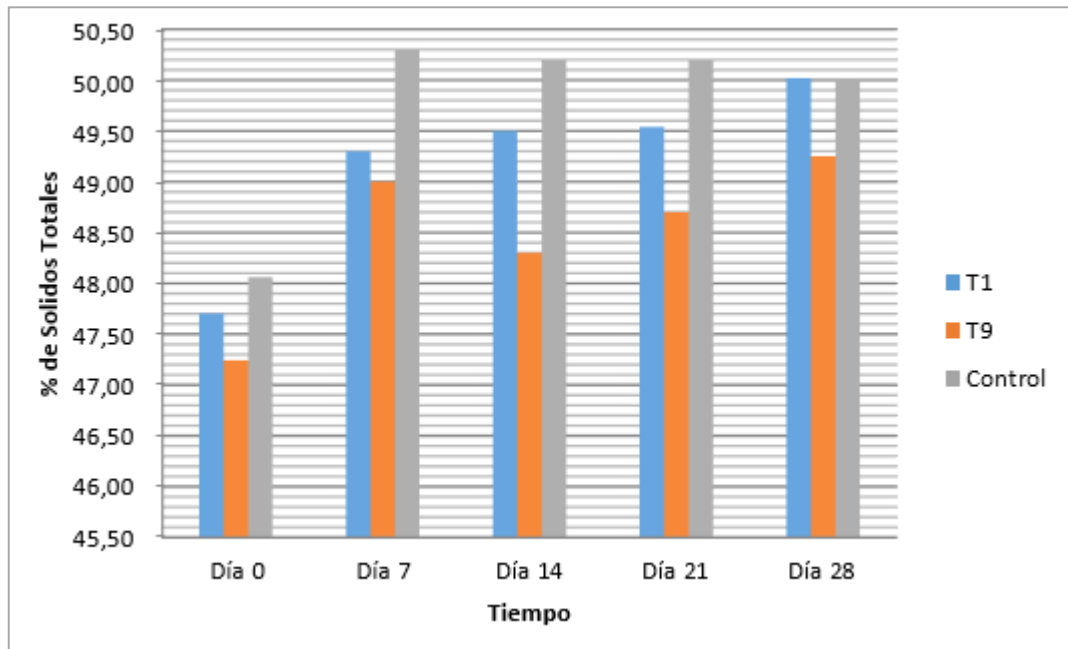
**Gráfico 1.** Porcentaje de Proteína con respecto al Tiempo.

Los resultados muestran que el contenido de proteína aumentó con el tiempo. Es de esperarse que esto ocurra, debido a la pérdida de humedad en el queso; por ende, se concentran más los sólidos en el producto al provocar una disminución de la hidratación de las proteínas que conduce a una mayor interacción de estas provocando el aumento de la firmeza de la matriz proteica (Ramírez y Vélez 2012).

El rango de valores del contenido de proteína para el tratamiento T1 se encuentra entre 17,91 y 22,12% y el T9 entre 16,94 y 20,52%. El tratamiento control se encuentra entre 17,97 y 19,03%, siendo el tratamiento T1 con mayor porcentaje de proteína (Gráfico 1). Estos resultados son similares a los reportados por Ballesta (2014), quien reporta valores de 18,42 y 20,48% en queso costeño. Todos los valores del presente estudio corresponden con los valores promedios de proteína para el queso costeño (ICBF- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar 2018). De igual manera, en el manual de elaboración del queso costeño desarrollado por el ICTA el porcentaje de proteína se encuentra un rango de 19 y 20% (ICTA

1995). A pesar de esto, los resultados no concuerdan con la teoría, ya que el contenido de proteína en quesos pasteurizados debería ser menor que otros quesos no tratados debido al tratamiento térmico y posterior desnaturalización de la misma. Es probable, que la presencia de *L. fermentum* en el cultivo iniciador haya influido en la proteólisis, aumentando la concentración, otra explicación posible sería que los microorganismos presentes en el queso control, al encontrarse en cantidad elevada, hayan promovido mayor degradación de las proteínas de la cuajada con la consecuente pérdida de productos nitrogenados hacia el suero (Ramos et al. 2009). No obstante, Cobo et al. (2019) evidenciaron que el uso de las cepas en el queso crema de Ocosingo aumentó el contenido de proteína en el queso elaborado a partir de leche pasteurizada.

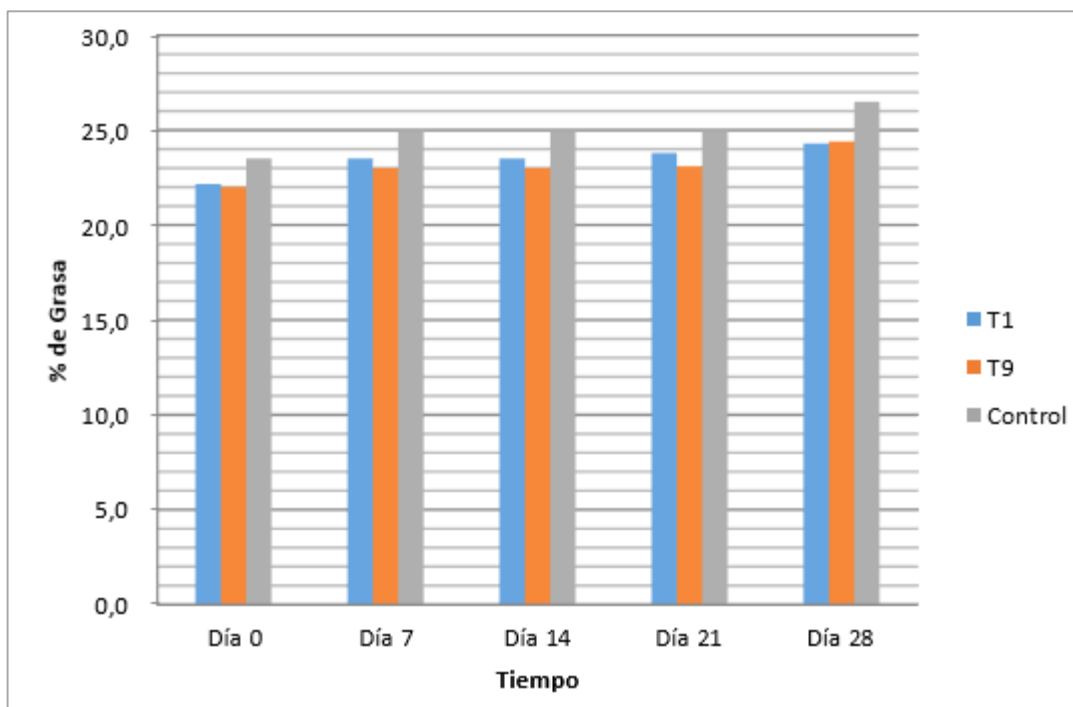
**Análisis del contenido de sólidos totales.** En la Tabla 6 se puede observar que para el día 0 no existen diferencias entre los tratamientos. Sin embargo, existen diferencias ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos para los días 7, 14, 21 y 28. El porcentaje de sólidos totales aumentó con respecto al tiempo, siendo que el tratamiento control presentó el mayor porcentaje durante el tiempo del estudio (Gráfico 2). Es probable que el consecuente aumento de los sólidos totales haya sido causado por el aumento de acidez provocada por la adición de las bacterias en los tratamientos T1 y T9. posiblemente se ve influenciada 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. El tratamiento control y el tratamiento T1 obtuvieron los valores más altos de acidez y de igual manera los valores más altos para el porcentaje de sólidos totales.



**Gráfico 2.** Porcentaje de Sólidos Totales con respecto al Tiempo.

Al terminar el día 28, el porcentaje de sólidos totales en todas las muestras se encuentra entre 49,25 y 50,02% (Gráfico 2). Hernández y Peñate (2015) reportaron valores entre 51,28 y 53,03% para queso costeño picado. Al comparar los resultados se evidencia que los resultados obtenidos en esta investigación están por debajo. Sin embargo, todos los tratamientos tienen porcentajes similares con lo reportado por Ballesta (2014) (48,13 y 49,38% para queso costeño).

**Análisis del contenido graso.** Se evidencia diferencias ( $p \leq 0,05$ ) entre el tratamiento control con el T1 y T9; siendo que el control mostró mayores valores durante el tiempo (Tabla 6 y Gráfico 3).

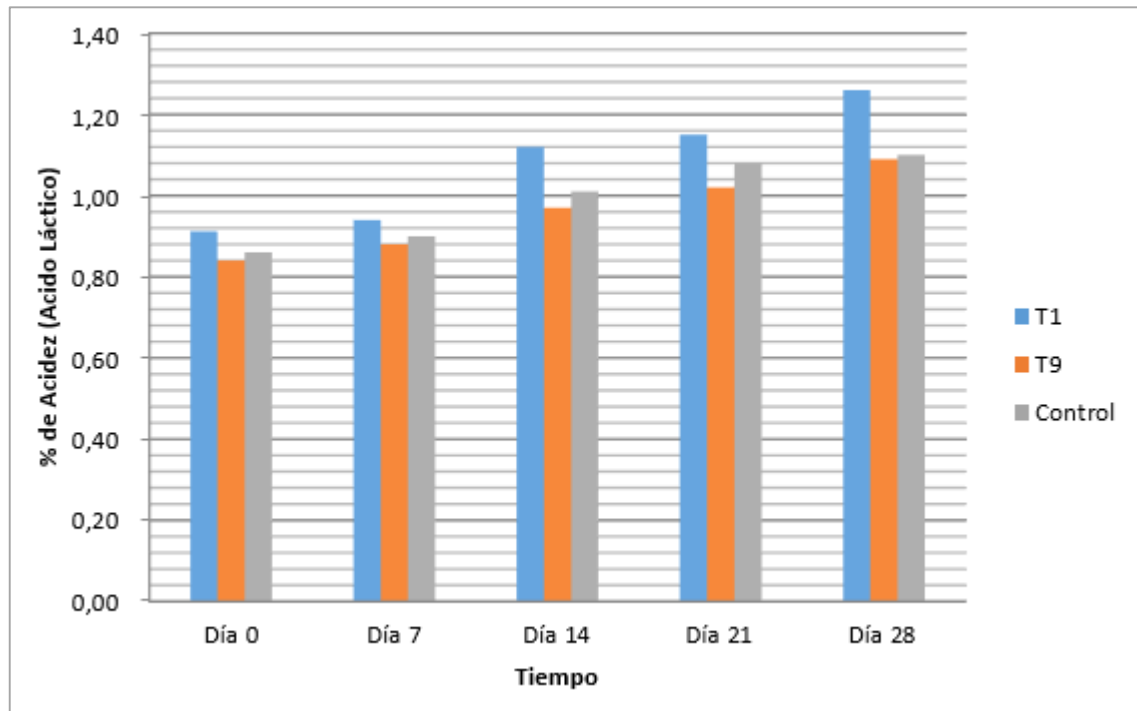


**Gráfico 3.** Porcentaje de Grasa con respecto al tiempo.

El rango de valores para el tratamiento T1 se encuentra entre 22,00 y 24,30%, el T9 22,00 y 24,40% y el control 23,50% y 26,50%, siendo este con los valores más altos (Gráfico 3). La hidrólisis enzimática de los triacilglicéridos en la cual se liberan ácidos grasos y glicerol, es esencial para el desarrollo de los quesos, los ácidos grasos libres, no solo se producen debido a la acción de las lipasas, sino también se liberan durante el metabolismo de los aminoácidos por las bacterias. Es probable que la combinación de las bacterias en los tratamientos haya afectado la lipólisis del queso, afectando la hidrólisis de algunos triacilglicéridos, resultando que los valores no aumentaran significativamente con el tiempo (Ramírez-López y Vélez-Ruiz 2016).

Estos resultados fueron similares con los reportados en el manual de elaboración del queso costeño desarrollado por el ICTA (1995) (23-25% de materia grasa). De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio (Tabla 6) y comparados con la Resolución 1804 (1989), para el porcentaje de grasa obtenido de los quesos en estudio se clasifican como quesos semigrasos. Estos resultados coinciden con los porcentajes de grasas reportados para queso costeño (Chávez y Romero 2006) 19,00 y 26,00%; Ballesta (2014) (21,33 y 23,15%); y son menores a los obtenidos por López et al. (2012) (31,00% de grasa).

**Análisis de acidez.** De acuerdo a los resultados fisicoquímicos reportados en la Tabla 6, se observan que no existen diferencias ( $p \geq 0,05$ ) en la acidez durante los primeros 7 días, los tratamientos T1, T9 y control son estadísticamente iguales; pero a partir de los 14 días sí se observan diferencias ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos. En el gráfico 4, se observa que todos los tratamientos aumentaron el porcentaje de acidez con respecto al tiempo, siendo el tratamiento T1 quien reportó los valores de medias más altos con rangos entre 0,91 y 1,26%. Estos valores no concuerdan con los reportados por Ballesta (2014), quien obtuvo valores entre 0,08 y 0,23%. Sin embargo, sí son similares a los de Chávez y Romero (2006) (0,37 y 1,14% de acidez) en quesos costeños elaborados en el departamento de Sucre.



**Gráfico 4.** Porcentaje de Acidez con respecto al Tiempo.

Acorde a Sánchez (2005) los géneros de *Lactobacillus* y *Leuconostoc* son clasificados como heterofermentativos, que además de la producción de ácido láctico producen metabolitos como ácido acético, diacetilo, acetoina, entre otros (Morais 2004). Es probable, que el conjunto de estas tres (3) bacterias estimule la producción de ácido láctico, y por ello, se muestran estos resultados con porcentajes de acidez altos (Ramos et al. 2009). Considerando esto, para el día 21 el tratamiento T1 obtuvo un valor bajo para el atributo de sabor, posiblemente puede estar relacionado a que el tratamiento T1 obtuvo el mayor valor de acidez ocasionando que se presentaron ligeras variaciones en la percepción del sabor.

No obstante, los valores aquí reportados concuerdan con el comportamiento de la acidez en porcentaje de ácido láctico en quesos, que va desde 0,25% en el corte hasta 1,1% después del prensado (Robinson 2003) (Anexo D).

En la Tabla 6 se observa que en el día 0 para todas las propiedades fisicoquímicas, excepto la grasa, no existen diferencias ( $p \geq 0,05$ ) entre los tratamientos. El tratamiento control presenta los porcentajes más bajos en proteína, pero más altos en grasa y sólidos totales. Es decir, el alto porcentaje de grasa compensa los valores bajos de proteína, de ese modo, el tratamiento control presenta al final un mayor porcentaje de sólidos totales.

El análisis sensorial y fisicoquímico, mostraron que los quesos elaborados con cultivos iniciadores, pueden mantener características organolépticas agradables al paladar por dos (2) semanas, de acuerdo a las calificaciones de los panelistas y las características fisicoquímicas aceptables. La evaluación sensorial se realizó hasta el día 21, ya que las muestras para el día 28 no presentaban características sensoriales deseables; con un olor acidificado y un color amarillento; por tal motivo no se procedió a realizar la prueba de aceptación sensorial.

## 5. CONCLUSIONES

La combinación de los géneros *L. brevis*, *L. fermentum* y *L. lactis* en la proporción 60, 20 y 20% respectivamente, con porcentaje de inóculo del 2% (tratamiento T1), resultó ser el tratamiento con mejores resultados; mientras que la combinación 40, 30 y 30% respectivamente, con porcentaje de inóculo del 4% (tratamiento T9) estuvo por debajo de los resultados con respecto al queso elaborado con leche cruda (tratamiento control).

El análisis sensorial y fisicoquímico, mostró que los quesos elaborados con inóculos, pueden mantener características organolépticas agradables por 14 días, obteniendo un producto con una calidad sensorial y fisicoquímica muy similar al queso elaborado con leche cruda.

La utilización del *L. brevis* (60%), *L. fermentum* (20%) y *L. lactis* (20%) con porcentaje de inóculo del 2% (tratamiento T1), en leche pasteurizada es una alternativa para obtener quesos costosos de mejor calidad sanitaria sin afectar las características sensoriales y fisicoquímicas propias de un queso artesanal que puede ser replicada por pequeños y medianos productores.



## 6. RECOMENDACIONES

Realizar estudio sobre el crecimiento de las bacterias lácticas *L. brevis*, *L. fermentum* y *L. lactis* (curva de crecimiento). Al igual, que la producción de sustancias importantes como ácido láctico. También es importante estudiar a fondo su efecto en la proteólisis y su comportamiento frente a las grasas.

A partir de los resultados presentados, continuar evaluando nuevas concentraciones de dichas bacterias lácticas y volúmenes de inóculo para conocer acerca de la simbiosis que se presenta entre estas bacterias y buscar una mejor alternativa como uso para cultivos lácticos.

Se recomienda realizar pruebas microbiológicas tales como Recuento de mohos y levaduras, Recuento de coliformes totales y fecales para cada queso elaborado y así poder evaluar el efecto de las condiciones de operación, proceso de pasteurización dadas en la flora microbiana del queso.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

**ABC Economía. 2019.** Aumenta el consumo de queso en Colombia. (en línea). <https://abceconomia.co/2019/06/11/aumenta-el-consumo-de-queso-en-colombia/> [20 octubre 2019].

**Acevedo, D., Guzmán, L. y Rodríguez A. 2012.** Cultivo iniciador para la producción del suero costeño. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial.* 10 (1): 16-20.

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S169235612012000100003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S169235612012000100003)

Acceso: 15 abril (2020).

**Acevedo, D., Martínez, J. y Gomes, E. 2018.** Determinación de la Calidad Nutricional de Suero Costeño y Queso Costeño de Cabra usando Ratas Wistar (*Rattus norvegicus*). *Información Tecnológica*, 29 (2): 215-224.

**Alvarado, C., Chacón, Z., Otoniel, J., Guerrero, B. y López, G. 2007.** Aislamiento, Identificación y caracterización de bacterias ácido lácticas de un queso venezolano ahumado andino artesanal. Su uso como cultivo iniciador. *Revista Científica* 17 (3): 301-308.

**AOAC. 1990.** Official methods of analysis of AOAC International, Washington, USA. 3000p.

**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 subps. lactis* y *Lactococcus lactis subps. cremoris*). Proyecto de investigación para optar al título de Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

**Brito, C., Manríquez, X., Haydée, L. y Pinto, M. 2003.** Estudio de maduración de queso chanco bajo en grasa elaborado con leche homogeneizada. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 53 (3): 299-305.

**Castillo, A. 2014.** Elaboración de queso tipo poro con cultivos iniciadores obtenidos durante la producción artesanal del alimento. Tesis Ingeniero Químico en Alimento, Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro, México.

**Chávez, A. y Romero, A. 2006.** Diagnóstico de las condiciones microbiológicas y fisicoquímicas del queso costeño producido en el municipio de Sincé- Sucre (Colombia). Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de ingeniero agroindustrial. Universidad de Sucre, Sincelejo.

**Cobo, R., Quijano, R., Gálve, D., Anaya, L. y Vázquez, A. 2019.** Bacterias ácido lácticas nativas como cultivo iniciador para la elaboración de queso crema mexicano. Agronomía Mesoamericana 30(3):855-870.

**CODEX STAN 283-1978.** Codex Standard 283-1978, NORMA GENERAL DEL CODEX PARA EL QUESO, 1-5.

**Decreto 616,** Ministerio de La Protección Social, p.3, Bogotá (2006).

**Dutcosky, S.D. 2013.** Análisis Sensorial de los Alimentos. Curitiba: Champagnat, 4<sup>a</sup>. ed., v. 1, 531p.

**Faria, V. y Henet, J. 2008.** Producción de un queso a partir de leche pasteurizada utilizando cultivos inocuos. Tesis, Universidad de Zulia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Venezuela.

**González, E. 2010.** Caracterización de la composición fisicoquímica del queso fresco elaborado artesanalmente en Sehaulaca, municipio de Minatitlán, Veracruz, Tesis de Médico Veterinario Zootecnista, Facultad de Medicina V. México.

**Heredia, P. 2011.** Caracterización del proceso de producción del queso cocido artesanal y de las principales bacterias ácido lácticas generadoras de aroma. Maestría en Ciencias, CIAD, México.

**Hernández, F., De la Espriella, R. y Hernández, J. 2010.** Caracterización y Diagnóstico de la Calidad Higiénica, Composicional y Sanitaria del Queso Costeño a nivel de Expendio en el departamento de Sucre. Libro de Investigación, 100p.

**Hernández, H. y Peñate C. 2015.** Proceso de obtención de queso fundido tipo untable a partir del queso costeño. Tesis Ingeniero de Alimentos, Universidad de Córdoba, Montería, sede Berástegui.

**ICBF- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2018).** Tabla de Composición de Alimentos Colombianos. Internet, [https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/tcac\\_web.pdf](https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/tcac_web.pdf) [15 abril 2020].

**ICTA,** Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Guía para producir quesos colombianos, Bogotá 1995.

**INTI,** Centro de investigaciones tecnológicas de la industria láctea. (2005). Boletín Lacteo. K. Robinson, R. &. (2003). Fabricación de queso.

**Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2015.** Geoportal (en línea). Internet, <https://geoportal.igac.gov.co/ssigl2.0/visor/galeria.req?mapaId=19>. [15 agosto 2019].

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

[https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/37543/39919](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/37543/39919) Acceso: 15 abril (2020).

**López, T. y Delgado, J. 2015.** Influencia de la marca de distribuidor en la evaluación del consumidor hacia productos de alimentación. Esic Market Economics and Business Journal 46 (2): 371-392.

**Marino, M., Maifreni, M. y Rondinini, G. 2003.** Caracterización microbiológica del queso Montasio artesanal: análisis de sus bacterias autóctonas de ácido láctico. FEMS Microbiol. Letters (229): 133-140.

**Martínez Cuesta, M. C., Peláez, C. y Requena, T. 2011.** Formación de aroma en queso por bacterias lácticas. Principales rutas metabólicas. Internet, <http://hdl.handle.net/10261/63995> [27 noviembre 2019].

**Meinardi, C. A., Zalazar, C. A., Ceresoli, A. E. y Candiotti, M. C. 2004.** Milk treated by heat to increase cheese yield: recovery of clotting properties, *Revista Argentina de Lactología* (23): 67-75.

**Mendia, C., Ibanez, F. C., Torre, P. y Barcina, Y. 2000.** Influence of the season on proteolysis and sensory characteristics of Idiazabal cheese. *Revista de ciencias de la leche* 83(9): 1899-1904.

**Michaelidou, A., Katsiari, M., Voutsinas, L., Kondyli, E. y Alichanidis, E. 2003.** Effect of commercial adjunct cultures on proteolysis in low-fat Kefalograviera-type cheese. *Revista Internacional de Lechería* 13(9): 743-753.

**Montel, M., Buchin, S., Mallet, A., Delbes, C., Vuitton, D., Desmasures, N. y Berthier, F. 2014.** Traditional cheeses: rich and diverse microbiota with associated benefits. *Revista Internacional de Microbiología de Alimentos* 177: 136-154.

**Morais, J. 2004.** Estudio de adecuación de cepas lácticas autóctonas aisladas de leche cruda de oveja Guirra para la elaboración de queso. Tesis Doctor en veterinaria. Universidad autónoma de Barcelona, Barcelona, España.

**Morales, E., Anaya, L., Gálvez, D., Quijano, R. y Vázquez, A. 2020.** Características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de queso crema elaborado con adición de bacterias ácido lácticas como cultivo iniciador. *Biocencia* 22 (1): 93-101.

**Narváez, B., Cruz, M., Hernández, F., Flores, M., Martínez, D. y Rangel, S. 2017.** Selección de bacterias ácido lácticas del queso artesanal de leche de cabra de Coahuila para su uso como cultivos iniciadores. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes 25 (72): 45-52.

**NTC, 750,** Norma Técnica Colombiana sobre productos lácteos, queso, 1-15, Bogotá, Colombia (2000).

**NTC 4722.** Norma Técnica Colombiana sobre Leche y productos lácteos, Método para determinar el contenido de grasa. Método gravimétrico (método de referencia), 11-24, Bogotá, Colombia (1999).

**NTC 4723.** Norma Técnica Colombiana sobre PRODUCTOS LÁCTEOS Y ALIMENTOS A BASE DE LECHE, método para determinar el contenido de grasa por el método gravimétrico de WEIBULL-BERNTRÖP (método de referencia), 11-24, Bogotá, Colombia (1999).

**Pacheco, L. 2004.** Efecto de la concentración de cultivo láctico y la acidez de corte en el tiempo de incubación y las características físicas y sensoriales del queso Cabaña. Tesis Ingeniera en Agroindustria, Universidad Zamorano, Honduras.

**Parra, R. 2010.** Bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos. Internet, <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a12.pdf> [10 Octubre 2020]

**Poveda, C. 2007.** Efecto de la utilización de distintos cultivos iniciadores en la proteólisis del queso Manchego. Otros aspectos de la maduración, Tesis Doctorado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad de Castilla-La Mancha, Castilla-La Mancha.

**Ramírez, J., Ulloa, P. R., Velázquez, M. Y., González, J. A. U. y Romero, F. A. 2011.** Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. *Revista Fuente Año* 2(7): 1-16.

**Ramírez, C. y Vélez, J. 2012.** Quesos frescos: Propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 6 (2): 131-148.

**Ramírez-López, C. y Vélez-Ruiz, J. 2016.** Aislamiento, caracterización y selección de bacterias lácticas autóctonas de leche y queso fresco artesanal de cabra. *Información Tecnológica* 27(6): 115-128.

**Ramos, B., Bucio, A., Bautista, C., Aranda, E. y Izquierdo, F. 2009.** Aislamiento, identificación y caracterización de bacterias ácido lácticas para la elaboración de queso crema tropical. *Universidad y Ciencia* 25 (2): 159-171.

**RESOLUCIÓN 02310.** Procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los Derivados Lácteos. 1-41, Bogotá, Colombia (1986).

**RESOLUCIÓN 1804, Ministerio de Salud.** Por la cual se modifica la Resolución 2310 de 1986, 1-9 (1989).

**REVISTA IALIMENTOS. 2017. ¿Cuánto queso consumen los colombianos?** (en línea). <https://www.revistaialimentos.com/noticias/cuanto-queso-consumen-los-colombianos/> [15 agosto 2019].

**Rodríguez, M., Chacón, Z., Guerrero, B., Otonie, J. y López, G. 2007.** Selección y elaboración de un cultivo iniciador a partir de cepas de *Enterococcus* aisladas de un queso venezolano ahumado andino. *Revista Científica (Maracaibo)*. 17 (6): 641-646.



**Rojas, C., Vargas, P. 2008.** Bacteriocinas: sustituto de preservantes tradicionales en la industria alimentaria. *Tecnología en Marcha* 21(2): 9-16.

**Sánchez, C. 2003.** La utilización de leche cruda versus pasteurizada en la elaboración de quesos. *Pasteurización*. Internet, <https://universidadagricola.com/la-utilizacion-de-leche-cruda-versus-pasteurizada-en-la-elaboracion-de-quesos-ii-pasteurizacion/> [20 Octubre 2019]

**Sánchez, J. 2005.** Potencial biotecnológico de bacterias lácticas silvestres en productos lácteos fermentados: actividad metabólica y producción de exopolisacáridos. Tesis Doctor en Microbiología, Universidad de Oviedo, Villaviciosa, España.

**Santana, A.F. y Oliveira, L.F. 2005.** Aprovechamiento de la cáscara de Sandía (*Curcubita citrullus*, Shrad) en la producción artesanal de dulces alternativos. *Alimentos y Nutrición* 16(4): 363-368.

**Serna Cock, L. y Stouvenel de Stouvenel, A. 2005.** Producción de ácido láctico: Estado del arte. *Cyta-Journal of Food* 5 (1): 54-65.

**Serpa, J. G., Pérez, T. y De Oro, A.J. 2014.** Optimización del proceso de elaboración de queso costeño maximizando rendimiento con las mejores características organolépticas. Proyecto de investigación. Colciencias.

**Serpa, J., Pérez, T. y Hernández, E. 2016.** Effect of pasteurization and starter cultures on physicochemical and microbiological properties of costeño cheese. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. 69 (2): 8007-8014.

**Seseña, S., Palop, M., Poveda, J., Cabeza, L. y Nieto, P. 2014.** Cultivo iniciador para la elaboración de queso. Internet, <https://patentimages.storage.googleapis.com/b3/99/3c/1ca99a93f610fd/ES2401628B1.pdf>  
[26 Marzo 2020]

**Stone, H. y Sidel, J. 2004.** Sensory Evaluation Practices. Elsevier Academic Press, 3<sup>a</sup> edición, 408p.

**Zamora, R., Montañez, J., Venegas, J., Bernardino, A., González, L. y Martínez, H. 2013.** Desarrollo y caracterización de un queso simbiótico agregado con *Saccharomyces boulardii* e inulina. Academic Journals 7 (23): 2828: 2834.

## ANEXOS

### Anexo A. Especificaciones de los tratamientos.

#### Códigos de los tratamientos

N°	TRATAMIENTOS	CÓDIGOS	CONVENCIONES
1	C1V1*	502	Lb60+Ll20+Lf20 2%
2	C1V2	230	Lb60+Ll20+Lf20 3%
3	C1V3	513	Lb60+Ll20+Lf20 4%
4	C2V1	221	Lb50+Ll25+ Lf25 2%
5	C2V2	842	Lb50+Ll25+ Lf25 3%
6	C2V3	945	Lb50+Ll25+ Lf25 4%
7	C3V1	421	Lb40+ Ll30+ Lf30 2%
8	C3V2	382	Lb40+ Ll30+ Lf30 3%
9	C3V3	727	Lb40+ Ll30+ Lf30 4%
10	Control	101	

\*C: Cultivo Iniciador; V: Volumen de Inóculo.

#### Bloques para Prueba de Aceptación.

BLOQUES	CÓDIGOS		
1	502	842	727
2	230	221	382
3	513	945	421

**Anexo B.** Ejemplo de cuestionario utilizado en la prueba de aceptación sensorial.

NOMBRE:		SEXO:		EDAD:	FECHA:	
Por favor, pruebe las muestras de izquierda a derecha y evalúe las características de olor, sabor, color, textura y apariencia general. De acuerdo a la escala de 9 puntos de la izquierda. Enjuague la boca con agua después de cada muestra y espere 30 segundos.						
9- Me gusta extremadamente 8- Me gusta mucho 7- Me gusta moderadamente 6- Me gusta ligeramente 5- Me es indiferente 4- Me disgusta ligeramente 3- Me disgusta moderadamente 2- Me disgusta mucho 1- Me disgusta extremadamente	<b>Códigos</b>	<b>Característica a evaluar</b>				
		Olor	Sabor	Color	Textura	Apariencia general
	<b>Comentarios</b>					

**Anexo C.** Resultados estadísticos de la prueba sensorial de aceptación).

ANOVA de la variable Apariencia general.

<b>Origen</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	8	34.7466667	4.3433333	5.20	<.0001
<b>Error</b>	441	368.1955556	0.8349106		
<b>Total corregido</b>	449	402.9422222			

<b>Nivel de Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Apariencia</b>	
		<b>Media</b>	<b>Desv. est.</b>
<b>t1</b>	50	7.35333333	0.78941409
<b>t2</b>	50	7.06666667	0.92826613
<b>t3</b>	50	7.30000000	1.03509834
<b>t4</b>	50	6.70666667	1.01829077
<b>t5</b>	50	7.31333333	0.79513829
<b>t6</b>	50	7.28000000	0.79213824
<b>t7</b>	50	7.42666667	0.94530706
<b>t8</b>	50	6.64666667	1.08045930
<b>t9</b>	50	7.38666667	0.77477229

## ANOVA de la variable Color

<b>Origen</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	8	47.6034568	5.9504321	7.87	<.0001
<b>Error</b>	441	333.2777778	0.7557319		
<b>Total corregido</b>	449	380.8812346			

<b>Nivel de Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Color</b>	
		<b>Media</b>	<b>Desv. est.</b>
<b>t1</b>	50	7.51333333	0.68746470
<b>t2</b>	50	6.88000000	0.77301424
<b>t3</b>	50	7.36666667	1.16301664
<b>t4</b>	50	6.60000000	1.01239484
<b>t5</b>	50	7.44000000	0.73290031
<b>t6</b>	50	7.00000000	0.88320176
<b>t7</b>	50	7.29333333	0.77559136
<b>t8</b>	50	6.72666667	0.93723674
<b>t9</b>	50	7.45333333	0.74614656

## ANOVA de la variable Sabor

<b>Origen</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	8	30.6400000	3.8300000	3.70	0.0003
<b>Error</b>	441	456.4711111	1.0350819		
<b>Total corregido</b>	449	487.1111111			

<b>Nivel de Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Sabor</b>	
		<b>Media</b>	<b>Desv. est.</b>
<b>t1</b>	50	7.14666667	0.90139725
<b>t2</b>	50	6.69333333	1.07294073
<b>t3</b>	50	6.72000000	1.06768659
<b>t4</b>	50	6.59333333	0.97889289
<b>t5</b>	50	7.15333333	0.90903752
<b>t6</b>	50	7.22666667	0.94146121
<b>t7</b>	50	7.16666667	1.03290533
<b>t8</b>	50	6.58000000	1.17766439
<b>t9</b>	50	7.12000000	1.04275929



ANOVA de la variable Textura

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
<b>Modelo</b>	8	26.0123457	3.2515432	4.16	<.0001
<b>Error</b>	441	344.8688889	0.7820156		
<b>Total corregido</b>	449	370.8812346			

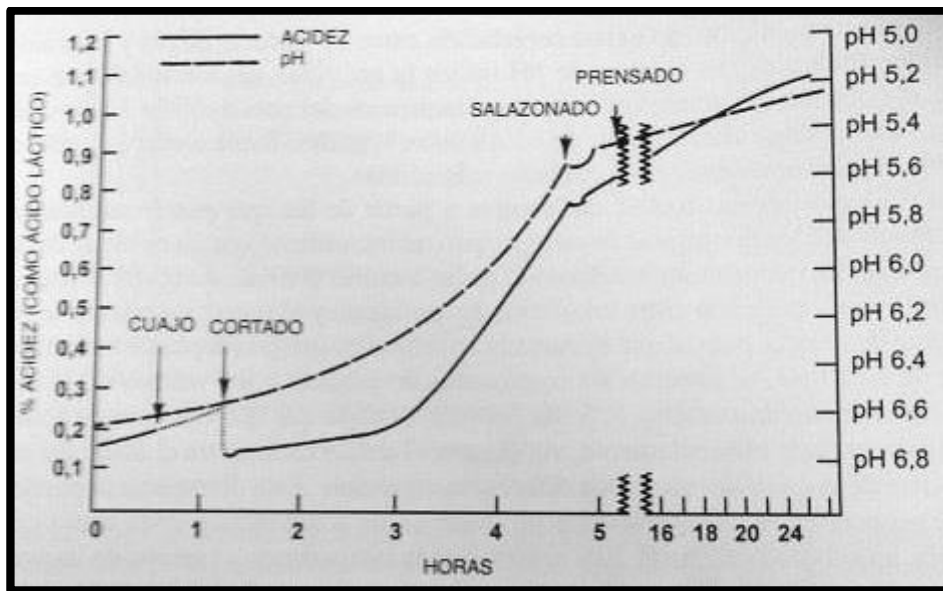
Nivel de Tratamiento	N	Textura	
		Media	Desv. est.
<b>t1</b>	50	7.52000000	0.71637789
<b>t2</b>	50	6.92000000	1.11790215
<b>t3</b>	50	7.23333333	0.86831345
<b>t4</b>	50	6.72666667	0.92995014
<b>t5</b>	50	7.14666667	0.79442502
<b>t6</b>	50	7.02666667	0.88535579
<b>t7</b>	50	7.33333333	0.84916926
<b>t8</b>	50	6.96666667	0.93617158
<b>t9</b>	50	7.40000000	0.80249045

## ANOVA del modelo variable Olor

<b>Origen</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	8	30.99111111	3.8738889	4.09	0.0001
<b>Error</b>	441	418.0333333	0.9479214		
<b>Total corregido</b>	449	449.0244444			

<b>Nivel de Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Olor</b>	
		<b>Media</b>	<b>Desv. est.</b>
<b>t1</b>	50	7.01333333	0.91834417
<b>t2</b>	50	6.54666667	1.00961365
<b>t3</b>	50	6.77333333	0.85566009
<b>t4</b>	50	6.18666667	1.29215319
<b>t5</b>	50	6.80000000	0.88320176
<b>t6</b>	50	6.33333333	0.79965979
<b>t7</b>	50	6.78000000	0.99113989
<b>t8</b>	50	6.38000000	1.03676192
<b>t9</b>	50	6.84666667	0.88885771

**Anexo D.** Comportamiento de la acidez durante la elaboración de queso.



**Fuente:** Fabricación de queso (2003).