



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**CONSERVACIÓN DE CUAJADAS ACIDIFICADAS CON  
BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS MEDIANTE ADITIVOS QUÍMICOS  
Y REFRIGERACIÓN PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE  
QUESO DOBLE CREMA.**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA  
AGROINDUSTRIAL**

**Autora: Colta Camuendo Silvia Patricia**

**Director: Ing. Jimmy Nuñez M.Sc.**

**Ibarra – Ecuador**

**2018**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**CONSERVACIÓN DE CUAJADAS ACIDIFICADAS CON  
BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS MEDIANTE ADITIVOS QUÍMICOS  
Y REFRIGERACIÓN PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE  
QUESO DOBLE CREMA.**

Tesis revisada por los miembros del tribunal, por lo cual se autoriza su  
presentación como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**APROBADA:**

Ing. Jimmy Núñez. M Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**

  
FIRMA

Dra. Lucía Toromoreno. M Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

  
FIRMA

Ing. Angel Satama. M Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

  
FIRMA

Ing. Marco L. M Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

  
FIRMA



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

---

#### DATOS DE CONTACTO

---

**CÉDULA DE IDENTIDAD:** 100403691-7  
**APELLIDOS Y NOMBRES:** Colta Camuendo Silvia Patricia  
**DIRECCIÓN:** San Pablo – Casco Valenzuela  
**EMAIL:** silviacolta@hotmail.com  
**TELÉFONO FIJO:** 062-3017100      **TELÉFONO MÓVIL:** 0982586206

---

#### DATOS DE LA OBRA

---

**TÍTULO:** CONSERVACIÓN DE CUAJADAS ACIDIFICADAS CON BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS MEDIANTE ADITIVOS QUÍMICOS Y REFRIGERACIÓN PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE QUESO DOBLE CREMA.  
**AUTOR:** Colta Camuendo Silvia Patricia  
**FECHA:** 03 de Abril del 2018

---

#### SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO

---

<b>PROGRAMA:</b>	*	PREGRADO	POSTGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero Agroindustrial		
<b>ASESOR / DIRECTOR:</b>	Ing. Jimmy Núñez MSc.		

---

## **2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, Silvia Patricia Colta Camuendo, con cédula de identidad número 100403691-7, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## **3. CONSTANCIAS**

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 3 días del mes de abril del 2018

**AUTORA:**

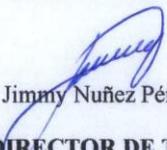


**Srta. Colta Camuendo Silvia Patricia**

**C.I: 100403691-7**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la señorita Colta Camuendo Silvia Patricia, con cedula de identidad 100403691-7 bajo mi supervisión.

  
Ing. Jimmy Nuñez Pérez M.Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE  
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Colta Camuendo Silvia Patricia, con cédula de identidad Nro. 100403691-7, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica Del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autora de la obra o trabajo de grado denominado:

**CONSERVACIÓN DE CUAJADAS ACIDIFICADAS CON BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS MEDIANTE ADITIVOS QUÍMICOS Y REFRIGERACIÓN PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE QUESO DOBLE CREMA**, que ha sido desarrollado para optar por el título de : **INGENIERA AGROINDUSTRIAL** en la Universidad Técnica Del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia subscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica Del Norte.

Ibarra, a los 03 días del mes de abril del 2018



.....  
Colta Camuendo Silvia Patricia

C.C. 100403691-7

### DECLARACIÓN

Manifiesto que la presente obra es original y se desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica Del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 03 días del mes de abril del 2018



.....  
Colta Camuendo Silvia Patricia

C.C.1004036917

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

FICAYA-UTN

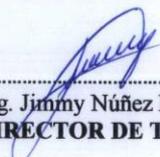
FECHA: 03-04 -2018

**COLTA CAMUENDO SILVIA PATRICIA.** "CONSERVACIÓN DE CUAJADAS ACIDIFICADAS CON BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS MEDIANTE ADITIVOS QUÍMICOS Y REFRIGERACIÓN PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE QUESO DOBLE CREMA." / TRABAJO DE GRADO. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra. EC. Abril 2018.

**DIRECTOR:** Ing. Nicolás Pinto. M Sc.

El objetivo principal de la presente investigación fue, conservar cuajadas acidificadas con bacterias ácido lácticas mediante aditivos químicos y refrigeración para su uso en la elaboración de queso doble crema, esta investigación busca ofrecer un producto de buena calidad a partir de la evaluación microbiológica, fisicoquímica y sensorial de las cuajadas acidas, durante su elaboración y conservación en frío, así como su incorporación en la elaboración de queso doble crema y su influencia en las características funcionales en este tipo de queso. Esto permitiría disponer de materia prima que garantizan un queso de calidad, el cual se podría insertar en la cartera de productos para aportar en el consumo lácteo y contribuir al desarrollo de esta importante industria de la zona 1 y el resto del Ecuador.

Ibarra 03 de abril del 2018

  
.....  
Ing. Jimmy Núñez M Sc.  
**DIRECTOR DE TESIS**

  
.....  
Silvia Colta  
**AUTORA**

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por la fortaleza brindada en los momentos de debilidad, ser mi guía e inspiración para esforzarme día a día, iluminar mi camino y darme la oportunidad de conocer personas valiosas con las cuales aprendí a disfrutar la vida.

A mi familia por enseñarme los valores para formarme como una persona íntegra, por el amor y la fortaleza que me dieron a través de este camino, gracias por creer en mí y demostrarme lo hermoso que es la vida y lo justa que puede llegar a ser.

A mis maestros quienes con su entrega y paciencia contribuyeron en mi formación académica, y hacer de mí una persona capaz y competitiva en el ámbito laboral. Al Ing. Jimmy Nuñez, Ing. Jimmy Cuarán, Ing. Ángel Satama y Dra. Lucía Toromoreno por compartir sus enseñanzas e impulsarme a ser cada día mejor y guiarme constantemente en la realización de este trabajo.

A mis amigas, quienes con sus palabras me motivaron en los momentos difíciles, por la ayuda desinteresada, por su valiosa amistad y sobre todo gracias por los buenos momentos convividos.

*Silvia Colta*

## **DEDICATORIA**

### ***A Dios***

Por permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida, por darme la sabiduría necesaria para poder entender los conocimientos, por protegerme durante todo mi camino y darme las fuerzas necesaria para superar todos los obstáculos que se presentaron durante mi vida estudiantil.

### ***A mis padres***

Por acompañarme durante todo el transcurso de la vida, por sus sabios consejos que me guiaron durante el arduo camino, por su apoyo incondicional y ser el pilar fundamental para poder cumplir un objetivo más en mi vida.

### ***A mis maestros***

Por su tiempo y sabiduría brindado durante mi formación académica y desarrollo personal, gracias por las ganas de transmitir sus conocimientos.

***Silvia Colta***

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	V
RESUMEN .....	VII
SUMMARY.....	VIII
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS .....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.4. HIPÓTESIS .....	3
1.4.1. HIPÓTESIS NULA .....	3
1.4.2. HIPÓTESIS ALTERNATIVA.....	3
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
2.1. GENERALIDADES.....	4
2.2. FUNCIÓN DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DE LA LECHE EN EL QUESO.....	5
2.2.1. GRASA.....	5
2.2.2. PROTEÍNAS .....	5
2.2.3. pH .....	6
2.2.4. CALCIO .....	6
2.3. QUESO.....	6
2.3.1. QUESO DOBLE CREMA .....	7
2.3.2. SUERO DE LECHE.....	8
2.3.3. BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS.....	8
2.3.3.1. Lactobacillus casei.....	8
2.3.3.2. Fermentación ácido láctica .....	8

2.3.3.3. Descripción del producto a obtener .....	9
2.3.4. FORMACIÓN DE LA CUAJADA DE QUESO .....	9
2.3.4.1. Cuajo.....	9
2.3.5. PARÁMETROS DE CONTROL EN LA ELABORACIÓN DE QUESOS DE PASTA HILADA .....	10
2.3.6. PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LOS QUESOS .....	11
2.3.6.1. Textura.....	11
2.3.6.2. Sabor y Olor.....	11
2.3.6.3. Color .....	11
2.3.7. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LOS QUESOS DE PASTA HILADA.....	11
2.3.7.1. Capacidad de estiramiento.....	12
2.3.7.2. Índice de fundido .....	12
2.3.7.3. Liberación de aceite.....	12
2.3.8. PROTEÓLISIS DE LOS QUESOS.....	13
2.3.9. LIPÓLISIS DE LOS QUESOS .....	13
2.3.10. GRASA DE LOS QUESOS .....	13
2.4. CONSERVACIÓN DE QUESOS FRESCOS .....	14
2.4.1. AGENTES CONSERVANTES EN PRODUCTOS LÁCTEOS .....	14
2.4.1.1. Nisina.....	14
2.4.1.2. Stabilak .....	14
2.4.1.3. Lactoperoxidasa.....	15
2.5. CONTROL MICROBIOLÓGICO DE QUESOS FRESCOS .....	15
CAPÍTULO III .....	16
MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO.....	16
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....	16
3.2.1. MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	16
3.2.2. MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO .....	17
3.3. MÉTODOS.....	17
3.3.1. EVALUACIÓN DE LA CINÉTICA DE FERMENTACIÓN DEL LACTOBACILLUS CASEI EN SUERO DE LECHE. ....	17

3.3.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FISCOQUÍMICA A LOS 0, 10, 20 Y 30 DÍAS DE LAS CUAJADAS ÁCIDAS REFRIGERADAS.....	18
3.3.2.1. Tratamientos .....	18
3.3.2.2. Características del experimento.....	18
3.3.2.3. Unidad experimental.....	18
3.3.2.4. Esquema del análisis estadístico.....	18
3.3.3.5. Análisis funcional.....	18
3.3.3.6. Variables evaluadas .....	19
3.3.3. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS CUAJADAS ÁCIDAS REFRIGERADAS PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO DOBLE CREMA.....	20
3.3.3.1. Tratamientos .....	20
3.3.3.2. Características del experimento.....	20
3.3.3.3. Esquema del análisis estadístico.....	20
3.3.3.4. Análisis funcional.....	21
3.3.3.5. Variables evaluadas .....	21
3.3.4. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICOS, FISCOQUÍMICOS Y SENSORIALES DEL QUESO DOBLE CREMA.....	22
3.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO .....	23
3.4.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACIÓN DE QUESO DOBLE CREMA.....	24
3.4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	25
CAPÍTULO IV .....	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	31
4.1. EVALUACIÓN DE LA CINÉTICA DE FERMENTACIÓN DEL LACTOBACILLUS CASEI EN SUERO DE LECHE.....	31
4.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FISCOQUÍMICA A LOS 0, 10, 20 Y 30 DÍAS DE LAS CUAJADAS ÁCIDAS REFRIGERADAS.....	33
4.3. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS CUAJADAS ÁCIDAS REFRIGERADAS PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO DOBLE CREMA.....	46

4.4. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS, FISICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DEL QUESO DOBLE CREMA.....	54
CAPÍTULO V.....	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	58
5.1. CONCLUSIONES.....	58
5.2. RECOMENDACIONES .....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61
ANEXOS .....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición cuantitativa de la leche de vaca.....	4
Tabla 2. Composición de las proteínas de la leche.....	5
Tabla 3. Clasificación de los quesos frescos .....	7
Tabla 4. Composición química del queso doble crema.....	7
Tabla 5. Composición del lactosuero dulce.....	8
Tabla 6. Dosificación del cuajo según el tipo de queso.....	10
Tabla 7. Dosificación de los conservantes.....	15
Tabla 8. Localización del experimento.....	16
Tabla 9. Descripción de tratamientos en estudio.....	18
Tabla 10. ANOVA para un diseño completo al azar.....	18
Tabla 11. Análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales de las cuajadas ácidas.	19
Tabla 12. Descripción de tratamientos en estudio.....	20
Tabla 13. ANOVA de un diseño completo al azar.....	21
Tabla 14. Variables y métodos evaluados durante el experimento .....	21
Tabla 15. Análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales del queso doble crema .	22
Tabla 16. Caracterización fisicoquímica del suero de leche .....	31
Tabla 17. Recuento microbiológico de las cuajadas ácidas durante el tiempo de conservación .....	34
Tabla 18. Análisis de varianza del pH de las cuajadas ácidas al día 0.....	37
Tabla 19. Análisis de varianza del pH al día 10 de las cuajadas ácidas. ....	37
Tabla 20. Análisis de varianza del pH de las cuajadas ácidas del día 20. ....	38
Tabla 21. Prueba de Tukey al 5 % del pH de las cuajadas ácidas al día 30 de conservación. ....	38
Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para la humedad durante la conservación de las cuajadas ácidas. ....	40

Tabla 23. Prueba de Tukey para la variable humedad de las cuajadas ácidas al día 10. ....	40
Tabla 24. Prueba de Tukey de la variable humedad de las cuajadas al día 20. ....	41
Tabla 25. Análisis de varianza de la variable humedad al día 30 de conservación de las cuajadas ácidas. ....	41
Tabla 26. Análisis de varianza de proteínas de las cuajadas ácidas del día 0. ....	42
Tabla 27. Prueba de Tukey de la proteína de las cuajadas al día 10. ....	43
Tabla 28. Prueba de Tukey al 5% de la proteína de las cuajadas ácidas al día 20. ....	43
Tabla 29. Prueba de Tukey al 5% de la proteína al día 30 de conservación de las cuajadas ácidas. ....	44
Tabla 30. Liberación de aceite de la cuajada elaborada con adición de nisina - sorbato durante el tiempo de conservación ....	47
Tabla 31. Liberación de aceite en la cuajada elaborada con leche añadida stabilak - sorbato durante la conservación ....	47
Tabla 32. Liberación de aceite de la cuajada elaborada a partir de leche pasteurizada.....	48
Tabla 33. Índice de fundido de la cuajada ácida elaborada con leche sin pasteurizar añadida nisina - sorbato durante el tiempo de conservación.....	49
Tabla 34. Índice de fundido de la cuajada ácida elaborada con leche sin pasteurizar añadida stabilak - sorbato durante el tiempo de conservación.....	50
Tabla 35. Índice de fundido de la cuajada elaborada a partir de leche pasteurizada.....	50
Tabla 36. Prueba de Tukey al 5% de la cuajada ácida elaborada a partir de leche sin pasteurizar añadida nisina - sorbato de potasio durante el tiempo de conservación. ....	52
Tabla 37. Prueba de Tukey al 5% de la cuajada ácida elaborada a partir de leche sin pasteurizar añadida stabilak - sorbato de potasio durante el tiempo de conservación. ....	52
Tabla 38. Prueba de Tukey al 5% de la cuajada ácida elaborada a partir de leche pasteurizada durante el tiempo de conservación. ....	53
Tabla 39. Recuento microbiológico del queso doble crema elaborada a partir de leche sin pasteurizar añadida nisina - sorbato de potasio durante el tiempo de almacenamiento. ....	54

Tabla 40. Recuento microbiológico del queso doble crema elaborada a partir de leche sin pasteurizar añadida stabilak - sorbato de potasio durante el tiempo de almacenamiento. ..	54
Tabla 41. Recuento microbiológico de la cuajada ácida elaborada a partir de leche pasteurizar durante el tiempo de almacenamiento.....	55
Tabla 42. Propiedades fisicoquímicas del queso doble crema durante el tiempo de conservación .....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de la elaboración de queso doble crema.....	24
Figura 2. Acidez del lactosuero durante la fermentación .....	32
Figura 3. Comportamiento del Lactobacillus casei durante el tiempo de fermentación del suero.....	33
Figura 4. Recuento de coliformes totales de las cuajadas ácidas durante la conservación. ....	34
Figura 5. Recuento de staphylococcus aureus de las cuajadas ácidas durante la conservación. ....	35
Figura 6. Recuento de mohos de las cuajadas ácidas durante la conservación. ....	36
Figura 7. Recuento de levaduras de las cuajadas ácidas durante la conservación.....	37
Figura 8. Comportamiento del pH durante el periodo de conservación de las cuajadas ácidas .....	39
Figura 9. Comportamiento de la humedad durante el tiempo de conservación de las cuajadas ácidas. ....	42
Figura 10. Comportamiento de la proteína durante el tiempo de conservación.....	44
Figura 11. Comparación de las medias del sabor de las cuajadas ácidas durante el tiempo de conservación. ....	45
Figura 12. Comparación de las medias del análisis de textura de las cuajadas ácidas durante el tiempo de conservación. ....	46
Figura 13. Comparación de las medias de la liberación de aceite de los tres tipos de cuajadas ácidas durante el tiempo de conservación. ....	48
Figura 14. Comparación de las medias del índice de fundido de los tres tipos de cuajadas ácidas durante el tiempo de conservación. ....	51
Figura 15. Comparación de las medias de la capacidad de estiramiento de los tres tipos de cuajadas ácidas durante el tiempo de conservación.....	53
Figura 16. Puntuación para el atributo del color durante el tiempo de conservación.....	56
Figura 17. Puntuación de los atributos del sabor durante el tiempo de conservación.....	57

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Recepción de la leche.....	25
Fotografía 2. Filtración de leche.....	25
Fotografía 3. Pasteurización de la leche .....	25
Fotografía 4. Adición del cuajo .....	26
Fotografía 5. Estandarización de acidez de la leche.....	27
Fotografía 6. Agitación de la cuajada ácida .....	27
Fotografía 7. Desuerado total de la cuajada ácida.....	27
Fotografía 8. Empacado de la cuajada ácida .....	28
Fotografía 9. Refrigeración de la cuajada ácida a temperatura de 4 °C .....	28
Fotografía 10. Cuajada ácida fresca y cuajada ácida refrigerada .....	28
Fotografía 11. Fundido y adición de sal de la cuajada ácida.....	29
Fotografía 12. Hilado de la cuajada ácida .....	29
Fotografía 13. Moldeado del queso doble crema .....	29
Fotografía 14. Sellado al vacío del queso doble crema. ....	30

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Materiales de laboratorio y de procesamiento .....	65
Anexo 2. Ficha de evaluación sensorial de los quesos .....	66

## **RESUMEN**

El queso doble crema es un queso de pasta hilada, para su elaboración se utiliza leche ácida la cual se acidifica con suero ácido, esta requiere un proceso fermentativo controlado para la obtención de ácido láctico. La materia intermedia en la elaboración de queso doble crema es la cuajada ácida que se obtiene coagulando la leche, debe tener un pH de 5,2 a 5,5 esto permite realizar un hilado de la pasta al someterlo al calor. Por lo tanto deben cumplir con normas microbiológicas, fisicoquímicas, funcionales y sensoriales, las cuales influyen directamente en las características del producto final. Con el fin de contar con materia prima disponible, la elaboración y conservación de cuajadas ácidas destinadas a la producción de queso doble crema representa una alternativa para la industria láctea, mediante el aprovechamiento de los excedentes de leche generados en épocas de mayor producción, ya que la leche es una materia prima perecedera que necesita de tecnologías para extender su vida útil.

El objetivo de este estudio fue determinar la aptitud funcional de las cuajadas ácidas refrigeradas que se incorporan en la elaboración del queso doble crema y su influencia en las características del producto a obtener (pH, humedad, grasa). La metodología empleada fue experimental, usando como materia prima leche pasteurizada y sin pasteurizar añadiendo conservantes tales como nisina, stabilak, sorbato de potasio, que se acidificó con suero dulce acidificado por bacterias ácido lácticas. Estas cuajadas se almacenaron en refrigeración a 4 °C ( $\pm 2$ ) por un periodo de 30 días y se realizó un seguimiento a los 0, 10, 20 y 30 días en cuanto a microbiología, propiedades fisicoquímicas (pH, humedad, proteína) y funcionales (capacidad de estiramiento, liberación de aceite e índice de fundido), para luego ser incorporadas en la elaboración de queso doble crema, en un porcentaje de 70% de cuajada ácida fresca y 30% de cuajada ácidas refrigeradas, a fin de evaluar las características fisicoquímicas (pH, humedad, grasa) y funcionales (capacidad de estiramiento, liberación de aceite e índice de fundido) del queso doble crema. Concluyendo, que las cuajadas ácidas procedentes de leche pasteurizada y sin pasteurizar fueron aceptables hasta el día 20 en cuanto a microbiología, propiedades fisicoquímicas, funcionales y sensoriales.

### **PALABRAS CLAVES**

Leche, cuajada ácida, queso doble crema, ácido láctico, suero.

## **SUMMARY**

The double cheese cremates is a cheese of spun pasta, for its elaboration is used acid milk, which is acidified by acid serum, this requires a controlled fermentation process to obtain lactic acid. The intermediate matter in the elaboration of double cream cheese is the acid curd, which is obtained coagulating the milk, it must have a pH of 5.2 to 5.5, and this allows realizing spun pasta when exposed to heat. Therefore they must comply with microbiological, physicochemical, functional and sensorial standards, which influence directly the characteristics of the final product. In order to have available raw material, the elaboration and conservation of acid curds destined to the production of double cheese cream represents an alternative for the dairy industry, by means of the utilization of the surpluses of milk generated in epochs of higher production, since the milk is a perishable raw material that needs from technologies to extend its useful life.

The objective of this study was to determine the functional aptitude of refrigerated acid curds that incorporated in the elaboration of the double cream cheese and its influence in the characteristics of the product to obtain (pH, dampness, fat). The used methodology was experimental, using as raw material milk, pasteurized and without pasteurizing adding preservatives such as nisina, stabilak, sorbato of potassium, which was acidified with sweet serum acidified by lactic acid bacteria. These curds were stored in refrigeration to 4 °C ( $\pm 2$ ) for a period of 30 days and was realized a follow up to 0, 10, 20 and 30 days as for microbiology, physicochemical properties (pH, dampness, protein) and functional (capacity of stretching, liberation of oil and molten's index), then to be incorporated in the elaboration of double cream cheese, in a percentage of 70 % of fresh acid curd and 30 % of refrigerated acid curd, in order to evaluate the physicochemical characteristics (pH, dampness, fat) and functional (capacity of stretching, liberation of oil and molten's index) of the double cream cheese. Concluding, that acid curds proceeding from pasteurized milk and without pasteurizing were acceptable until day 20 as for microbiology, physicochemical, functional and sensory properties.

## **KEY WORDS**

Milk, acid curd, double cream cheese, lactic acid, serum.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. PROBLEMA

En el Ecuador existe una producción diaria de 5,5 millones de litros de leche según el MAGAP (2011); esta cantidad de leche no es consumida en su totalidad por parte de las industrias, lo que genera excedentes de materia prima, ocasionando pérdidas económicas para los productores. Las que restringen la adquisición de esta materia prima, son las propias industrias lácteas que se limitan a dar cierto límite de cupos de compra, de acuerdo a las temporadas de mayor producción de leche y la baja comercialización de productos lácteos. De este modo el exceso de materia prima permite buscar nuevas alternativas para su aprovechamiento, ya que la leche es perecedera siendo necesario la aplicación de tecnologías especializadas para extender su vida útil.

En la actualidad, existe otra problemática generada en la elaboración del queso doble crema en las empresas lácteas, debido principalmente a la utilización de suero ácido fermentado espontáneamente en la acidificación de la leche. La fermentación al no tener controles adecuados genera el desarrollo de microorganismos patógenos que pone en riesgo la salud del consumidor, dando como resultado un queso de baja calidad y corto tiempo de vida útil, lo que ocasiona pérdidas económicas para los productores.

Por lo tanto el presente estudio se enfoca en la elaboración y conservación de cuajadas ácidas para aprovechar los excedentes generados durante la mayor temporada de producción de leche y el control en el proceso fermentativo del suero con la utilización del *Lactobacillus casei*.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

En la Zona 1 del Ecuador (Carchi, Imbabura, Esmeraldas y Sucumbíos) la actividad agrícola y ganadera ocupa una parte importante de la actividad económica y laboral de estos territorios. La mayor parte de la población de esta Zona se dedica a la producción y comercialización de leche. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador, en el 2012 se registraron un promedio de 5,6 millones de litros de leche diarios a nivel nacional. En la región Sierra la producción de leche llega al 76,7% del total, Imbabura y Carchi producen el 7.4% de la producción nacional de leche, esto es más de 407 m<sup>3</sup> diarios, los cuales no son consumidos en su totalidad (Requelme & Bonifaz, 2012).

Contar con variedad de productos es una de las prioridades de la industria lechera, no solo de los grandes productores sino de los pequeños y medianos. Los cuales en muchos casos se ve afectada su economía por los bajos consumos. Una alternativa a esta problemática son las cuajadas acidas, las cuales se obtienen a partir de leche acidificada con suero fermentado, esto permite tener un producto menos perecedero que la propia leche, que a su vez puede ser utilizado como materia prima para la elaboración de diferentes quesos. Para ello se hace necesario el estudio de obtención, conservación de las cuajadas que brinden al productor disponer de un producto de calidad.

Esta investigación busca ofrecer un producto de buena calidad a partir de la evaluación microbiológica, fisicoquímica y sensorial de las cuajadas acidas, durante su elaboración y conservación en frio, así como su incorporación en la elaboración de queso doble crema y su influencia en las características funcionales en este tipo de queso. Esto permitiría disponer de materia prima que garantizan un queso de calidad, el cual se podría insertar en la cartera de productos para aportar en el consumo lácteo y contribuir al desarrollo de esta importante industria de la zona 1 y el resto del Ecuador.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Conservar cuajadas acidificadas con bacterias ácido lácticas mediante aditivos químicos y refrigeración para su uso en la elaboración de queso doble crema.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la cinética de fermentación del *lactobacillus casei* en suero de leche.
- Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas a los 10, 20 y 30 días de las cuajadas ácidas refrigeradas.
- Evaluar las propiedades funcionales de las cuajadas ácidas refrigeradas para la elaboración de queso doble crema.
- Determinar las características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales del queso doble crema.

### **1.4. HIPÓTESIS**

#### **1.4.1. HIPÓTESIS NULA**

Ho: La incorporación de cuajada ácida refrigerada no afecta las características funcionales y microbiológicas del queso tipo doble crema.

#### **1.4.2. HIPÓTESIS ALTERNATIVA**

Hi: La incorporación de cuajada ácida refrigerada afecta las características funcionales y microbiológicas del queso tipo doble crema.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. GENERALIDADES

La leche es el producto íntegro y fresco obtenido mediante el ordeño completo e higiénico de las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos sin adición ni sustracción alguna, exenta de calostro y de materiales extraños destinados al consumo en su forma natural o procesada (Norma INEN 009, 2008). Para la elaboración de un buen queso es necesario tener una leche de calidad para lo cual se realizan los análisis fisicoquímicos, microbiológicos, sensoriales y nutricionales (García, 2006).

**Tabla 1.** Composición cuantitativa de la leche de vaca

<b>Constituyente principal</b>	<b>Límites de variación</b>	<b>Valor medio</b>
<b>Agua</b>	85.5 – 89.5	87.5
<b>Sólidos Totales</b>	10.5 – 14.5	13.0
<b>Grasa</b>	2.5 – 6.0	3.9
<b>Proteína</b>	2.9 – 5.0	3.4
<b>Lactosa</b>	3.6 – 5.5	4.8
<b>Minerales</b>	0.6 – 0.9	0.8

Fuente: (Gösta , 2003)

La composición inicial de la leche afecta directamente a la composición final del queso, sin embargo, los componentes que tienen mayor intervención son: el contenido de grasa, proteína y calcio (Fox , Guinee, Cogan, & McSweeney , 2000).

## 2.2. FUNCIÓN DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DE LA LECHE EN EL QUESO

### 2.2.1. GRASA

La grasa láctea está presente en forma de pequeños glóbulos en la leche, se compone principalmente de triglicéridos (componentes dominantes, constituidos por un alcohol llamado glicerol y varios ácidos grasos), di y mono glicéridos, ácidos grasos (representan más del 90 %), esteroides, carotenoides (el color amarillo de la grasa), vitaminas (A, D, E y K) (Gösta , 2003). Según Kelly (2007) menciona que la grasa de la leche contribuye a la textura y al sabor de los quesos, a través de la lipólisis, en una medida dependiente de la variedad a elaborarse.

### 2.2.2. PROTEÍNAS

Desde el punto de vista del queso, las proteínas de la leche son sus componentes más importantes, su contenido muestra grandes diferencias entre especies. Las proteínas de la leche pertenecen a dos categorías principales que se pueden separar en base a su solubilidad a pH 4,6 a 2 ° C. Bajo estas condiciones, uno de los grupos precipita; Estas son conocidas como caseínas y las otras permanecen solubles y se conocen como proteínas de suero de leche. Aproximadamente el 80% del nitrógeno total de las leches de bovinos, ovinos, caprinos y búfalos es caseína. Tanto las caseínas como las proteínas del suero son heterogéneas y tienen propiedades moleculares y fisicoquímicas muy diferentes (Fox , Guinee, Cogan, & McSweeney , 2000).

**Tabla 2.** Composición de las proteínas de la leche

	Porcentaje (%)	Descripción
<b>Caseínas</b>		
$\alpha_{s1}$ -caseína	30	Presenta baja solubilidad en presencia de calcio, es bipolar, se presenta en mayor cantidad
$\alpha_{s2}$ -caseína	10	Es la más hidrófila ya que es la más fosforilada y dependen del pH
$\beta$ -caseína	34	Puede generar sabores amargos al dividirse, sensible a la hidrólisis por proteasas.
$\kappa$ -caseína	15	Son solubles, fija poco calcio, es anfipolar.
<b>Proteínas del suero de leche</b>		
$\beta$ -lactoglobulina	50	Cuando se calienta la leche forma agregados que reaccionan con la $\kappa$ - caseína, influyendo en tiempos más largos de coagulación con mayor humedad
$\alpha$ -lactalbúmina	20	Es una proteína ácida, sintetiza la lactosa, abundante en triptófano, es termo estable, solubles, precipitan en presencia de ácidos.
Seroalbúmina	10	se encarga de transportar sustancias de naturaleza química muy diversa, como ácidos grasos,

		aminoácidos, esteroides, calcio, y numerosos fármacos
<b>Inmunoglobulinas</b>	<b>10</b>	Sistema de defensa contra microorganismos.

Fuente: (Fox , Guínee, Cogan, & McSweeney , 2000)

### 2.2.3. pH

El pH de la leche es una característica importante para la elaboración de quesos, tiene un valor promedio de 6,4 a 6,9. El contenido elevado de pH puede ser causado por la mastitis o la lactación tardía, lo cual hace que las condiciones sean menos favorables para la acción de la quimosina, que tiene un pH ácido óptimo de 5,4 (Kelly, 2007). Villegas de Gante (2004) menciona que el pH de de la leche influye en el tiempo de cuajado y en la firmeza de la cuajada, es decir que a menor pH menor tiempo de cuajado.

### 2.2.4. CALCIO

El calcio es un mineral esencial para la formación de la estructura de la cuajada en las etapas iniciales de elaboración de quesos; debido a que el nivel de cuajado influye en la textura de los gránulos de cuajada, comúnmente la leche tiene 125 mg de calcio por cada 100 ml (Kelly, 2007). Villegas de Gante (2004) dice que el calcio interviene en la segunda reacción de coagulación al ligarse a las caseínas sensibles ( $\alpha_s$ ,  $\beta$ ,  $\kappa$ ), por lo tanto la concentración de este mineral influye en la velocidad de cuajado, por tal razón cuando la leche es sometida a un tratamiento térmico en la elaboración de quesos este se restituye al adicionar cloruro de calcio.

En la elaboración de quesos Ramírez (2009) menciona que los iones de calcio son indispensables para la floculación de las micelas de caseína por la acción del cuajo, razón por la cual, las leches pobres en calcio coagulan difícilmente dando como resultado geles blandos sin firmeza.

## 2.3. QUESO

Según el CODEX ALIMENTARIUS (2013) definen al queso como el producto obtenido mediante la coagulación parcial o total de la proteína de la leche por la acción del cuajo o cualquier coagulante idóneo. Ramírez, Nolloa, Vélez, & Ruiz (2012) mencionan que los componentes básicos del queso son: el agua, grasa, proteína principalmente la caseína y paracaseína, minerales tales como fosfato y citrato de calcio mismas que se encuentran relacionados con la proteína y las sales que se relacionan directamente a las propiedades fisicoquímicas de la materia prima utilizada.

**Tabla 3.** Clasificación de los quesos frescos

<b>Clasificación</b>	<b>Tipo de queso</b>
<b>FRESCOS</b>	Panela, Canasto, Sierra, Rancho, Fresco, Blanco, Enchilado, Adobado.
<b>Pasta hilada Acidificados</b>	Oaxaca, Asadero, Mozzarella, Morral, Cottage, Crema, Doble crema, Petit Suisse, Nuefchatel.

Fuente: (Norma Oficial Mexicana 121-SSA1, 1994)

### 2.3.1. QUESO DOBLE CREMA

El queso doble crema es un queso fresco ácido de pasta hilada que presenta características sensoriales de cremosidad, acidez y aroma láctea que los consumidores aprecian (Grajales, 2009).

**Tabla 4.** Composición química del queso doble crema

<b>Características</b>	<b>Valores de referencia</b>
<b>Humedad (%)</b>	49-51
<b>Materia grasa (%)</b>	21-24
<b>Proteína (%)</b>	20-22
<b>Sal (%)</b>	1,1-1,4
<b>Materia grasa en materia seca (%)</b>	44-47
<b>pH</b>	4,4-4,9

Fuente: (Castro, 2014)

En la elaboración del queso doble crema se utiliza lactosuero que es el subproducto del procesamiento de leche en la elaboración de quesos que será fuente de obtención para la producción de ácido láctico (Panessco, Pardo, & Sepúlveda, 2015) , Cury, Arteaga, Martínez, Luján, & Durango (2014) cita a Parra (2010) quien explica que en la producción de ácido láctico se utiliza *Lactobacillus casei* que es una bacteria ácido láctica que produce un sabor ácido, inhibición de microorganismos patógenos, formación de aromas entre otras.

### 2.3.2. SUERO DE LECHE.

Meyer, Kirchner, Usami, Johan, & Medina (2014) mencionan que el suero es un subproducto lacteo obtenido mediante la elaboración de quesos, el cual contiene proteína, lactosa y sales minerales. Además, el suero tiene abundante vitamina B2 (riboflavina) siendo la responsable del color verdoso.

**Tabla 5.** Composición del lactosuero dulce

<b>Componente</b>	<b>Lactosuero dulce (g/l)</b>
<b>Sólidos totales</b>	63,0 – 70,0
<b>Lactosa</b>	46,0 – 52,0
<b>Proteína</b>	6,0 – 10,0
<b>Calcio</b>	0,4 - 0,6
<b>Fosfatos</b>	1,3 – 3,0
<b>Lactato</b>	2,0
<b>Cloruros</b>	1,10

Fuente: (Parra, 2009)

### 2.3.3. BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS

Las bacterias ácido lácticas son microorganismos fundamentales en los procesos fermentativos por su capacidad para acidificar; de este modo interviene en la formación de olor, sabor, textura y el desarrollo de aroma en los productos fermentados para consumo (Parra, 2010).

#### 2.3.3.1. *Lactobacillus casei*

Es un tipo de bacteria anaerobia Gram positiva, productora de ácido láctico utilizada en la industria láctea para elaboración de alimentos probióticos (Alvarez et al, 2010).

#### 2.3.3.2. *Fermentación ácido láctica*

En investigaciones realizados por García, Arrázola, & Villalba (2013) encontraron que la producción de ácido láctico a partir de suero de leche es realizado utilizando 10% de inóculo de *Lactobacillus casei*, en condiciones controladas de temperatura a 37 °C y agitación de 150 rpm.

En estudios realizados por Fajardo , Rodríguez, Pastrana, & Pérez (2008) ajustaron el pH a un valor inicial de 7,0 determinando el medio de cultivo adecuado para el desarrollo del proceso fermentativo, en el cual las concentraciones de nutrientes (azúcares totales, nitrógeno, fósforo y proteínas) disminuyeron en paralelo con un aumento en la

producción de biomasa. Además mencionan que *Lb. Casei* desarrolló una fermentación homoláctica porque el ácido láctico fue el único ácido orgánico detectado en los medios. La producción de ácido láctico presenta un fuerte efecto inhibitorio sobre la tasa de crecimiento de la biomasa, en el que la tasa de crecimiento específico decayó exponencialmente a medida que se acumula ácido láctico, por lo tanto, la producción de ácido láctico se asoció en parte con el crecimiento de la biomasa (Alvarez et al., 2010).

#### **2.3.3.3. Descripción del producto a obtener**

Panessco, Pardo, & Sepúlveda (2016) citan a García (2010) quien menciona que el ácido láctico es un compuesto orgánico llamado también ácido 2- hidroxipropanoico, este producto posee 2 isómeros ópticos: el D(-) láctico y el L(+) láctico. Siendo el isómero D (-) perjudicial para el ser humano ya que no es digerible, mientras que el isómero L (+) es digerible por el organismo.

#### **2.3.4. FORMACIÓN DE LA CUAJADA DE QUESO**

La parte esencial del proceso de elaboración de quesos es la conversión de leche en cuajada, esto se logra por el proceso de coagulación de la caseína de la leche mediante la adición de cuajo y la subsiguiente expulsión de suero por sinéresis del gel de caseína. Así la cuajada constituye la base del queso que posteriormente se modifica mediante procesos como prensado, salazón y maduración.

Existen varios factores que afectan la agregación tales como: la concentración del cuajo donde la velocidad de la hidrólisis enzimática de caseína en la leche es proporcional a la cantidad de cuajo añadido. La eficacia depende de la cantidad de beta-caseína que se ha hidrolizado. Por lo tanto, la concentración de cuajo afecta indirectamente a la agregación. Esto se debe a que el cambio de la concentración de cuajo altera el equilibrio entre las velocidades de las reacciones enzimáticas y de agregación. Otros factores que intervienen son la concentración de caseína, pH, temperatura, iones (Janhøj & Qvist, 2000).

##### **2.3.4.1. Cuajo**

Varias proteinasas coagularán la leche en condiciones adecuadas, pero la mayoría son altamente proteolíticas en relación con su actividad de coagulación. Por lo tanto, hidrolizan las caseínas en el coágulo demasiado rápido causando un rendimiento reducido de queso y generando una proteólisis excesiva, provocando defectos en el sabor (especialmente amargura) y textura del queso. Una unidad de cuajo es la cantidad de

actividad del cuajo que coagulará 10 ml de leche en 100 s (Fox, Guinee, Cogan, & McSweeney, 2000).

**Tabla 6.** Dosificación del cuajo según el tipo de queso

<b>Tipo de queso</b>	<b>Cantidad (g)</b>
<b>Campeño</b>	1,1
<b>Fresco</b>	1,2
<b>Queso blanco</b>	1,2
<b>Parmesano</b>	1,5
<b>Cheddar</b>	2,5
<b>Gouda</b>	1

Fuente: Cuajo del quesero NF (2010)

### **2.3.5. PARÁMETROS DE CONTROL EN LA ELABORACIÓN DE QUESOS DE PASTA HILADA**

Según Kindstedt , Hillier , & Maye, (2000) se requiere un control preciso sobre todos los aspectos del proceso de fabricación en las plantas de queso, para asegurar un producto consistente que satisfaga las expectativas del consumidor. Se han identificado parámetros críticos para lograr una funcionalidad consistente:

- Leche de buena calidad (recuento bajo de células somáticas y bacterias).
- Control de la proporción de caseína (proteína)/grasa y nivel total de proteína en la leche. Esta práctica ha contribuido a mejorar la consistencia de la composición del queso durante la manufactura (firmeza del coágulo, mayor consistente al cortar).
- Control del pH en la adición de cuajo y desuerado. Los niveles de pH en estos puntos de fabricación determinan esencialmente el nivel de calcio en el queso, que a su vez tiene un efecto favorable en la estructura inicial.
- Control del tiempo de residencia y temperatura del queso durante y al final del estiramiento.
- Control de la velocidad y temperatura final de enfriamiento después del moldeo. Ya que la historia térmica de la cuajada durante la plastificación y el enfriamiento después del moldeo determina esencialmente el nivel de actividad de cuajo residual y la supervivencia del cultivo de arranque en el queso

### **2.3.6. PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LOS QUESOS**

Las características organolépticas (textura, sabor, aroma, forma y color) son los atributos que mayor influencia tienen para que los consumidores acepten o rechacen un producto alimenticio.

#### **2.3.6.1. Textura**

Se encuentra determinado por el contenido de agua y grasa, los cambios en esta característica se origina al producirse una pérdida de agua o grasa y la hidrólisis de las proteínas (Fellows, 2000).

#### **2.3.6.2. Sabor y Olor**

En la obra de Fellows (2000) explica que estos atributos están determinados por la composición de los alimentos. Los cambios producidos en estas propiedades se debe a una actividad enzimática sobre las proteínas, grasas y carbohidratos.

Martínez, Fernández, Requena, & Peláez (2011) citan a El Soda, Madkor, Tong, (2000) quienes explican que el sabor del queso resulta de la descomposición de los componentes de la leche por las enzimas propias de la leche, el cuajo y los microorganismos, que producen una serie de compuestos volátiles y no volátiles, en particular las bacterias ácido lácticas, son los principales factores responsables de la formación de muchos de estos compuestos que son esenciales para el sabor del queso.

#### **2.3.6.3. Color**

Fellows (2000) cita a MacDougall (1984) quien describe que este atributo puede sufrir cambios durante la conservación debido a los cambios de pH por oxidación.

### **2.3.7. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LOS QUESOS DE PASTA HILADA**

Las propiedades funcionales de los queso de pasta hilada (estiramiento, elasticidad, liberación de aceite, índice de fundido) son fácilmente percibidos por los consumidores, por lo tanto, las mediciones de estas propiedades son fundamentales en la elaboración de quesos, el cual está determinado por la función que cumpla en el alimento a utilizar. En estudios anteriores se ha demostrado que este tipo de quesos experimenta cambios en la funcionalidad y textura durante el almacenamiento, debido a la composición, el tratamiento térmico durante el estiramiento y la temperatura de moldeo y almacenamiento (Castro, 2014).

### **2.3.7.1. Capacidad de estiramiento.**

El estiramiento tiene un impacto sobre la estructura y la composición química del queso. El estiramiento transforma la matriz de proteína tridimensional amorfa de la cuajada en una red de fibras de proteína alineadas en paralelo, dando como resultado una alineación parcial de las fases grasa y suero del queso. El estiramiento proporciona una textura sin fundir que es notablemente elástica y una consistencia fundida que es altamente estructurada, fibrosa y masticable (Ramírez, 2010). Fox , Guinee, Cogan, & McSweeney (2000) hacen referencia a que la capacidad de estiramiento de los quesos de pasta hilada se incrementa durante el tiempo de almacenamiento.

### **2.3.7.2. Índice de fundido**

Es la capacidad del queso a suavizarse y extenderse bajo calentamiento provocando el debilitamiento de la estructura del queso, el cual no soporta su propio peso y colapsa sobre sí mismo (Ramírez, 2010). La capacidad de fundido está determinada, por sobre las demás causas, por el número y fuerza de las interacciones caseína – caseína mismas que viene dada por el contenido de calcio en el producto final (Lucey et al., 2003).

Kindstedt, Hillier, & Maye (2000) hacen referencia de que el tiempo de fusión, disminución de la viscosidad aparente y la capacidad de flujo se incrementó con: el tiempo de almacenamiento, el grado de proteólisis, el contenido de grasa y humedad, el menor contenido en calcio y con un pH bajo.

### **2.3.7.3. Liberación de aceite**

Ramírez (2010) define esta propiedad como la capacidad que tiene el queso para liberar grasa cuando es sometida al calor, formando una película hidrofóbica durante la fusión, evitando la pérdida excesiva de humedad y proporcionando el brillo deseable en el producto final.

La liberación de aceite de los quesos de pasta hilada se incrementa con: un aumento del contenido de grasa, disminución del contenido de sal, aumento del tiempo de almacenamiento y niveles de proteólisis, disminuye considerablemente cuando: la leche ha sido homogenizada antes de la elaboración del queso (Kindstedt, Hillier, & Maye, 2000).

### **2.3.8. PROTEÓLISIS DE LOS QUESOS**

Martínez, Fernández, Requena, & Peláez (2001) mencionan a Visser, (1993) quien explica que la proteólisis del queso implica la acción concertada de las enzimas proteolíticas, como la quimosina residual sobre la caseína intacta en la cuajada de queso (fase primaria de maduración). Martínez et al., (2001) citan a Ney (1979) que hace referencia a que la Proteólisis también puede conducir a péptidos amargos, que se acumulan en el queso, causando sabores amargos.

En un estudio realizado por Sánchez et al., (2011) sobre la proteólisis y lipólisis de los quesos almacenados se evidenció una progresiva proteólisis y descenso del pH según el paso del tiempo, debido a la ruptura de las bandas de caseína formando fragmentos de proteína, este efecto está influenciado por importantes factores como: el efecto residual del cuajo, el porcentaje de grasa y el pH. La proteólisis se incrementa con el aumento del contenido de humedad en el queso y el aumento de la temperatura durante el almacenamiento ( Kindstedt , Hillier , & Maye, 2000)

### **2.3.9. LIPÓLISIS DE LOS QUESOS**

Los lípidos tienen un efecto importante en el sabor y la textura de los quesos. Estos contribuyen al sabor del queso de tres maneras: Son una fuente de ácidos grasos, especialmente ácidos grasos de cadena corta, que tienen sabores fuertes y característicos. Los cuales se producen mediante la acción de las lipasas en un proceso denominado lipólisis. Los ácidos grasos poliinsaturados, sufren oxidación dando lugar a la formación de varios aldehídos insaturados que están fuertemente aromatizados y causan un defecto del sabor denominado rancidez oxidativa. Y los lípidos que funcionan como disolventes para los compuestos sapídicos y aromáticos producidos no sólo a partir de lípidos, sino también de proteínas y lactosa (Fox et al., 2000).

### **2.3.10. GRASA DE LOS QUESOS**

En el periodo de conservación existen cambios en la calidad de los productos lácteos frescos de acuerdo al contenido de grasa, ya que esta interviene en el desarrollo del sabor, aroma y textura generando cambios en la aceptabilidad por parte del consumidor, además, el contenido de grasa es un factor determinante en el rendimiento, lo que nos permitiría reducir los costos de producción (Novoa & López, 2008).

## **2.4. CONSERVACIÓN DE QUESOS FRESCOS**

En el periodo de conservación de los quesos existen leves cambios en su composición, propiedades funcionales, sensoriales y microbiológicas. Durante el tiempo de conservación el queso pierde humedad la cual va asociada a un descenso en la actividad de agua y un cambio en la apariencia y la textura (Garcia, 2006).

### **2.4.1. AGENTES CONSERVANTES EN PRODUCTOS LÁCTEOS**

Son sustancias que pueden inhibir, retardar o detener procesos de deterioro de los alimentos, particularmente estos deterioros son ocasionados por microorganismos tales como bacterias, mohos y levaduras causando inconvenientes económicos tanto para el fabricante como para el consumidor (Ibáñez, Torre, & Irigoyen, 2003).

#### **2.4.1.1. Nisina**

Kykkidou, et. al., (2007) cita a Davies, Bevis y Delves Broughton (1997) quien explica que la nisina ha sido sugerido como un agente antimicrobiano natural, usado como un biopreservante de los alimentos. La cual es producida por las cepas de *Lactococcus lactis subsp. Lactis*, en forma de bacteriocinas. Así de este modo la aplicación de nisina puede utilizarse para reducir la utilización de conservantes químicos (Fellows, 2000).

Al realizar una conservación de quesos frescos añadiendo nisina en los tratamientos, basándose principalmente en el análisis sensorial y el conteo de levaduras dieron como resultado una extensión de la vida útil del queso de más de 7 y 21 días respectivamente (Kykkidou et al., 2007).

La aplicación de la nisina en la conservación de quesos evita el crecimiento de *Clostridium tyrobutyricum* responsable de generar un sabor desagradable y el hinchamiento. Además inhibe el crecimiento de *listeria monocytogenes* siendo eficaz en la eliminación de microorganismos potencialmente peligrosos en los quesos. (Fellows, 2000).

#### **2.4.1.2. Stabilak**

Es un producto cubano que tiene como ingrediente activo tiocianato de sodio y peróxido de hidrógeno en un medio incipiente que le confiere estabilidad (percarbonato de sodio) y que junto con la lactoperoxidasa de la leche, conforman el sistema. Cada dosis está constituida por dos formulaciones: STABILAK 1 y STABILAK 2, que se adicionan a la leche en ese orden. El alargamiento de la capacidad de conservación de la leche se puede

obtener con la reactivación del sistema LP, utilizando solamente la formulación STABILAK 2, una vez realizada la activación inicial (García, 2000).

#### **2.4.1.3. *Lactoperoxidasa***

La eficacia del sistema LP en el mantenimiento de la calidad higiénica de la leche cruda depende de la carga inicial, tipo de contaminación microbiológica y de la temperatura de la leche durante el período de tratamiento. Teniendo ante todo un efecto bacteriostático en la leche cruda (FAO y OMS, 2005).

En el estudio realizado por Huaraca (2013) se demostró que pasado las 72 horas a temperatura ambiente el sistema LP no muestra actividad conservadora en quesos frescos elaborados con adición del activador del sistema LP.

**Tabla 7.** Dosificación de los conservantes

<b>Conservante</b>	<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Stabilak</b>	50 kg de leche	Sobre 1 (4g)
		Sobre 2 (6g)
<b>Sorbato de potasio</b>	1 kg de leche	0,5 -2 g
<b>Nisina</b>	1 kg de leche	12,5 mg

Fuente: CODEX ALIMENTARIUS (2011)

## **2.5. CONTROL MICROBIOLÓGICO DE QUESOS FRESCOS**

Según la NTE INEN 1528: 2012 de queso fresco, en los requisitos microbiológicos se establece que “los quesos frescos no madurados deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas”.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO**

La experimentación se realizó en las Unidades Eduproductivas de la carrera de Agroindustrias y sus condiciones ambientales se detallan en la tabla 8. Los análisis físicos, químicos y microbiológicos de la materia prima y del producto se realizaron en los laboratorios de la Universidad Técnica Del Norte.

**Tabla 8.** Localización del experimento.

<b>Descripción de la localización del experimento</b>	
<b>Provincia:</b>	Imbabura
<b>Cantón:</b>	Ibarra
<b>Parroquia:</b>	El Sagrario
<b>Altitud:</b>	2250 m.s.n.m
<b>Humedad relativa promedio:</b>	73%
<b>Precipitación:</b>	550,3 mm / año
<b>Temperatura media:</b>	17,7 °C

Fuente:(Estación experimental Yuyucocha, 2015)

#### **3.2. MATERIALES Y EQUIPOS**

##### **3.2.1. MATERIA PRIMA E INSUMOS**

- Leche
- Suero
- Cloruro de sodio
- Cloruro de calcio
- Cuajo

- Stabilak
- Nisina
- Sorbato de potasio

### 3.2.2. MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO

**Materiales:** Lira, cuchillos, jarras, bandejas, tinas plásticas, filtro de tela, pala, moldes de acero inoxidable, gradilla, tubos de ensayo, vasos de precipitación, pipetas, pinzas.

**Equipos:** Balanza gramera, potenciómetro, centrífuga, marmita, caldero, selladora, cuarto frío, mesa de acero inoxidable.

### 3.3. MÉTODOS

#### 3.3.1. EVALUACIÓN DE LA CINÉTICA DE FERMENTACIÓN DEL LACTOBACILLUS CASEI EN SUERO DE LECHE.

Se utilizó lactosuero fresco pasteurizado a 90 °C por 15 minutos y filtrado para eliminar grumos. Este proceso se llevó a cabo en un fermentador con un volumen de trabajo total de 4 L. Se inoculó un 10% del cultivo con el microorganismo adaptado. Las condiciones de trabajo fueron a una temperatura de 37 °C y 150 rpm de agitación mecánica. Se monitoreó la fermentación durante 38 horas, determinando concentración de *lactobacillus casei* (Log UFC mL<sup>-1</sup>) y ácido láctico.

La determinación de ácido láctico se realizó por titulometría, pH por potenciometría y el crecimiento bacteriano por conteo en placa. También se realizó los cálculos mediante las ecuaciones de crecimiento considerando una fermentación discontinua, con las cuales se determinaron:

La tasa específica de crecimiento mediante la siguiente ecuación

Exponencial

$$\frac{x}{x_0} = e^{ut}$$

La tasa de producción mediante la siguiente ecuación

$$\frac{dP}{dt} = Y_{P/X}ux$$

### 3.3.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FÍSICOQUÍMICA A LOS 0, 10, 20 Y 30 DÍAS DE LAS CUAJADAS ÁCIDAS REFRIGERADAS.

Se utilizó un diseño con la finalidad de experimentar el uso de conservantes en la elaboración de cuajadas ácidas, principalmente para producir alimentos seguros para el consumidor, previniendo la acción de agentes biológicos (bacterias, levaduras o moho). Por lo tanto se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones.

#### 3.3.2.1. *Tratamientos*

En la tabla 9 se describen los tratamientos en estudio

**Tabla 9.** Descripción de tratamientos en estudio

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
<b>T1</b>	Leche sin pasteurizar añadida nisina y sorbato
<b>T2</b>	Leche sin pasteurizar añadida Stabilak y sorbato
<b>T3</b>	Leche pasteurizada

#### 3.3.2.2. *Características del experimento*

Número de tratamientos: Tres (3)

Número de repeticiones: Tres (3)

Número de unidades experimentales: Nueve (9)

#### 3.3.2.3. *Unidad experimental*

La materia prima empleado para cada unidad experimental fue de 80 litros de leche.

#### 3.3.2.4. *Esquema del análisis estadístico*

En la tabla 10 se detalla el esquema del análisis estadístico.

**Tabla 10.** ANOVA para un diseño completo al azar

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>
<b>Total</b>	8
<b>Tratamientos</b>	2
<b>Error experimental</b>	6

#### 3.3.3.5. *Análisis funcional*

Al existir diferencia estadística significativa entre tratamientos se calculó la prueba de Tukey al 5 %.

### 3.3.3.6. Variables evaluadas

Durante el desarrollo del experimento se evaluaron las variables descritas en la tabla 11 las cuales se realizaron en el laboratorio de lácteos de las Unidades Eduproductivas.

**Tabla 11.** Análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales de las cuajadas ácidas.

<b>Análisis</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>
<b>Análisis fisicoquímicos</b>		
<b>pH</b>	NTE INEN 389	Adimensional
<b>Humedad</b>	AOAC 930.15	Porcentaje
<b>Proteína</b>	AOAC 920.87	Porcentaje
<b>Análisis microbiológicos</b>		
<b>Coliformes totales</b>	AOAC 986.33	UFC/g
<b><i>Staphylococcus aureus</i></b>	AOAC 2003.08	UFC/g
<b>Mohos y levaduras</b>	AOAC 997.02	UFC/g
<b>Análisis sensorial</b>		
<b>Olor</b>		
<b>Color</b>		
<b>Sabor</b>	Pruebas no paramétricas de FRIEDMAN	
<b>Textura</b>		

#### **Determinación del pH**

La determinación del pH de los quesos se realizó por inmersión directa del electrodo, utilizando un potenciómetro calibrado con soluciones buffers de pH 4 y 7, mediante el método AOAC

#### **Determinación de la proteína**

La determinación del contenido de proteína total fue realizada mediante el método Kjeldahl. Para lo cual, se realizó la digestión de 0.5g de muestra con ácido sulfúrico, continuando con una destilación con hidróxido de sodio en ácido bórico al 4% y titulando con ácido clorhídrico 0.1 N, determinando el contenido de nitrógeno, este valor obtenido se convirtió a proteína mediante el factor de conversión 6.38.

#### **Análisis sensorial de las cuajadas ácidas**

Se realizó mediante un panel no entrenado de degustación, las variables evaluadas fueron color, olor, sabor y textura. Los resultados obtenidos se analizaron mediante la prueba de Friedman, las características evaluadas reúnen las siguientes descripciones:

- 1. Color.-** Debe presentar un color amarillo no muy intensa, debe estar libre de manchas.

2. **Olor.-** Debe ser característico a la cuajada sometida a calentamiento.
3. **Sabor.-** Debe presentar una acidez leve.
4. **Textura.-** No debe ser masoso, blando o duro.

La ficha del análisis sensorial descrita en el anexo 2 maneja para cada atributo una escala hedónica de 5 puntos, donde 1 corresponde a disgusta mucho y 5 a gusta mucho.

### **3.3.3. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS CUAJADAS ÁCIDAS REFRIGERADAS PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO DOBLE CREMA.**

Para la evaluación de las cuajadas ácidas refrigeradas se utilizó una mezcla del 30% de cuajada ácida refrigerada con 70% de cuajada ácida fresca en la elaboración de queso doble crema. Por lo tanto, en la evaluación de la incorporación de cuajada ácida para la elaboración de queso doble crema, se empleó un diseño experimental DCA (diseño completamente al azar) simple, el cual determinó la influencia sobre las características fisicoquímicas y funcionales del queso doble crema.

#### **3.3.3.1. Tratamientos**

En la tabla 12 se describen los tratamientos en estudio

**Tabla 12.** Descripción de tratamientos en estudio

TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
	I	II	III
t1 (Cuajada ácida fresca)	t1	t1	t1
t2 (Cuajada ácida a los 10 días)	t2	t2	t2
t3 (Cuajada ácida a los 20 días)	t3	t3	t3
t4 (Cuajada ácida a los 30 días)	t4	t4	t4

#### **3.3.3.2. Características del experimento**

Número de tratamientos: Cuatro (4)

Número de repeticiones: Tres (3)

Número de unidades experimentales: Doce (12)

#### **3.3.3.3. Esquema del análisis estadístico**

En la tabla 13 se detalla el esquema del análisis estadístico.

**Tabla 13.** ANOVA de un diseño completo al azar

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>
<b>TOTAL</b>	11
<b>Tratamientos</b>	3
<b>Error experimental</b>	8

#### **3.3.3.4. Análisis funcional**

Al existir diferencia estadística significativa entre tratamientos se calculó la prueba de Tukey al 5 %.

#### **3.3.3.5. Variables evaluadas**

Durante el desarrollo del experimento se evaluaron las variables descritas en la tabla 12, las cuales se realizaron en el laboratorio de lácteos de las Unidades Eduproductivas.

**Tabla 14.** Variables y métodos evaluados durante el experimento

<b>Variable</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>
<b>Liberación de aceite</b>	Test de Babcock modificado	Porcentaje
<b>Índice de fundido</b>	Test de Schreiber	Porcentaje
<b>Elasticidad</b>	Empírico	Metros

#### **Determinación de la liberación de aceite**

La liberación de aceite se determinó mediante el Test de Babcock modificado, el cual consiste en someter discos de queso de 20 mm de diámetro y 5 mm de altura a una temperatura de 110 °C por 5 min, sobre un papel filtro y se midió el diámetro final del anillo de aceite que se difundió en el papel filtro. El resultado obtenido fue utilizado como un índice del aceite liberado por calentamiento, expresado en porcentaje.

$$MD = \frac{D_t}{D_o} \times 100$$

Donde

MD = Incremento en diámetro (%)

D<sub>t</sub> = Diámetro final (mm)

D<sub>o</sub> = Diámetro inicial (mm)

#### **Determinación del índice de fundido**

Se empleó el test modificado de Schreiber en la determinación del índice de fundido, este método consiste en cortar discos de queso de 35 mm de diámetro y 5 mm de altura, las muestras fueron colocadas en cajas Petri y calentados a 230 °C por 5 min. Se registró el

diámetro de queso fundido de 5 puntos diferentes y los resultados se expresaron como porcentaje de incremento en diámetro. Para ello se utilizó la siguiente ecuación:

$$MD = \frac{D_t}{D_o} \times 100$$

Donde

MD = Incremento en diámetro (%)

D<sub>t</sub> = Diámetro final (mm)

D<sub>o</sub> = Diámetro inicial (mm)

### Determinación de la capacidad de estiramiento

Se realizó mediante el método adaptado de Reid y Yan (2004), para ello se tomó una muestra de 300 gramos de cuajada ácida, se sumergió en agua a 65 °C por 5 minutos y se procedió a realizar estiramiento y con ayuda de un metro se determinó su longitud en metros.

### 3.3.4. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS, FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DEL QUESO DOBLE CREMA.

Se realizó los análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales en el laboratorio de lácteos de las Unidades Eduproductivas, los métodos utilizados para la determinación de estas características se detallan a continuación:

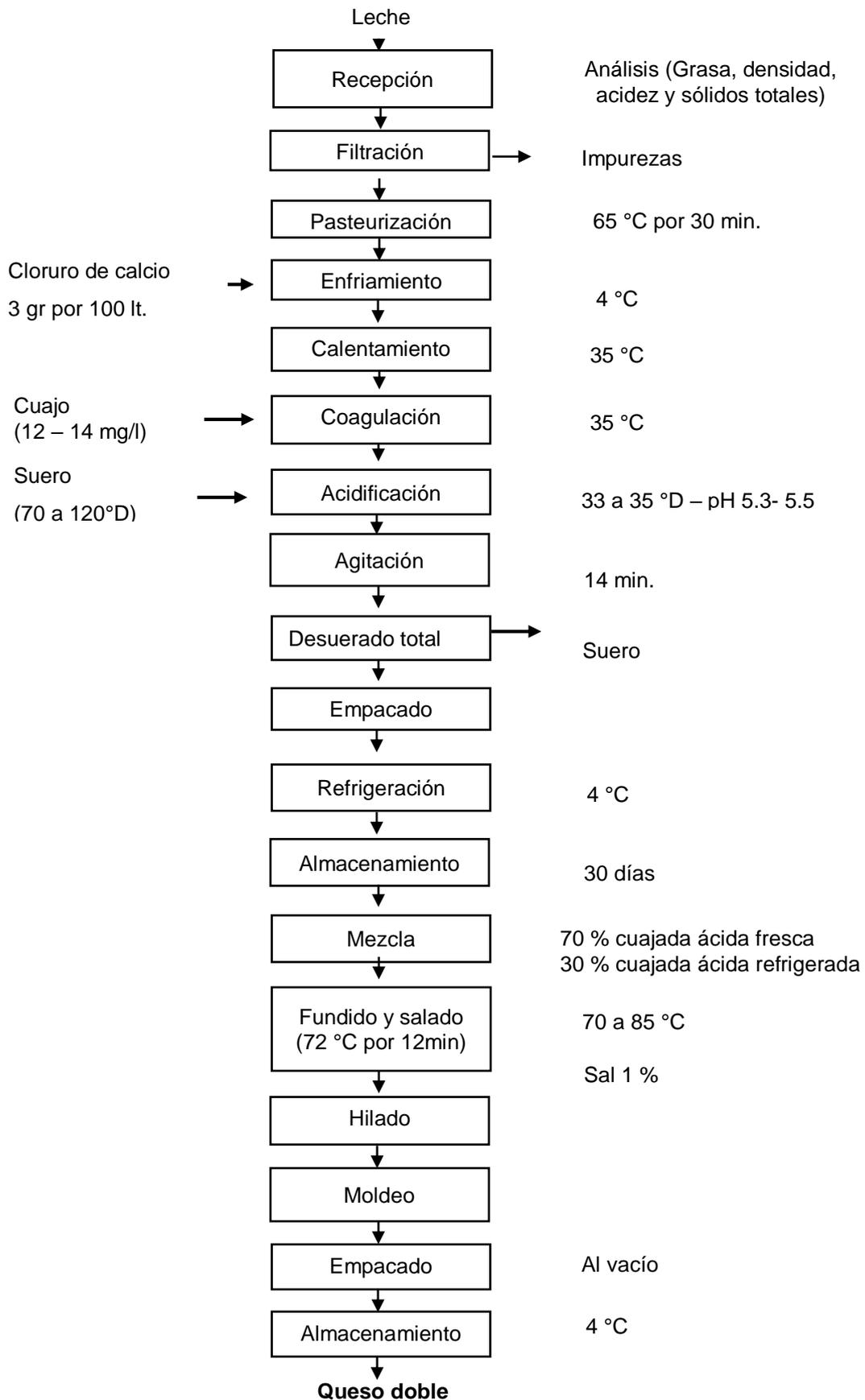
**Tabla 15.** Análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales del queso doble crema

Análisis	Método	Unidad
<b>Análisis fisicoquímicos</b>		
pH	NTE INEN 389	Adimensional
Humedad	AOAC 930.15	Porcentaje
Grasa	NTE INEN 064	Porcentaje
<b>Análisis microbiológicos</b>		
Coliformes totales	AOAC 986.33	UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	AOAC 2003.08	UFC/g
Mohos y levaduras	AOAC 997.02	UPC/g
<b>Análisis sensorial</b>		
Olor		
Color		
Sabor	Pruebas no paramétricas de FRIEDMAN	
Textura		

### **3.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO**

Para la elaboración de queso doble crema se empleó cuajadas ácidas refrigeradas y cuajada ácida fresca, el proceso de hilado se llevó a cabo en una marmita abierta de 10 kg de capacidad con agitación constante, en la cual se mezcla 30% de cuajada ácida refrigerada y 70% de cuajada ácida fresca, en la siguiente figura se detalla el proceso de elaboración de queso doble crema.

### 3.4.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACIÓN DE QUESO DOBLE CREMA



### 3.4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

**RECEPCIÓN:** La materia prima (leche) se transportó hasta las unidades Edu- Productivas en tarros de aluminio con capacidad de 40 litros y se realizó los análisis de plataforma (acidez, sólidos totales, proteína, grasa) para determinar su calidad.



**Fotografía 1.** Recepción de la leche.

**FILTRACIÓN:** Se realizó utilizando un lienzo con el fin de eliminar partículas extrañas de la leche y se colocó en la tina de enfriamiento para su posterior procesamiento.



**Fotografía 2.** Filtración de leche

**PASTEURIZACIÓN:** La leche se pasteurizó en una tina de doble fondo de acero inoxidable con capacidad de 100 litros. Se realizó una pasteurización lenta a una temperatura de 65 °C por 30 minutos, en el cual la temperatura se controló con la ayuda de un termómetro.



**Fotografía 3.** Pasteurización de la leche

**ENFRIAMIENTO:** Se enfrió la leche hasta alcanzar una temperatura de 4 °C y se adicionó 32 ml de cloruro de calcio por cada 80 litros.



**Fotografía 4.** Enfriamiento de la leche

**CALENTAMIENTO:** Se elevó la temperatura de la leche hasta alcanzar 35 °C para la adición del cuajo.



**Fotografía 5.** Calentamiento de la leche.

**COAGULACIÓN:** Cuando la leche llegó a una temperatura de 35 °C se añadió 1.5 % de cuajo en polvo previamente disuelto en agua fría con sal, se agitó por 1 min y se dejó reposar por 15 minutos.



**Fotografía 6.** Adición del cuajo

**ESTANDARIZACIÓN DE LA ACIDEZ:** La estandarización de la acidez se realizó mediante el método del cuadrado de Pearson, el cual nos ayuda a conocer la cantidad exacta

de suero ácido a añadirse en la mezcla. Para esto es necesario conocer la acidez de la leche y del suero.



**Fotografía 7.** Estandarización de acidez de la leche

**AGITACIÓN:** Después de estandarizar la acidez se agita lentamente la mezcla durante 15 minutos con la ayuda de una pala para que mediante el movimiento se produzca la coagulación y esta se precipite.



**Fotografía 8.** Agitación de la cuajada ácida

**DESUERADO TOTAL:** Se procedió a eliminar el suero en su totalidad mediante la ayuda de un balde plástico y lienzo.



**Fotografía 9.** Desuerado total de la cuajada ácida

**EMPACADO:** Luego de que la cuajada ácida estaba completamente fría se procedió a empacar en fundas de polietileno y se las sello.



**Fotografía 10.** Empacado de la cuajada ácida

**REFRIGERACIÓN:** Después del empacado se procedió al almacenamiento en refrigeración a una temperatura de 4 °C ( $\pm 2$ ) durante 30 días.



**Fotografía 11.** Refrigeración de la cuajada ácida a temperatura de 4 °C

**MEZCLADO:** Se realizó incorporaciones a los 10, 20 y 30 días de almacenamiento en donde se mezcló 70 % de cuajada ácida fresca con 30 % de cuajada ácida almacenada.



**Fotografía 12.** Cuajada ácida fresca y cuajada ácida refrigerada

**FUNDIDO Y SALADO:** La cuajada ácida se trasvasó a una marmita de doble fondo de acero inoxidable con de 10 kg de capacidad, se añadió 1 % de sal refinada; se procedió a calentar la cuajada para su posterior cocimiento y fundido, alcanzando una temperatura de 85 °C.



**Fotografía 13.** Fundido y adición de sal de la cuajada ácida

**HILADO:** Se tomó la cuajada fundida y mediante la utilización de una pala de madera se realizó estiramientos de la masa de apariencia elástica hasta que la cuajada tome un aspecto brillante.



**Fotografía 14.** Hilado de la cuajada ácida

**MOLDEO:** Se procedió a realizar cortes, se enrolló la masa y se colocó en los moldes, se dejó enfriar a temperatura ambiente y posterior a esto se almacena en refrigeración.



**Fotografía 15.** Moldeado del queso doble crema

**EMPACADO:** Luego de que el queso esté frío se procede a sacar de los moldes y se realiza el empaclado en fundas de polietileno y se sella al vacío.



**Fotografía 16.** Sellado al vacío del queso doble crema.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. EVALUACIÓN DE LA CINÉTICA DE FERMENTACIÓN DEL LACTOBACILLUS CASEI EN SUERO DE LECHE.

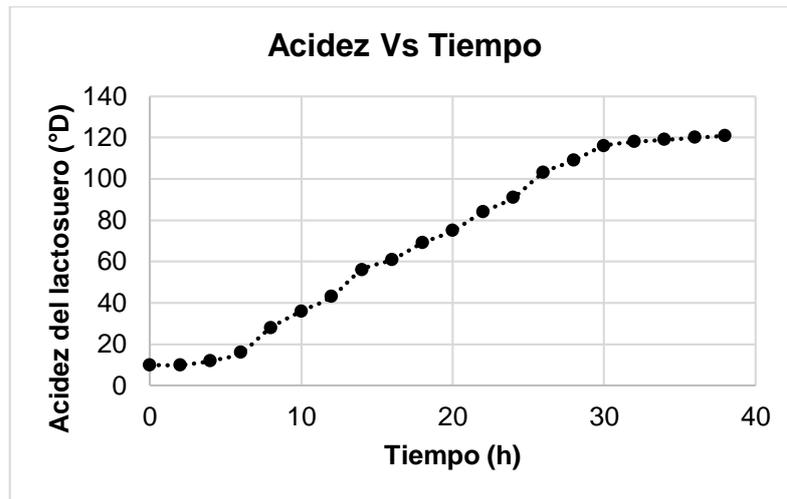
Previo al desarrollo del experimento se caracterizó el suero con la finalidad de establecer parámetros que permita homogenizar la unidad experimental. En la tabla 16 se observa las características fisicoquímicas del suero fresco.

**Tabla 16.** Caracterización fisicoquímica del suero de leche

<b>Propiedad fisicoquímica</b>	<b>Suero de leche fresco</b>
<b>pH</b>	6.21
<b>Densidad (g/ml)</b>	1.025
<b>Ácido láctico (°D)</b>	9
<b>Grasa</b>	0.36
<b>Proteína</b>	2.66
<b>Agua añadida</b>	20.96
<b>Lactosa (%)</b>	3.74

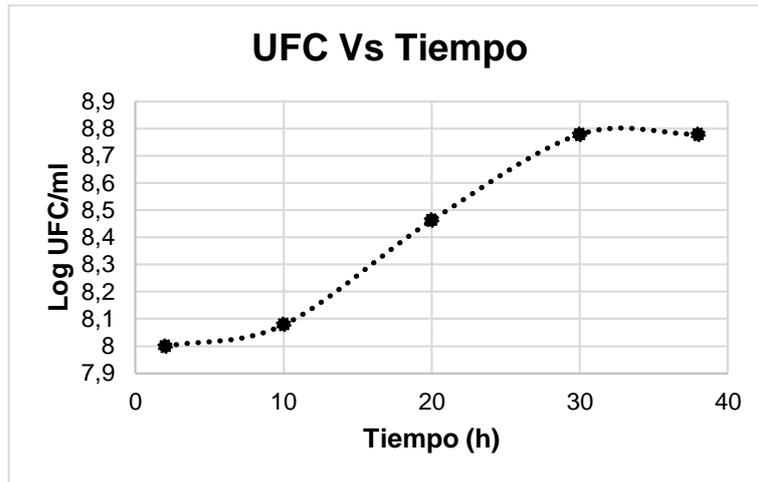
El suero de leche al ser utilizado como sustrato resulta favorable para la síntesis del producto, ya que los microorganismos toman los componentes necesarios para su desarrollo, estos resultados están acorde a los estudios realizados por Orozco y Solarte (2003) quienes mencionan que los microorganismos para realizar y mantener sus funciones toman los nutrientes que aporta el suero de leche y de este modo obtener el producto de interés que en este caso fue la obtención de ácido láctico.

Para evaluar la producción de ácido láctico y el crecimiento del microorganismo se realizó mediciones de acidez titulable y conteo en placa respectivamente en el tiempo. De los cuales se obtuvieron los siguientes resultados.



**Figura 2.** Acidez del lactosuero durante la fermentación

Se realizó la cinética de producción de ácido láctico, en un cultivo por lote con un volumen de trabajo de 4 litros, donde la producción de éste comienza a partir de 5 horas aproximadamente, se puede decir que, este producto es asociado al crecimiento microbiano. A las 30 horas comienza a disminuir la producción del producto de interés debido a limitaciones que éste le induce al microorganismo, saliéndose de las condiciones de crecimiento en cuanto al pH, llegando a valores por debajo de 3,7, obteniendo valores máximos en estas condiciones de 120 °D con una velocidad de producción del producto de interés ( $q_p$ ) de  $1.34 \times 10^{-11}$  °D/UFC\*h, se determinó que el tiempo de producción de ácido láctico favorable es de 30 horas para un cultivo batch, este resultado muestra que el microorganismo utilizado *L. casei* fue capaz de producir ácido láctico en suero de leche. Estos resultados concuerdan con investigaciones realizados por Cury, Arteaga, Martínez, Luján, & Durango (2014) quienes encontraron que al inocular *lactobacillus casei* en suero de leche para producir ácido láctico se reduce el tiempo de fermentación alcanzando una producción superior 120 °D en 34 horas.



**Figura 3.** Comportamiento del *Lactobacillus casei* durante el tiempo de fermentación del suero.

La cinética de crecimiento bacteriano obtenida en condiciones anaeróbicas corresponde con los modelos cinéticos de los microorganismos, expresándose las etapas fundamentales de crecimiento, adaptación aproximadamente de 8 horas, una fase exponencial con un tiempo aproximado de 20 horas con un incremento de  $480 \times 10^6$  UFC/ml para una velocidad de crecimiento de  $0.080 \text{ h}^{-1}$  y continuó disminuyendo hasta prácticamente cero al final de la fase de crecimiento exponencial, esta disminución drástica del valor específico de la tasa de crecimiento es una característica típica del comportamiento de crecimiento de las bacterias lácticas y se atribuyen al efecto inhibitor de la acumulación de ácido láctico, alcanzando el cultivo valores cercanos de pH 3,7. Estos resultados concuerdan con estudios realizados por Escobar , Rojas , Giraldo , & Padilla (2010) quienes mencionan que durante el crecimiento microbiano se observan tres de las cuatro fase fundamentales debido a la utilización de *Lactobacillus casei* adaptado.

#### **4.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA A LOS 0, 10, 20 Y 30 DÍAS DE LAS CUAJADAS ÁCIDAS REFRIGERADAS**

En la presente investigación se utilizaron 3 tipos de cuajadas ácidas, a las cuales se les realizaron los análisis microbiológicos y fisicoquímicos como pH, humedad y proteína cada diez días, durante el tiempo de conservación en refrigeración y de esta manera determinar si existe alteraciones en las propiedades de las cuajadas ácida.

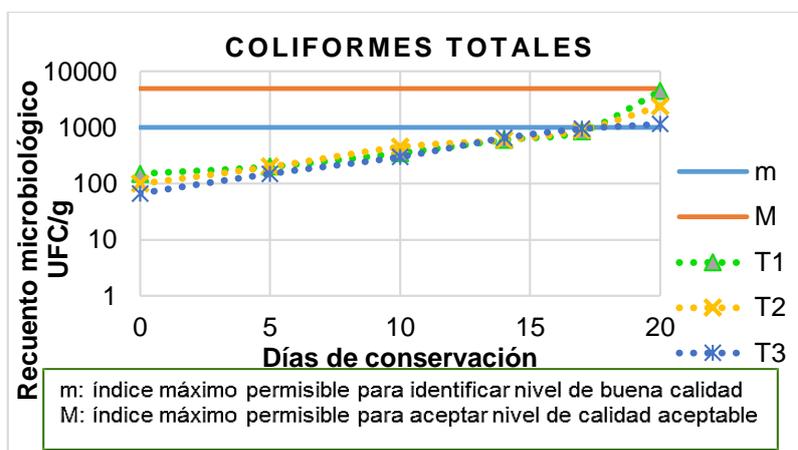
## DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES EVALUADAS

Durante el periodo de conservación a los tres tipos de cuajadas ácidas se les realizó el seguimiento microbiológico detallado en la tabla 17.

**Tabla 17.** Recuento microbiológico de las cuajadas ácidas durante el tiempo de conservación

Día	0	10	20	Unidad
<b>Cuajada elaborada con nisina- sorbato partiendo de leche sin pasteurizar</b>				
Coliformes totales	150	350	4450	UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	200	350	1600	UFC/g
Mohos	100	650	5600	UFC/g
Levaduras	200	750	6250	UFC/g
<b>Cuajada elaborada con stabilak- sorbato partiendo de leche sin pasteurizar</b>				
Coliformes totales	100	450	2400	UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	67	250	1000	UFC/g
Mohos	84	550	1500	UFC/g
Levaduras	200	750	6250	UFC/g
<b>Cuajada elaborada con de leche pasteurizada</b>				
Coliformes totales	67	300	950	UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	43	100	700	UFC/g
Mohos	1	58	800	UFC/g
Levaduras	100	300	1100	UFC/g

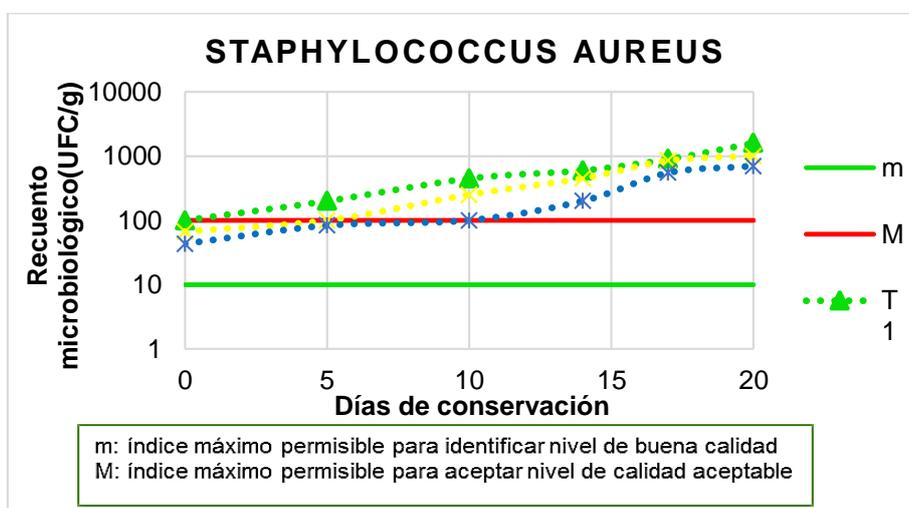
Se monitoreó la calidad microbiológica de las cuajadas ácidas a los 0, 10 y 20 días de conservación, los resultados obtenidos se encuentran en los rangos permitidos por la Norma Técnica Colombiana 750 que establece como índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad (m) un conteo de 1000 UFC/g de coliformes, 500 UFC/g de mohos y levaduras y 100 UFC/g de staphylococcus aureus y un índice máximo permisible para aceptar nivel de calidad aceptable (M) de 5000 UFC/g de coliformes, 5000 UFC/g de mohos y levaduras y 1000 UFC/g staphylococcus aureus para quesos frescos.



**Figura 4.** Recuento de coliformes totales de las cuajadas ácidas durante la conservación.

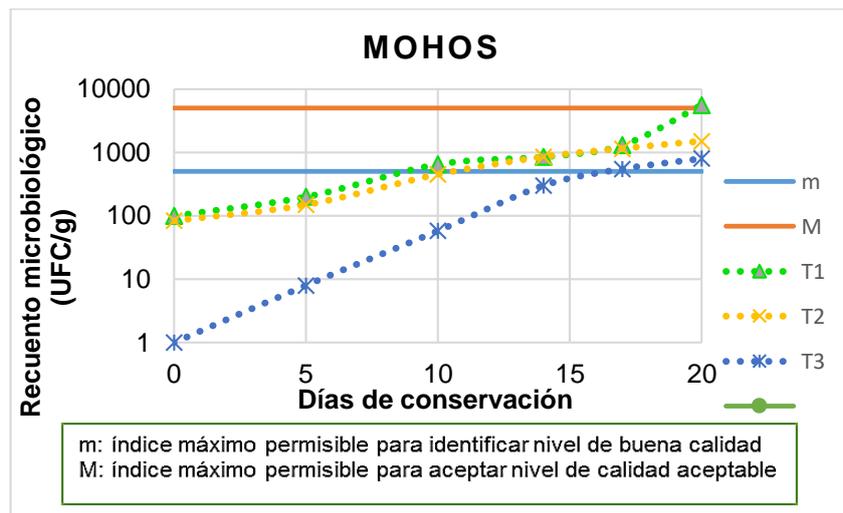
De acuerdo a los resultados obtenidos el tratamiento T3 (cuajada ácida elaborada a partir de leche pasteurizada) inició con una buena calidad microbiológica ya que al día cero presentó 67 UFC/g, mientras que los tratamientos T1 (cuajada ácida elaborada a partir de leche sin pasteurizar añadida nisina-sorbato de potasio) y T2 (cuajada ácida elaborada a partir de leche sin pasteurizar añadida stabilak-sorbato de potasio) iniciaron con un conteo microbiológico que los mantenía en un rango de calidad aceptable con un conteo de 100 y 150 UFC/g respectivamente en cuanto a coliformes totales. Durante el tiempo de conservación los tres tratamientos sufrieron un incremento en su conteo microbiológico manteniéndose dentro de los límites de calidad aceptable hasta el día 17. El T3 al día 20 se mantenía dentro del límite de calidad aceptable con un conteo de 950 UFC/g a diferencia del T1 y T2, que en este tiempo de conservación sobrepasan los límites máximos permitidos por la norma mexicana 121 de quesos frescos no maduros que establecen un conteo máximo de 1000 UFC/g y fueron descartados por la elevada carga microbiológica.

En la figura 5 los tratamientos T1, T2 y T3 se encuentran dentro de los parámetros de calidad aceptable con un conteo microbiológico de 200, 67 y 43 UFC/g de staphylococcus aureus respectivamente al día cero, al día 10 de conservación los tratamientos T1 y T2 superan los límites máximos permitidos por la Norma INEN 082 para quesos mozzarella con un conteo de 350 y 250 UFC/g y el tratamiento T3 permanece dentro de los parámetros de calidad aceptable con 100 UFC/g y al día 20 de conservación la carga microbiológica se eleva en todos los tratamientos excediéndose de los rangos de calidad permitidos, por lo que se descartan las cuajadas ácidas.



**Figura 5.** Recuento de staphylococcus aureus de las cuajadas ácidas durante la conservación.

Al realizar el recuento de mohos, los resultados obtenidos muestran que los tratamientos T1 y T2 al día cero inician con una calidad aceptable, con un conteo de 100 y 84 UFC/g y durante la conservación sobrepasan los rangos máximos permitidos, llegando a tener un conteo de 5600 y 1500 UFC/g a los 20 días, mientras que el tratamiento T3 inicia con un rango de buena calidad microbiológica con un conteo de 1 UFC/g, manteniéndose hasta el día diez dentro de la misma y hasta el día veinte encontrándose dentro de una calidad aceptable con 800 UFC/g, de acuerdo a los parámetros establecidos por la Norma Técnica colombiana 750 para quesos frescos no maduros.



**Figura 6.** Recuento de mohos de las cuajadas ácidas durante la conservación.

Los resultados obtenidos en la figura 7 muestran que los tratamientos T1, T2 y T3 al día cero inician con una calidad aceptable con un conteo de 200, 200 y 100 UFC/g respectivamente y durante la conservación los tratamientos T1 y T2 sobrepasan los rangos máximos permitidos llegando a un conteo microbiológico de 6250, mientras que el tratamiento T3 se mantiene hasta el día veinte dentro de los límites de calidad aceptable con un conteo de 1100 UFC/g, de acuerdo a los parámetros establecidos por la Norma mexicana 121 para quesos frescos no maduros se rechazan las cuajadas ácidas por la alta carga microbiana y que el máximo permitido es de 1000 UFC/g.

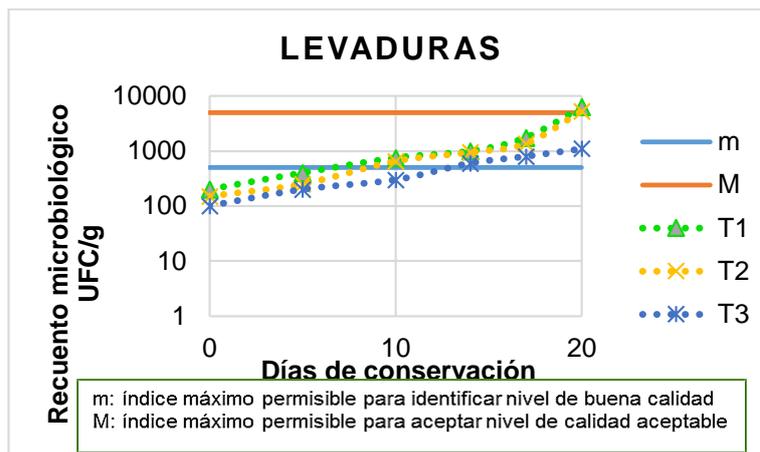


Figura 7. Recuento de levaduras de las cuajadas ácidas durante la conservación.

## Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de las cuajadas ácidas

### Determinación del pH al día 0

El pH fue medido al finalizar el proceso de elaboración de las cuajadas con la ayuda de un potenciómetro. Esta es una de las propiedades características de los quesos de pasta hilada, debido a que permite realizar un hilado de la cuajada y formar fibras cohesivas.

Tabla 18. Análisis de varianza del pH de las cuajadas ácidas al día 0

F.V.	GL	SC	CM	F	F tabular		F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
					5%	1%		
TRATAMIENTO	2	0,02	0,01	4,66	5,14	10,92	ns	ns
ERROR	6	0,01	0,00					
TOTAL	8	0,03						

Según el análisis de varianza se identificó que no existen diferencias significativas entre tratamientos

### Determinación del pH al día 10

Se determinó el pH previo a la primera incorporación de las cuajadas ácidas refrigeradas en la elaboración de queso doble crema a los 10 días de conservación en refrigeración, en la cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 19. Análisis de varianza del pH al día 10 de las cuajadas ácidas.

	GL	SC	CM	F	F tabular		F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
					5%	1%		
TRATAMIENTO	2	0,03	0,01	3,74	5,14	10,92	ns	ns
ERROR	6	0,02	0,00					
TOTAL	8	0,05						

ns: no significativo

Realizada el análisis de varianza del pH de las cuajadas ácidas, se determinó que no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos. Sin embargo se evidenció una tendencia decreciente del pH respecto al paso del tiempo en conservación.

#### Determinación del pH al día 20

Al día 20 de conservación de las cuajadas ácidas se determinó el pH previo a la segunda incorporación en la elaboración de queso doble crema, en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 20.** Análisis de varianza del pH de las cuajadas ácidas del día 20.

F.V.	GL	SC	CM	F	F tabular		F 0,05	F0,01
					5%	1%		
<b>TRATAMIENTO</b>	2	0,03	0,02	3,00	5,14	10,92	ns	ns
<b>ERROR</b>	6	0,03	0,01					
<b>TOTAL</b>	8	0,06						

Analizada la varianza para el pH de las cuajadas ácidas, se determinó que no existe diferencia significativa entre tratamientos.

#### Determinación del pH al día 30

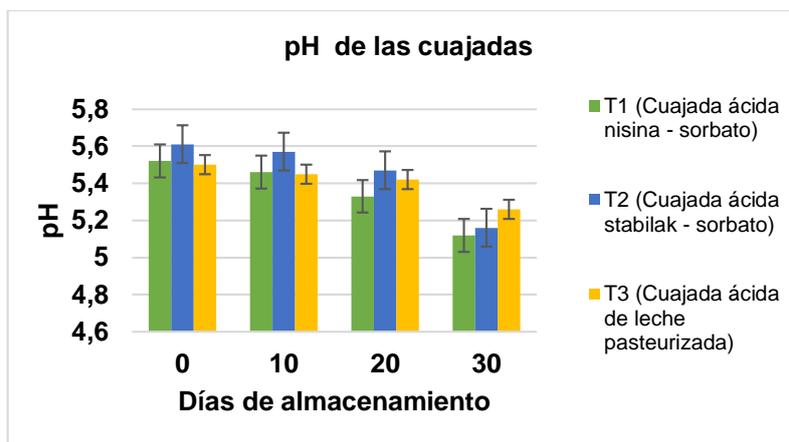
Al realizar el análisis de varianza al día 30 de conservación de las cuajadas ácidas se determinó que existe diferencia significativa entre los tratamientos, por consiguiente se realizó la prueba de Tukey al 5% la cual se describe en la tabla 21.

**Tabla 21.** Prueba de Tukey al 5 % del pH de las cuajadas ácidas al día 30 de conservación.

Tratamiento	Media	Rango
<b>T1</b>	5,12	a
<b>T2</b>	5,16	a
<b>T3</b>	5,26	b

Los resultados mostraron que existen dos rangos: el primero, está comprendido por los tratamientos T1 y T2 que son estadísticamente iguales respecto al pH final de las cuajadas ácidas queso y el segundo por el T3. Siendo el mejor tratamiento el T3 ya que tuvo mayor estabilidad durante el tiempo de conservación. Esto resultados concuerdan con estudios realizados por Guinee (2002) quien menciona que la elaboración y conservación de quesos de pasta hilada provoca un descenso del pH a valores en un rango de 5.3-5.1, en esta investigación se realizó un lavado de la cuajada ácida con el fin de elevar los valores de pH, lo cual concuerda con el trabajo de Feeney, Guinee, y Fox (2002) en el que se encontraron que un incremento del pH de 5,5 a 5,8 en la cuajada genera una disminución de la proteólisis

primaria del queso durante su almacenamiento debido a la reducida acción del pH sobre la hidrólisis de la proteína láctea a valores altos.



**Figura 8.** Comportamiento del pH durante el periodo de conservación de las cuajadas ácidas

Según los resultados obtenidos, durante el tiempo de conservación existe variabilidad del pH conforme al paso del tiempo en almacenamiento, en el cual el tratamiento T1 presenta mayor variabilidad con respecto a los tratamientos T2 y T3 las cuales presentaron valores de pH entre 5,61-5,16, recomendados para realizar el hilado de quesos, debido a que permite mayor elasticidad y extensibilidad de las fibras de caseína, valores que están en el rango de pH que caracteriza a los quesos de pasta hilada (Ramírez, Osorio, & Rodríguez, 2010). Mientras que en el tratamiento T1 se evidenció el descenso de pH de 5,52 a 5,12, causado por la alta actividad microbiana y una proteólisis avanzada durante su conservación (Ricciardi et al., 2015). Uno de las propiedades fisicoquímicas que más influye en la proteólisis es el pH ya que el descenso del mismo afecta sobre todo las propiedades texturales del queso, debido a su efecto sobre la red de proteínas (Lu, Shirashoji, & Lucey, 2008).

#### **Determinación de la humedad al día 0**

Finalizado el proceso de elaboración de las cuajadas ácidas se determinó la humedad con la ayuda de una balanza infrarroja. Con los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza al día 0.

**Tabla 22.** Prueba de Tukey al 5% para la humedad durante la conservación de las cuajadas ácidas.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
<b>T1</b>	46,29	a
<b>T2</b>	45,52	a
<b>T3</b>	47,89	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Se determinó que existe diferencia significativa entre los tratamientos, por consiguiente se realizó la prueba de Tukey al 5% la cual se describe en la tabla 22. Al realizar la prueba de Tukey se pueden distinguir dos rangos: el primero lo constituyen los tratamientos T1 y T2 que son estadísticamente iguales, en el segundo el tratamiento T3, letras diferentes muestran que existe diferencias entre tratamientos. Siendo los mejores los tratamientos T1 y T2 por tener menores valores respecto al contenido de humedad en base húmeda, con valores comprendidos entre 46,29 – 41,23%. Lo cual concuerda con estudios realizados por Ortigosa, Torre, & Izco (2001) quienes manifiestan que la pasteurización de la leche provoca una ligera desnaturalización de las proteínas séricas, originando quesos con elevado contenido de humedad con respecto a los queso elaborados a partir de leche cruda.

#### **Determinación de la humedad al día 10**

Al realizar el análisis de varianza de la humedad al día 10, se determinó que existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo tanto se efectuó la prueba de Tukey al 5% (tabla 23).

**Tabla 23.** Prueba de Tukey para la variable humedad de las cuajadas ácidas al día 10.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
<b>T1</b>	45,65	a
<b>T2</b>	43,91	b
<b>T3</b>	46,56	a

Al realizar la prueba de Tukey se determinó que existen dos rangos: el primero rango están comprendido por los tratamientos T1 y T3 que son iguales estadísticamente, mientras que en el segundo se encuentra el T2, letras diferentes indican que existe diferencia entre tratamientos, siendo el tratamiento T3 el mejor porque no presentó mayor variación en comparación a los datos iniciales con valores comprendidos entre 47,89 – 42,2 %. Estos resultados concuerdan con estudios realizados por Adda, Gripon , & Vassal (1982) quienes explican que durante el tiempo de almacenamiento existe pérdida de humedad, debido a la continua liberación de suero durante el periodo de almacenamiento, lo cual causa una

disminución en la hidratación de las proteínas provocando un incremento en la firmeza de la matriz proteica.

#### Determinación de la humedad al día 20

Al realizar el análisis de varianza de la humedad al día 20, se determinó que existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo tanto se efectuó la prueba de Tukey al 5%

**Tabla 24.** Prueba de Tukey de la variable humedad de las cuajadas al día 20.

Tratamiento	Media	Rango
T1	43,90	a
T2	42,80	b
T3	45,10	c

Con la prueba de Tukey se obtuvo que los tratamientos T1, T2 y T3 son estadísticamente distintos, debido al desenso progresivo de la humedad que sufren las cuajadas ácidas durante el tiempo de conservación por la liberación de suero. Sin embargo estos tratamientos están dentro del rango de humedad que caracterizan las cuajadas para la elaboración de quesos de pasta hilada.

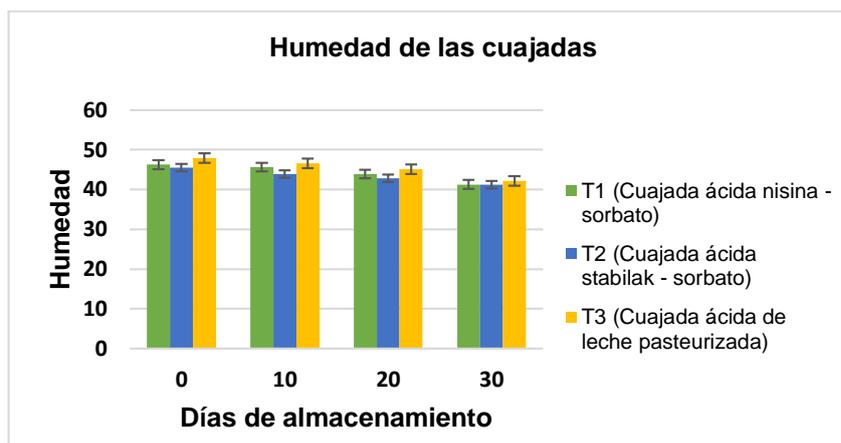
#### Determinación de la humedad al día 30

Analizada la varianza para la humedad de las cuajadas ácidas al día 30 de conservación, se determinó que no existe diferencia significativa entre tratamientos.

**Tabla 25.** Análisis de varianza de la variable humedad al día 30 de conservación de las cuajadas ácidas.

F.V.	GL	SC	CM	F	F tabular		F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
					5%	1%		
TRATAMIENTO	2	1,80	0,90	0,32	5,14	10,92	ns	ns
ERROR	6	16,88	2,81					
TOTAL	8	18,68						

Este resultado se debe a que durante el tiempo de almacenamiento la cuajada fue perdiendo humedad de forma progresiva por la liberación de suero llegando a tener valores mínimos en los cuales todos los tratamientos se mantuvieron estables.



**Figura 9.** Comportamiento de la humedad durante el tiempo de conservación de las cuajadas ácidas.

Como se puede observar en la figura 9, el T3 presentó mayor humedad desde su elaboración hasta los treinta días de conservación con valores entre 47,89 – 42,2 % en comparación a los otros tratamientos en estudio, seguidos de los tratamientos T1, T2 que presentaron mayor descenso de la humedad durante su conservación de 46,29 – 41,23 %. La pérdida de humedad fue ocasionada por la continua liberación de suero provocando una deshidratación de las cuajadas ácidas durante el periodo de conservación, esta reducción genera una concentración de sólidos en la cuajada, incrementando principalmente los valores de materia grasa. Según Dave, Oberg y McMahon (2003) mencionan que un contenido elevado de grasa en los quesos origina la hidrólisis de la proteína acelerando el proceso de proteólisis.

#### Determinación de la proteína al día 0

El contenido de proteína es una de las propiedades más importante de las cuajadas ácidas, la cual está directamente relacionada con el contenido de humedad y grasa. Según el análisis de varianza realizado en la tabla 26 no existió diferencia estadística significativa para esta variable al día cero.

**Tabla 26.** Análisis de varianza de proteínas de las cuajadas ácidas del día 0.

F.V.	GL	SC	CM	F	F tabular		F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
					5%	1%		
TRATAMIENTO	2	0,002	0,001	0,96	5,14	10,92	ns	ns
ERROR	6	0,006	0,001					
TOTAL	8	0,008						

### Determinación de la proteína al día 10

Al realizar el análisis de varianza de la proteína al día 10, se determinó que existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo tanto se realizó la prueba de Tukey al 5% la cual se muestra en la tabla 27.

**Tabla 27.** Prueba de Tukey de la proteína de las cuajadas al día 10.

Tratamiento	Media	Rango
T1	12,36	A
T2	11,87	B
T3	12,06	B

De acuerdo con la prueba de Tukey existe dos rangos: en el primero se encuentra el T1 y en el segundo los tratamientos T2 y T3 que son estadísticamente iguales, letras diferentes indican que existe diferencia entre tratamientos, siendo el tratamiento T3 el mejor, al no presentar mayor variación durante la conservación en comparación a los datos iniciales.

### Determinación de la proteína al día 20

Al realizar el análisis de varianza de la proteína al día 10, se determinó que existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo tanto se realizó la prueba de Tukey al 5%

**Tabla 28.** Prueba de Tukey al 5% de la proteína de las cuajadas ácidas al día 20.

Tratamiento	Media	Rango
T1	12,55	A
T2	12,30	B
T3	12,36	B

El incremento de proteína en las cuajada ácida a los 20 días de conservación fue poco significativo debido a la disminución no significativa de humedad, el T1 sufrió mayor grado de proteólisis con respecto a los tratamientos T2 y T3 que tuvieron una proteólisis moderada, estos resultados concuerdan con estudios realizados por Lucey, Johnson, & Horne (2003) quienes mencionan que durante el tiempo de conservación existen cambios en algunas propiedades como el color, elasticidad y la textura debido a la proteólisis progresiva. Lo cual se evidencio notoriamente en el T1.

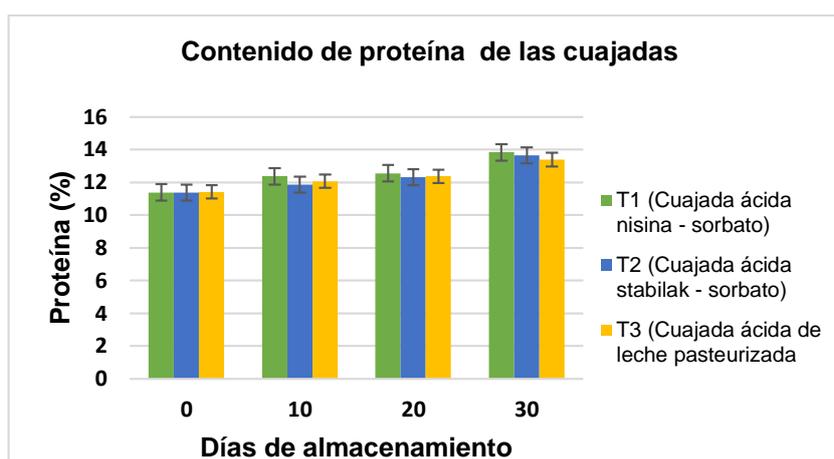
### Determinación de la proteína al día 30

Al realizar el análisis de varianza de la proteína al día 30, se determinó que existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo tanto se realizó la prueba de Tukey al 5%

**Tabla 29.** Prueba de Tukey al 5% de la proteína al día 30 de conservación de las cuajadas ácidas.

Tratamiento	Media	Rango
T1	13,83	A
T2	13,65	a b
T3	13,38	B

Al realizar la prueba de Tukey se determinó que los tratamientos T1 y T2 tienen la más altas medias y que son iguales estadísticamente con respecto al contenido de proteína de las cuajadas ácidas.

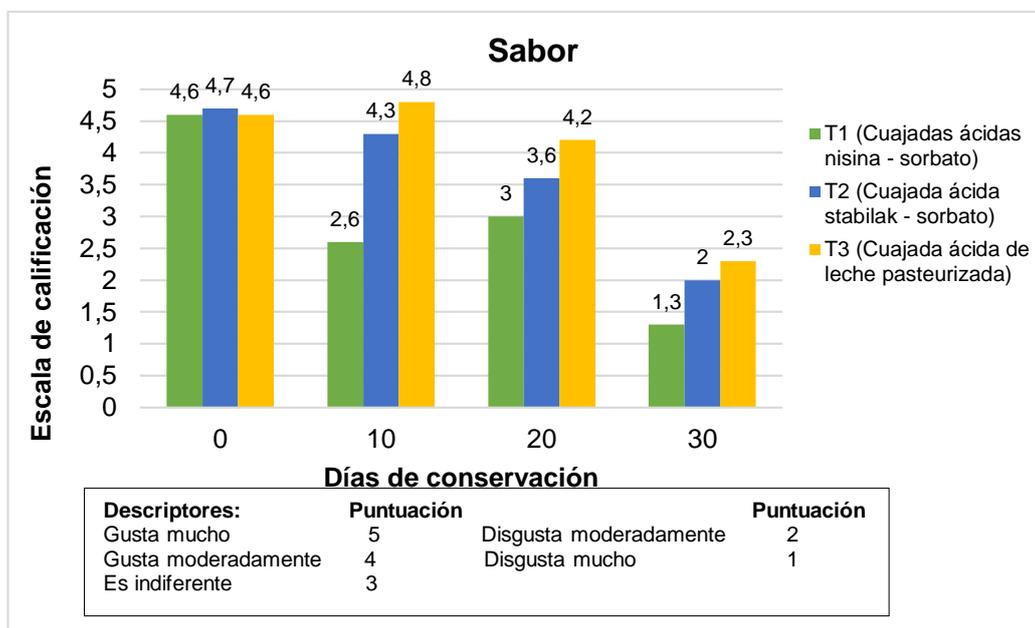


**Figura 10.** Comportamiento de la proteína durante el tiempo de conservación.

De acuerdo a los resultados obtenidos, T3 presenta una variación mínima de proteína durante el tiempo de conservación de 11,41 a 13,57 % en comparación con las cuajadas de los tratamientos T2, T1, que presentaron mayor incremento de proteína de 11,38 a 13,83 % durante su almacenamiento. Debido a la ruptura de las bandas de caseína formando fragmentos de proteína, este efecto es causado por factores como: efecto residual del cuajo, porcentaje de grasa, pH y humedad. La primera etapa de proteólisis se da por la acción de las diferentes enzimas proteolíticas sobre la matriz proteica, principalmente sobre la k-caseína, ocasionando una disminución de la firmeza y en consecuencia, modificaciones en algunas propiedades como el color, la elasticidad y textura del queso, la segunda etapa consiste en la pérdida de humedad, que al provocar una disminución de la hidratación de las proteínas conduce a una mayor interacción de las mismas provocando el aumento de la firmeza de la matriz proteica dando como resultado un queso excesivamente duro (Lucey, Johnson, & Horne, 2003)

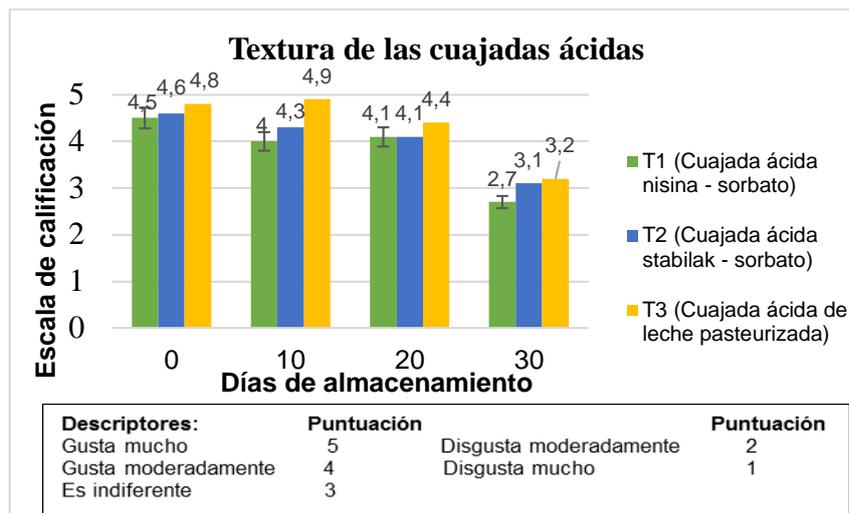
## Análisis organolépticos de la cuajada

La evaluación de las propiedades organolépticas de las cuajadas se realizó mediante un panel de degustación no entrenado con diez catadores, los atributos evaluados fueron color, olor, sabor, textura. Las propiedades organolépticas fueron calificadas en una escala de 5 puntos, de excelente a pésima. En la siguiente tabla se muestra la comparación de las características anteriormente mencionadas.



**Figura 11.** Comparación de las medias del sabor de las cuajadas ácidas durante el tiempo de conservación.

Los resultados muestran que los tratamientos T3, T2 son los mejores hasta el día 25 presentando un sabor deseable en la cuajada con puntuaciones comprendidas entre 4,9 a 3,1 y T1, mostró tener un buen sabor hasta el día 20. Mientras que para el día 30 el T1 y T2 fueron estadísticamente similares, el tratamiento T3 tiene los mejores resultados sin embargo, los 3 tratamientos presentan problemas en esta característica organoléptica debido a la proteólisis que se originó durante el tiempo de conservación, provocando la degradación de las caseínas que son responsables de los cambios que ocasionan sobre el aroma y sabor.



**Figura 12.** Comparación de las medias del análisis de textura de las cuajadas ácidas durante el tiempo de conservación.

Los tratamientos T1, T2 y T3 al día cero tuvieron una buena textura, mientras que al día diez esta propiedad mejoró debido a la proteólisis progresiva que se presentó durante el tiempo de conservación. Sin embargo al día veinte y treinta de conservación el tratamiento T3 sigue siendo el mejor frente a los tratamientos T1 y T2. Debido a que la proteólisis provoca cambios en la textura y funcionalidad por la degradación de las caseínas. La pérdida de humedad también es otro factor que afecta a esta propiedad provoca una disminución de la hidratación de la proteína generando el aumento de la firmeza de la matriz proteica. Varios investigadores indican que un aumento en la firmeza de los quesos es provocado por la disminución del contenido de grasa, este fenómeno es ocasionado por el incremento de la fracción proteica y la reducción del efecto lubricante de los glóbulos grasos ocluidos en la matriz de caseína (Carrillo, Suarez, & Duquesne, 2009; Castro, 2014).

### **4.3. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS CUAJADAS ÁCIDAS REFRIGERADAS PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO DOBLE CREMA.**

#### **Liberación de aceite**

La liberación de aceite en las cuajadas ácidas durante la conservación se determinó mediante el Test de Babcock modificada descrita por Ramírez (2010) y se expresó como el porcentaje de grasa en el queso.

Durante el tiempo de conservación existe diferencia estadística significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos (tabla 30) y al existir diferencia significativa se aplicó la prueba de Tukey al 5%.

**Tabla 30.** Liberación de aceite de la cuajada elaborada con adición de nisina - sorbato durante el tiempo de conservación

Tratamientos	Medias	Rangos
t1	158,67	a
t2	168,00	a
t3	172,00	a b
t4	184,33	b

Medias con letra común no son significativamente diferente ( $p > 0.05$ )

Al obtener los resultados de la liberación de aceite durante 30 días de conservación y de acuerdo con la prueba de Tukey existe dos rangos de clasificación: en el primero se ubican el T1, T2 y T3 que son estadísticamente iguales, en el segundo los tratamientos T3 y T4. Siendo el mejor el tratamiento T3 con un valor de 172% ya que la liberación de aceite es una de las propiedades funcionales que permite cuantificar los requisitos de desempeño de los quesos de pasta hilada.

Al existir diferencias estadística significativas entre los tratamientos (tabla 31) para la cuajada ácida elaborada con leche sin pasteurizar añadido stabilak – sorbato se realizó la prueba de Tukey al 5%.

**Tabla 31.** Liberación de aceite en la cuajada elaborada con leche añadida stabilak - sorbato durante la conservación

Tratamientos	Medias	Rangos
t1	165,33	a
t2	163,00	a
t3	170,00	a
t4	182,00	b

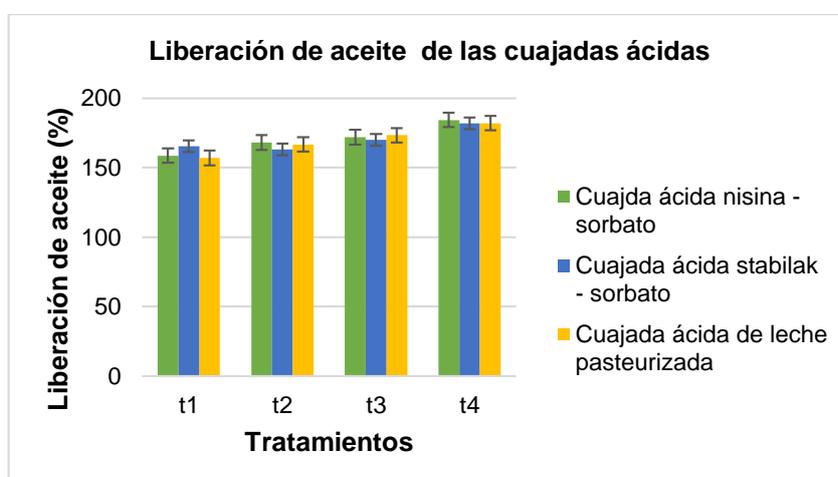
Con la prueba de Tukey se pudo constatar que existe dos rangos: la primera conformada por los tratamientos T1, T2, y T3 que son iguales estadísticamente, mientras que en el segundo se encuentra el tratamiento T4.

El análisis estadístico mostró que existe diferencia significativa entre los tratamientos (tabla 32) de la cuajada ácida elaborada a partir de leche pasteurizada, por lo tanto se realizó la prueba de Tukey al 5%.

**Tabla 32.** Liberación de aceite de la cuajada elaborada a partir de leche pasteurizada

Tratamientos	Medias	Rangos
t1	157,00	a
t2	166,67	b
t3	173,33	b c
t4	182,00	c

Al realizar la prueba de Tukey se determinó que existe tres rangos de clasificación: en el primero se ubican el T1, en el segundo los tratamientos T2 y T3 que son estadísticamente iguales y en el tercer rango los tratamientos T3 y T4 y estadísticamente tienen la misma respuesta con respecto a esta propiedad funcional. Siendo los mejores tratamientos el T2 y T3 ya que estos poseen un buen desempeño al momento de someterlos al calor.



**Figura 13.** Comparación de las medias de la liberación de aceite de los tres tipos de cuajadas ácidas durante el tiempo de conservación.

La liberación de aceite en las cuajadas ácidas aumentó gradualmente a medida que el almacenamiento continuó. El primer aumento se observó a los 10 días de conservación, las medias de esta variable mostraron que el T1 resalta con un valor 168%, es decir, presentó mayor liberación de aceite, seguido de los tratamientos T3 y T2 con 166,67 y 168% respectivamente. Esto se debe a la proteólisis y el aumento del contenido de materia grasa durante la conservación. Imm et al., (2003) menciona que el incremento de la liberación de aceite en los quesos mozzarella se relaciona a la disminución de la resistencia de la matriz proteica ocasionada por la proteólisis lo que permitió que el glóbulo graso se uniera y facilitara la liberación de aceite libre. Las cuajadas ácidas mostraron un aumento considerable de liberación de aceite a los 20 días de conservación en refrigeración.

De acuerdo a las medias de cada tratamiento el T3 y T2 presentan mayor liberación de aceite, con valores entre 173.33 – 170 % seguido por el T1 con 172%. Debido al envejecimiento de las cuajadas ácidas durante la conservación. Siendo esto beneficioso para los quesos de pasta hilada ya que esto permite tener una buena fusión y un brillo atractivo. Castro (2014) cita a Cooke, Khosrowshahi, McSweeney (2013) quienes mencionan que al liberarse el aceite ésta forma una capa que evita la evaporación de agua en el queso, impidiendo de este modo una agregación extensiva de la matriz proteica y por lo tanto generando mayor flujo y fusión.

### Índice de Fundido

En la determinación del índice de fundido de los tres tipos de cuajadas ácidas refrigeradas se empleó el test modificado de Schreiber.

Al realizar el análisis de varianza se determinó que existe diferencia estadística significativa, por lo que se efectuó la prueba de Tukey al 5 % de la cuajada ácida refrigerada elaborada a partir de leche sin pasteurizar añadida nisina – sorbato de potasio, con lo cual se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 33. Índice de fundido de la cuajada ácida elaborada con leche sin pasteurizar añadida nisina - sorbato durante el tiempo de conservación

Tratamientos	Medias	Rangos
t1	144,67	a
t2	155,67	b
t3	155,67	c
t4	111,00	c

Realizado la prueba de Tukey se obtuvo 3 rangos: en el primer rango se encuentra el tratamiento T1, en la segunda el T2 y en la tercera se encuentran los tratamientos T3 y T4 que son estadísticamente iguales. Sin embargo los tratamientos T1, T2 y T3 tienen las más altas medias en cuanto al índice de fundido, lo cual nos refleja que tienen un buen desempeño funcional al ser sometidos a calentamiento.

Al realizar el análisis de varianza del índice de fundido de las cuajadas ácidas refrigeradas, se determinó que existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo tanto se realizó la prueba de Tukey al 5% la cual se muestra en la tabla 34.

**Tabla 34.** Índice de fundido de la cuajada ácida elaborada con leche sin pasteurizar añadida stabilak - sorbato durante el tiempo de conservación

Tratamientos	Medias	Rangos
t1	150,67	a
t2	157,33	b
t3	161,00	c
t4	121,67	c

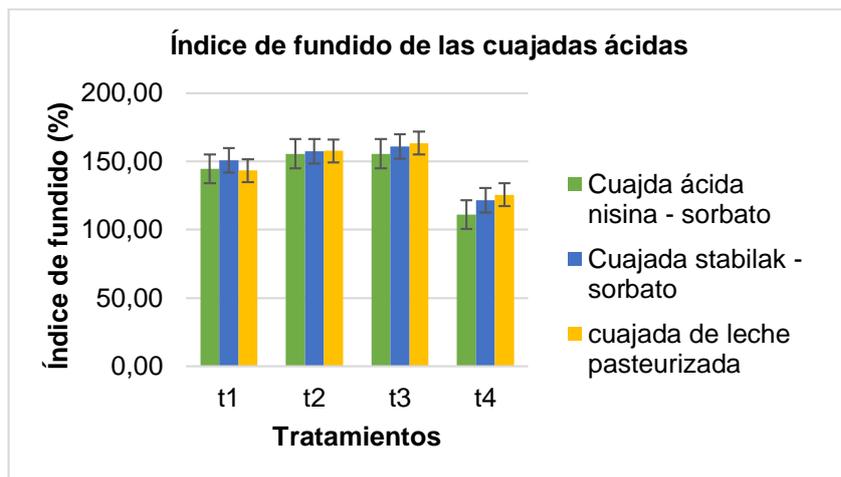
Al realizar la prueba de Tukey se obtuvo que existen 3 rangos: en la primera se encuentra el tratamiento T1, en la segunda el T2 y en la tercera los tratamientos T3 y T4 que estadísticamente tienen el mismo comportamiento con respecto a esta propiedad. Siendo los mejores tratamientos el T2 y T3 ya que estos poseen un buen desempeño funcional al someterlos al calentamiento.

Realizado el análisis de varianza de la cuajada ácida refrigerada elaborada a partir de leche pasteurizada, se determinó que existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo tanto se realizó la prueba de Tukey al 5% la cual se muestra en la tabla 35.

**Tabla 35.** Índice de fundido de la cuajada elaborada a partir de leche pasteurizada

Tratamientos	Medias	Rangos
t1	143,33	a
t2	157,67	b
t3	163,33	c
t4	125,67	c

Los resultados obtenidos al realizar la prueba de Tukey nos muestran que existen tres rangos: en el primer rango está el tratamiento T1, en el segundo el T2 y en el tercero se encuentran los tratamientos T3 y T4 que estadísticamente tienen el mismo comportamiento en cuanto a esta propiedad funcional. El mejor tratamiento es el T3, ya que durante el tiempo de conservación existe pérdida de humedad, por lo tanto el contenido de grasa se incrementa aumentando el índice de fundido.



**Figura 14.** Comparación de las medias del índice de fundido de los tres tipos de cuajadas ácidas durante el tiempo de conservación.

El índice de fundido es una de las propiedades funcionales que caracteriza a los quesos de pasta hilada debido a que permite cuantificar los requisitos de desempeño de este tipo de queso. Como se puede observar en la figura 14, la cuajada ácida elaborada a partir de leche pasteurizada presenta un mayor índice de fundido con un valor de 166,33 % debido al estado de proteólisis que presentó a diferencia de las cuajadas ácidas elaboradas a partir de leche sin pasteurizar añadidas conservantes que presentaron un índice de fundido inferior. Esto se debe a que la proteólisis provoca cambios en las propiedades funcionales de los quesos debido a la disminución de la firmeza, provocando un mayor índice de fundido. Esta propiedad también se ve afectado por la excesiva deshidratación durante el fundido dando como resultado la formación de una capa resistente en la superficie del queso que inhibe el flujo provocando que el queso se queme (Ramírez, 2010).

### Capacidad de estiramiento

La capacidad de estiramiento es una de las propiedades funcionales que se caracteriza por la habilidad de formar fibras cohesivas al ser extendido y se realizó mediante el método adaptado de Reid y Yan (2004).

Al realizar el análisis de varianza de las cuajadas ácidas refrigeradas elaboradas a partir de leche sin pasteurizar añadida nisina – sorbato de potasio se determinó que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, por lo tanto se realiza la prueba de Tukey al 5% .

**Tabla 36.** Prueba de Tukey al 5% de la cuajada ácida elaborada a partir de leche sin pasteurizar añadida nisina - sorbato de potasio durante el tiempo de conservación.

Tratamientos	Medias	Rangos
t1	170,00	a
t2	187,00	b
t3	244,67	c
t4	268,67	d

En la prueba de Tukey se observan rangos diferentes existiendo diferencia estadística entre las medias de los tratamientos. Esto se debe a que la capacidad de estiramiento de los quesos de pasta hilada se incrementa de acuerdo al tiempo de almacenamiento y a al nivel de proteólisis. El mejor tratamiento es T3, ya que presenta mayor capacidad de estiramiento con un valor de 2,44 m, seguido por el tratamiento T2 con 1,87 m.

Al realizar el análisis de varianza de las cuajadas ácidas refrigeradas elaboradas a partir de leche sin pasteurizar añadida stabilak – sorbato de potasio se determinó que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, por lo tanto se realiza la prueba de Tukey al 5%.

**Tabla 37.** Prueba de Tukey al 5% de la cuajada ácida elaborada a partir de leche sin pasteurizar añadida stabilak - sorbato de potasio durante el tiempo de conservación.

Tratamientos	Medias	Rangos
t1	167,00	a
t2	189,67	b
t3	241,67	c
t4	271,67	d

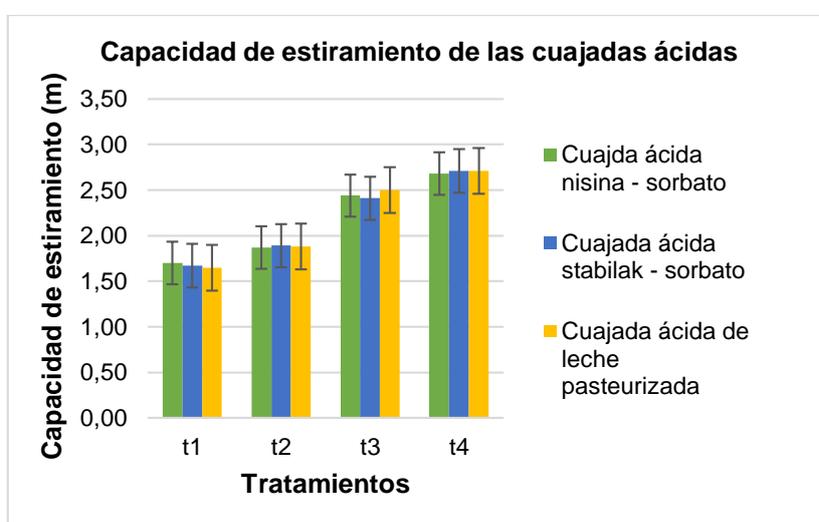
Realizada la prueba de Tukey se obtuvo 4 rangos con los cuales se puede decir que todos los tratamientos son estadísticamente diferentes. Teniendo como mejor tratamiento el T3 que mostro mayor capacidad de estiramiento al ser sometido a calentamiento.

Al realizar el análisis de varianza de las cuajadas ácidas refrigeradas elaboradas a partir de leche pasteurizada se determinó que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, por lo tanto se realiza la prueba de Tukey al 5%.

**Tabla 38.** Prueba de Tukey al 5% de la cuajada ácida elaborada a partir de leche pasteurizada durante el tiempo de conservación.

Tratamientos	Medias	Rangos
t1	165,00	a
t2	188,33	b
t3	250,67	c
t4	271,67	d

Al realizar la prueba de Tukey se determinó que existen cuatro rangos de clasificación, en el primer rango se encuentra el tratamiento T1, en el segundo el T2, en el tercero el T3 y en el cuarto el T4, siendo todos las medias de los tratamientos distintos estadísticamente. De acuerdo a estos resultados el tratamiento T3 presentó mejor capacidad de estiramiento con una medida de 2,50 m, mientras que el T4 presenta inestabilidad al momento de manipular, debido al grado de proteólisis que presentan las cuajadas, provocando dificultades al momento de realizar estiramientos.



**Figura 15.** Comparación de las medias de la capacidad de estiramiento de los tres tipos de cuajadas ácidas durante el tiempo de conservación.

En función de los resultados expuestos en la figura 15, se observa que durante el periodo de conservación de las cuajadas ácidas refrigeradas existe un incremento de la capacidad de estiramiento de los tres tipos de cuajadas, obteniendo el T3 como el mejor tratamiento con un buen desempeño de esta propiedad al ser sometido a calentamiento, con valores comprendidos entre 2,41 m a 2.50 m. Estos resultados son debidos principalmente a la modificación de la matriz de caseína por la proteólisis progresiva durante el almacenamiento ocasionado por la acción residual de la enzima coagulante o también por las proteasas naturales de la leche.

#### 4.4. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS, FISICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DEL QUESO DOBLE CREMA.

##### RECUENTOS MICROBIOLÓGICOS DE LOS QUESOS

La calidad microbiológica de los alimentos, hace referencia a dos aspectos fundamentales: la calidad higiénico-sanitaria y la calidad comercial. Por lo tanto en esta investigación se monitoreo la presencia de los microorganismos descritas en la tabla 39 durante los 30 días de conservación.

**Tabla 39.** Recuento microbiológico del queso doble crema elaborada a partir de leche sin pasteurizar añadida nisina - sorbato de potasio durante el tiempo de almacenamiento.

Microorganismos	Días				Unidades
	0	10	20	30	
<b>Coliformes totales</b>	<100	<100	<100	<100	UFC/g
<b><i>Staphylococcus aureus</i></b>	<100	<100	<100	<100	UFC/g
<b>Mohos y levaduras</b>	----	----	----	----	UFC/g

Al realizar el conteo microbiológico de los quesos se obtuvieron los resultados detallados en las tablas 39, 40 y 41 respectivamente. Estos resultados concuerdan con la Norma Técnica Colombiana (NTC) 750 de quesos frescos, lo cual nos indican que son aptos para el consumo humano.

En la tabla 39 se puede observar que al realizar el conteo microbiológico existe ausencia de mohos y levaduras, en cuanto a coliformes totales y staphylococcus aureus existe un conteo bajo, es decir, un conteo <100 UFC/g lo que de acuerdo a la NTC 750 identificándolo dentro de un nivel de buena calidad.

**Tabla 40.** Recuento microbiológico del queso doble crema elaborada a partir de leche sin pasteurizar añadida stabilak - sorbato de potasio durante 30días de almacenamiento.

Microorganismos	Días				Unidades
	0	10	20	30	
<b>Coliformes totales</b>	----	----	----	----	UFC/g
<b><i>Staphylococcus aureus</i></b>	<100	<100	<100	<100	UFC/g
<b>Mohos y levaduras</b>	<100	<100			UFC/g

Al realizar el conteo microbiológico del queso doble crema elaborado a partir de cuajadas ácidas elaboradas con leche sin pasteurizar añadidas stabilak (tabla 40) muestran que los

quesos se encuentran con una buena calidad microbiológica y son aptos para el consumo humano.

**Tabla 41.** Recuento microbiológico de la cuajada ácida elaborada a partir de leche pasteurizada durante el tiempo de almacenamiento.

Microorganismos	Días				Unidades
	0	10	20	30	
<b>Coliformes totales</b>	<100	<100	<100	<100	UFC/g
<b><i>Staphylococcus aureus</i></b>	<100	<100	<100	<100	UFC/g
<b>Mohos y levaduras</b>					UFC/g

Estos resultados se deben a la aplicación de temperaturas altas al momento del hilado de la cuajada, ya que se alcanzan temperaturas de 82 °C por 15 min, lo cual nos permite reducir la carga microbiana.

## ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL QUESO DOBLE CREMA

El queso doble crema cumplió con los requerimientos establecidos por la NTC 750.

**Tabla 42.** Propiedades fisicoquímicas del queso doble crema durante el tiempo de conservación

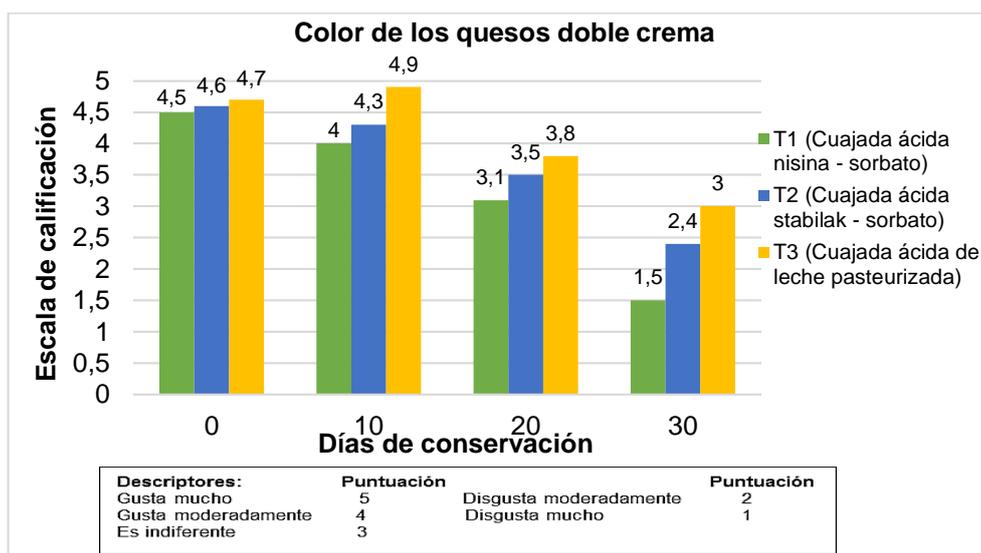
Días de Almacenamiento	pH			Humedad (%)			Grasa extracto seco (%)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
<b>0</b>	5,52	5,57	5,54	47,03	46,08	47,29	45,00	43,89	43,95
<b>10</b>	5,54	5,48	5,51	47,76	45,62	48,31	45,30	42,91	45,85
<b>20</b>	5,49	5,53	5,42	45,26	44,96	46,31	42,93	43,00	44,40
<b>30</b>	5,32	5,38	5,44	42,60	42,90	44,20	42,10	41,45	43,61

Los quesos resultantes de la incorporación de cuajada ácida fresca y cuajada ácida almacenada presentaron contenidos de humedad dentro de los rangos esperado para este tipo de queso (48,31 – 42,9 %), el pH de los quesos se encontró en valores comprendidos entre 5,57 – 5,32 permitiendo realizar un hilado obteniendo mayor elasticidad de las fibras de caseína.

La determinación de grasa realizada indica que los quesos tienen un contenido graso que se encuentran dentro del rango de quesos semigraso, debido a que los valores están comprendidos entre 41,45 - 45,85 % en base seca. Estos resultados concuerdan con la investigación realizada por Grajales (2009) quien mencionó que la humedad del queso doble crema se encuentra en rangos de 42 – 53 %, con un contenido de grasa de 22 – 24 % expresado en base húmeda.

## ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS DE LOS QUESOS

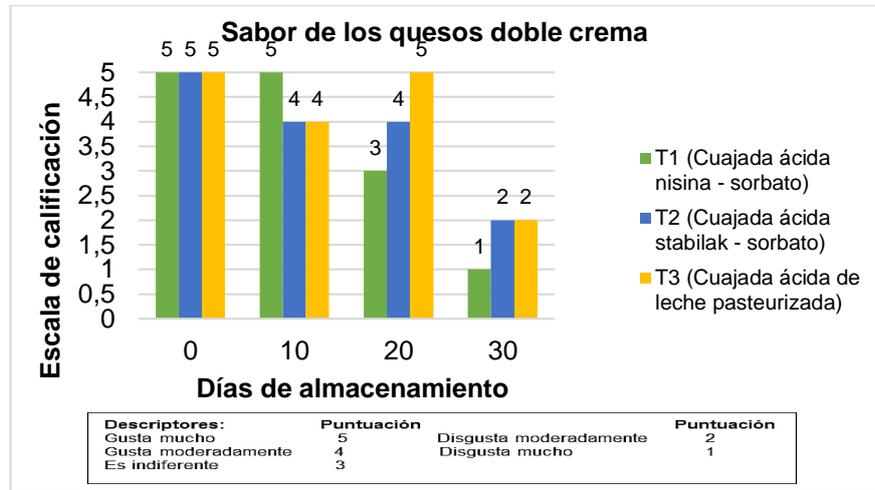
El análisis sensorial se relaciona con la identificación, valoración, análisis e interpretación de las características del alimento, mediante los sentidos del gusto, vista, olfato y tacto (Galván, 2007). Se realizó con la participación de 10 degustadores no entrenados, quienes evaluaron las siguientes características: color, olor, sabor, textura. Los resultados se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Friedman, las puntuaciones promedio para cada atributo se detallan a continuación.



**Figura 16.** Puntuación para el atributo del color durante el tiempo de conservación

La prueba de Friedman al 5% muestra que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, que permite afirmar que los tratamientos son iguales estadísticamente. El color de las muestras del queso doble crema tiene puntuaciones más altas para el tratamiento T3 con una puntuación de 4,7 seguidos por el T2 con un valor de 4,6 y T1 con una calificación de 4,5 al día cero por lo tanto, se acercaron más a los descriptores del color: blanco crema, levemente amarillo. Sin embargo, los tres tratamientos se encuentran dentro de los descriptores del color. Al día diez de conservación el tratamiento T3 presentó el mejor color según los resultados emitidos por los panelistas con una puntuación de 4,9 seguido del T2 y finalmente por el T1. En cuanto a los días 20 y 30 de conservación el tratamiento T3 tiene la mayor puntuación con un valor de 3,8 y 3 respectivamente con lo que se asume que es el mejor tratamiento. No existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, sin embargo, existen cambios en este atributo durante el tiempo de conservación de las cuajadas.

El sabor es uno de los atributos que tiene mayor influencia sobre la aceptabilidad de los productos alimenticios.



**Figura 17.** Puntuación de los atributos del sabor durante el tiempo de conservación

De acuerdo a los resultados obtenidos, se evidenció que durante el tiempo de conservación de las cuajadas ácidas existieron cambios en sus propiedades fisicoquímicas por lo que esto afectó directamente a las propiedades fisicoquímicas del queso doble crema. Como se puede observar en la figura 17 al día cero las cuajadas ácidas tuvieron la misma aceptabilidad en cuanto al sabor, sin embargo, el mejor tratamiento es el T2 con una puntuación de 4,7 con una mayor puntuación. Los tres tratamientos reflejan el conjunto de todas las sensaciones que se describen en la percepción del sabor. Al día diez de conservación de acuerdo a las calificaciones que los degustadores dieron el T3 es el mejor tratamiento con una puntuación de 4,8, seguido del T2 con un valor de 4,3 y finalmente T1 con una puntuación de 2,6. Al día 20 de conservación los tratamientos continúan con el mismo comportamiento que al día 10 siendo el mejor el tratamiento T3 con una puntuación de 4,2 sin embargo, a este tiempo de conservación el tratamiento T1 presenta un sabor amargo fuerte que es transmitida directamente al producto final. Para el día 30 de conservación los tres tratamientos son descartados por presentar sabor amargo lo que ocasionó que el queso doble crema adquiriera este mismo sabor provocando que el producto sea indeseable y por lo tanto rechazado. Estos resultados concuerdan con investigaciones realizadas por Martínez, Fernández, Requena, & Peláez (2001) quienes menciona que una de las causas principales de la producción de sabores amargos en los quesos es la proteólisis debido a que estos conllevan a la generación de péptidos amargos que se acumulan durante el tiempo de almacenamiento.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- Bajo condiciones controladas de microbiología y temperatura se reduce el tiempo de fermentación del *Lactobacillus Casei* alcanzando valores de acidez del suero de 120 °D.

Conclusiones de propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de las cuajadas:

- Los mejores valores de elasticidad en las cuajadas ácidas se obtuvieron con leche pasteurizada y leche sin pasteurizar añadida stabilak y sorbato, esto es debido a que se mantuvieron en un rango de pH entre 5,16 y 5,60.
- La firmeza de la cuajada está influenciada por el contenido de humedad presente en la misma. Los valores adecuados para mantener esta característica están entre el 42 y 47% hasta los 20 días. Con leche pasteurizada alcanza los 30 días.
- El contenido de proteínas totales influye en la textura y es inversamente proporcional al contenido de humedad, valores por debajo de 13,8% p/p no afectan la textura de las cuajadas.
- Las cuajadas que alcanzaron los mayores tiempos de conservación de 10 días son las elaboradas con leche pasteurizada, encontrándose dentro de los límites microbiológicos permisibles determinados según Norma INEN 082.

Conclusiones de propiedades funcionales de las cuajadas:

- Las cuajadas ácidas elaboradas se mantienen en rangos de 157 y 173% de liberación de aceite, valores por encima de esto dan sensaciones indeseables en la boca.

- El índice de fundido, los mejores valores se alcanzan en las cuajadas ácidas a los 20 días de almacenamiento, entre 155 a 163 %, esto está determinado por la masticabilidad después del fundido.
- La capacidad de estiramiento, se alcanza un máximo entre los 20 y 30 días de almacenamiento, con una longitud de 2,72 m; es una propiedad que debe tener la cuajada ácida para la elaboración de queso doble crema

#### Conclusión de las características del queso doble crema

- Los valores de los recuentos microbiológicos del queso doble crema para coliformes totales, *Staphylococcus aureus* y mohos y levaduras, indican que se encuentran dentro de los límites aceptables determinados por las normas Norma Técnica Colombiana (NTC) 750; lo que garantiza un queso de la calidad.
- Los análisis fisicoquímicos realizados al queso doble crema muestran que los valores de pH, porcentaje de humedad y grasa extracto seco, se encuentran dentro del rango especificado por la norma colombiana NTC 750.
- El queso doble crema mantienen un color aceptable (blanco crema levemente amarillo) durante los 30 días de conservación de la cuajada y mantiene el sabor hasta los 20 días de conservación de las cuajadas, mostrando mejor color y sabor los que se incorpora cuajada elaborada a partir de leche pasteurizada.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Realizar un estudio del proceso de fermentación incorporando micro y macro nutrientes con el objetivo de alcanzar mayores concentraciones de ácido láctico y disminuir tiempos de fermentación.
- Realizar un estudio del uso de las cuajadas ácidas congeladas en las incorporaciones para la elaboración del queso doble crema.
- Para incorporar el queso doble crema en la cartera de productos que se comercializan en el Ecuador se hace necesario establecer una norma ecuatoriana complementando con otros estudios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adda, J., Gripon, J. C., & Vassal, L. (1982). The chemistry of flavour and texture generation in cheese. *Food Chemistry*, 115-129.
- Alvarez, M., Aguirre, E., Ezkauriatza, Ramírez, A., Medrano, Rodríguez, A., & Sánchez. (2010). Kinetic analysis and mathematical modeling of growth and lactic acid production of *Lactobacillus casei* var. *rhamnosus* in milk whey. *Journal of dairy science*, 5552-5560.
- Carrillo, E., Suarez Solis, V., & Duquesne, F. (2009). Quesos de pasta hilada con bajo contenido de grasa. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 69-74.
- Castro, A. (2014). *Efecto de la adición de un dextrano sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y funcionales de queso de pasta hilada semigraso*. Bogotá.
- CODEX ALIMENTARIUS. (2013). *Norma General Del Codex para el queso*.
- Cury, K., Arteaga, M., Martínez, G., Luján, D., & Durango, A. (2014). Evaluación de la fermentación del lactosuero ácido (entero y desproteínizado) utilizando *Lactobacillus casei*. *Colombia Biotecnología*, 137-145.
- Escobar, L. F., Rojas, C. A., Giraldo, G. A., & Padilla, L. (2010). Evaluación del crecimiento de *Lactobacillus casei* y producción de ácido láctico usando como sustrato suero de leche de vacuno. 42-49.
- Fajardo, P., Rodríguez, I., Pastrana, L., & Pérez, N. (2008). Production of a potentially probiotic culture of *Lactobacillus casei* subsp. *casei* CECT 4043 in whey. *International Dairy Journal*, 1057-1065.
- FAO y OMS. (2005). *Beneficios y riesgos potenciales del sistema de la lactoperoxidasa en la conservación de la leche cruda*. Roma.
- Fellows, P. (2000). *Tecnología del procesamiento de los alimentos: Principios y prácticas*. Zaragoza: ACRIBIA, S.A.
- Fox, P., Guinee, T., Cogan, T., & McSweeney, P. (2000). *Fundamentals of Cheese Science*.
- Galván, L. (2007). Evaluación sensorial: Quesos de oveja y cabra. *Instituto Nacional de Tecnología Industrial*, 1-36.

- García, B. (2006). *Caracterización fisicoquímica de diversos tipos de quesos elaborados en el valle de Tulancingo Hgo con el fin de proponer normas de calidad*. Tulancingo de Bravo.
- García, C., Arrázola, G., & Villalba, M. (2013). Producción de ácido láctico de lactosuero suplementado utilizando *Lactobacillus casei*. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 136-145.
- García, N. (2000). *Evaluación de un activador (stabilak®) del sistema lactoperoxidasa para preservar la leche cruda*.
- Gösta , B. (2003). *Dairy Processing Handbook*. Lund.
- Grajales, M. M. (2009). *Estandarización Del Proceso De Elaboración Del Queso Doble Crema Tipo Mozzarella*. Pereira.
- Huaraca, R. (2013). *Evaluación del rendimiento, características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas del queso fresco elaborado con leche con y sin adición del activador del sistema lactoperoxidasa (LP)*. Andahuaylas.
- Ibáñez, F., Torre, P., & Irigoyen , A. (2003). Aditivos alimentarios. *Universitas Navarrensis*, 1-10.
- Imm, J. Y., Oh, E. J., Han, K. S., Oh, S., Park, Y. w., & Kim, S. H. (2003). Functionality and Physico-Chemical Characteristics of Bovine and Caprine Mozzarella Cheeses During Refrigerated Storage. *Journal of Dairy Science*, 2790–2798.
- Janhøj, T., & Qvist, K. (2000). The Formation of Cheese Curd. En B. Law , & A. Tamime, *Technology of Cheesemaking* (págs. 130-152).
- Kelly, A. (2007). What is the typical composition of cow's milk and what milk constituents favour cheesemaking? En P. McSweeney, *Cheese problems solved* (págs. 3-4).
- Kindstedt, P., Hillier, A., & Maye, J. (2000). Technology, Biochemistry and Functionality of Pasta Filata/Pizza Cheese. En B. A. Law, *Technology of Cheesemaking* (págs. 330-352).
- Lu, N., Shirashoji, N., & Lucey, J. (2008). *Effects of pH on the textural properties and meltability of pasteurized process cheese made with different types of emulsifying salts*.

- Lucey, J., Johnson, M., & Horne. (2003). *Perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese*.
- Martínez, M., Fernández, P., Requena, T., & Peláez, C. (2001). Enzymatic ability of *Lactobacillus casei* subsp. *casei* IFPL731 for flavour development in cheese. *International Dairy Journal*, 577-585.
- Meyer, M. R., Kirchner Salinas, F. R., Usami Olmos, C., Johan D Berlijn, I., & Medina Figueroa, J. (2014). *Elaboración de productos lácteos*. Mexico: Trillas.
- NOM 121-SSA1. (1994). *Norma Oficial Mexicana, bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias*.
- Norma INEN 009. (2008). *Leche cruda. Requisitos*.
- Novoa, C., & López, N. (2008). Evaluación de la vida útil sensorial del queso doble crema con dos niveles de grasa. 91-99.
- Orozco, M., & Solarte, J. (2003). *Búsqueda del mejor medio de cultivo y moldeamiento cinético para obtención del ácido láctico a partir de glucosa por vía fermentativa*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.
- Ortigosa, M., Torre, P., & Izco, J. M. (2001). Effect of pasteurization of ewe's milk and use of a native starter culture on the volatile components and sensory characteristics of roncal cheese. *Journal of Dairy Science*, 1320–1330.
- Panessco, G. M., Pardo, M. F., & Sepúlveda, L. E. (2015). *Producción de ácido láctico a partir del suero de leche*. Medellín.
- Panessco, G. M., Pardo, M. F., & Sepúlveda, L. E. (2016). Producción de ácido láctico a partir del suero de leche.
- Parra Huertas, R. A. (Junio de 2010). Bacterias ácido lácticas. Papel funcional en los alimentos. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 8(1), 93-105.
- Parra Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. *Rev.Fac.Nal.Agr*, 4967-4982.
- Ramírez, J. S. (2010). Propiedades funcionales de los quesos. Énfasis en quesos de pastas hiladas. *ReCiTeIA*, 73-94.

- Ramírez Navas, J. S. (Julio de 2009). Composición mineral de la leche de vaca: los fosfatos. *Tecnología Lactea Latinoamericana*, 47-53.
- Ramírez, J. \*, Osorio, M., & Rodríguez, A. (2010). *El Quesillo: un queso colombiano de pasta hilada*.
- Ramírez, S., Nolloa, Vélez, J., & Ruiz. (2012). Queso Oaxaca, panorama del proceso de elaboración, características fisicoquímicas y estudios recientes de un queso típico mexicano. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 1-12.
- Requelme, N., & Bonifaz, N. (2012). Caracterización de sistemas de producción lechera en Ecuador. *Rev La*, 55-68.
- Ricciardi, A., Guidone, A., Zotta, T., Matera, A., Claps, S., & Parente, E. (2015). Evolution of microbial counts and chemical and physico-chemical parameters in high-moisture mozzarella cheese during refrigerated storage. *Food science and technology*, 821-827.
- Sánchez, d., & Morales, A. (2011). *Lipolysis and proteolysis profiles of fresh artisanal goat cheese made with raw milk with 3 different fat contents. American Dairy Science*.
- Sánchez, D., Morales, A., Moreno, I., Hernández, L., Mendoza, V., Castro, N., & Argüello, A. (2011). Lipolysis and proteolysis profiles of fresh artisanal goat cheese made with raw milk with 3 different fat contents. *Journal of Dairy Science*, 5786–5793.
- Villegas de Gante, A. (2004). *Tecnología quesera*. Mexico: Trillas.

## ANEXOS

### Anexo 1. Materiales de laboratorio y de procesamiento

<b>Material de laboratorio</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tubos de ensayo de 10 ml y 20ml de capacidad</li><li>• Gradillas</li><li>• Probetas</li><li>• Cajas Petri</li><li>• Papel filtro</li><li>• Placas petrifilm 3M (análisis de mohos y levaduras, coliformes totales, staphylococcus aureus)</li><li>• Guantes de látex</li><li>• Cofias</li><li>• Fundas herméticas Ziploc</li><li>• Mascarillas</li><li>• Vasos de precipitación de 250, 500 y 600 ml de capacidad</li><li>• Guantes de calor</li><li>• Matraces volumétricos de 10, 500, 2000 ml de capacidad</li><li>• Pipetas de 2, 5, 10, y 50 ml de capacidad</li><li>• Frasco de vidrio de 250 ml de capacidad, con tapa rosca</li></ul>
<b>Material para el procesamiento de queso</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tamices (lienzos)</li><li>• Agitador para leche</li><li>• Bandejas</li><li>• Baldes plásticos</li><li>• Jarras plásticas</li><li>• Fundas alta densidad para empaque al vacío de 250, 1000 y 2000 gramos de capacidad</li><li>• Fundas herméticas Ziploc</li><li>• Mascarillas</li><li>• Gavetas 20 kg de capacidad</li><li>• Material de degustación</li><li>• Moldes de acero inoxidable de 300 y 2000 gramos de capacidad.</li></ul>

**Anexo 2.** Ficha de evaluación sensorial de los quesos

**FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL**

**FECHA:**.....

**N° DE CATADOR:**.....

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
COLOR	Gusta mucho			
	Gusta moderadamente			
	Es indiferente			
	Disgusta moderadamente			
	Disgusta mucho			
OLOR	Gusta mucho			
	Gusta moderadamente			
	Es indiferente			
	Disgusta moderadamente			
	Disgusta mucho			
SABOR	Gusta mucho			
	Gusta moderadamente			
	Es indiferente			
	Disgusta moderadamente			
	Disgusta mucho			
TEXTURA	Gusta mucho			
	Gusta moderadamente			
	Es indiferente			
	Disgusta moderadamente			
	Disgusta mucho			
ACEPTABILIDAD	Gusta mucho			
	Gusta moderadamente			
	Es indiferente			
	Disgusta moderadamente			
	Disgusta mucho			

**OBSERVACIONES**

.....  
 .....