



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**Y AMBIENTALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**ELABORACIÓN DE QUESO FUNDIDO UNTABLE UTILIZANDO TRES TIPOS DE**  
**CUAJADAS ÁCIDAS**

**Trabajo de grado previo a la obtención de título de Ingeniera Agroindustrial**

**AUTORA:**

**STEFANY ESMERALDA DE LA TORRE GUERRERO**

**DIRECTOR:**

**Ing. Milton Jimmy Cuarán Guerrero, Mg.I.**

**Ibarra, Agosto del 2021**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

## ELABORACIÓN DE QUESO FUNDIDO UNTABLE UTILIZANDO TRES TIPOS DE CUAJADAS ÁCIDAS

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

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

APROBADO:

Ing. Milton Jimmy Cuaran Mg.I.

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



FIRMA

Ing. Holger Pineda MBA

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO



FIRMA

Ing. Eduardo Villarreal MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO



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**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002599411		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Stefany Esmeralda De La Torre Guerrero		
DIRECCIÓN:	Río Santiago 551 y Río Coca		
EMAIL:	<a href="mailto:sedelatorre@utn.edu.ec">sedelatorre@utn.edu.ec</a>		
TELÉFONO FIJO:	062954351	TELÉFONO MÓVIL:	0990908944

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ELABORACIÓN DE QUESO FUNDIDO UNTABLE UTILIZANDO TRES TIPOS DE CUAJADAS ÁCIDAS
AUTOR (ES):	Stefany Esmeralda De La Torre Guerrero <input type="checkbox"/>
FECHA: DD/MM/AAAA	4-08-2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agroindustrial
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Jimmy Cuaran Mg.I.

**2. CONSTANCIAS**

El autor (es) manifiesta (n) 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 (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 4 días del mes de agosto de 2021

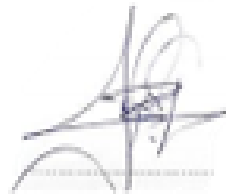
EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: STEFANY ESMERALDA DE LA TORRE GUERRERO

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **Stefany Esmeralda De La Torre Guerrero**, con cédula de identidad 100259941-1, bajo mi supervisión.



Ing. Milton Jimmy ~~Cuaran~~ Cuaran Mg.I.

**DIRECTOR DE TESIS**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por ser mi guía, inspiración, y darme la fortaleza y sabiduría para salir adelante.

A mi papito querido Pedro que, a pesar de ya no estar, es y será el motor de mi vida, gracias por tanto y por haber forjado en mí, las bases de responsabilidad y superación, por brindarme su apoyo en cada una de las etapas de mis estudios.

A mi mami y hermana por su apoyo y estar conmigo.

A mi director Ing. Jimmy Cuaran, una excelente persona, y docente, que con su paciencia supo brindarme su ayuda a través de palabras, enseñanzas durante esta etapa académica.

A los miembros del tribunal de grado Ing. Holger Pineda e Ing. Eduardo Villarreal, por su motivación y aportes para poder culminar mi proyecto de tesis.

**STEFANY DE LA TORRE**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de tesis se lo dedico desde lo más profundo de mi corazón a Dios quien me ha demostrado lo bendecidos que somos aún en los peores momentos, por no abandonarnos y ayudarnos a seguir y cumplir nuevas metas.

A mi papi que desde el cielo cuida de mi, al que amo y extraño para siempre y a quien agradezco tanto por sus consejos, ejemplo y valores.

A mi mami y hermana por su apoyo incondicional.

A mi novio por ser el mejor apoyo en todo momento.

**STEFANY DE LA TORRE**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY .....	xvii
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. QUESOS PROCESADOS UNTABLES .....	5
2.1.1. TIPOS DE QUESOS EMPLEADOS EN LOS QUESOS FUNDIDOS. ....	7
2.1.2. SALES FUNDENTES EMPLEADAS EN LOS QUESOS.....	8
2.1.3. AGUA AÑADIDA.....	11

2.1.4. ADITIVOS.....	11
2.2. TÉCNICAS DE ELABORACIÓN DE QUESO FUNDIDO UNTABLE.....	12
2.2.1. EQUIPOS PARA EL PROCESAMIENTO DE QUESOS FUNDIDOS...	13
2.3. FUNCIONALIDAD Y USOS.....	16
2.3.1. TIEMPO DE VIDA ÚTIL .....	16
CAPÍTULO III.....	17
MATERIALES Y MÉTODOS .....	17
3.1. LOCALIZACIÓN .....	17
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....	18
3.2.1. MATERIA PRIMA, INSUMOS Y REACTIVOS .....	18
3.2.2. MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO Y PROCESO.....	18
3.3. MÉTODOS .....	20
3.3.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA, FISICOQUÍMICA, Y SENSORIAL DE LAS CUAJADAS ÁCIDAS .....	20
3.3.2. EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE LOS TIPOS DE CUAJADAS ÁCIDAS EN LA ELABORACIÓN DE QUESO FUNDIDO UNTABLE.....	22
3.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	26
3.4.1. DIAGRAMA DE BLOQUES .....	26
3.4.1. DIAGRAMA INGENIERIL .....	28
3.4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	29
CAPÍTULO IV.....	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32



4.1. CALIDAD MICROBIOLÓGICA, FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE LAS CUAJADAS ÁCIDAS. ....	32
4.1.1. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS .....	32
4.1.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS .....	41
4.1.3. ANÁLISIS SENSORIAL DE ACEPTACIÓN DE LAS CUAJADAS ÁCIDAS.....	44
4.2. CARACTERIZACIÓN DEL QUESO FUNDIDO UNTABLE ELABORADO CON LOS TRES TIPOS DE CUAJADAS ÁCIDAS.....	47
4.2.1. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS .....	47
4.2.3. VARIABLES FÍSICOQUÍMICOS Y FUNCIONALES .....	49
4.2.4. ANÁLISIS SENSORIAL.....	66
CAPÍTULO V .....	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
5.1. CONCLUSIONES .....	70
5.2. RECOMENDACIONES .....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS.....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones fisicoquímicas de los quesos fundidos untables.....	6
Tabla 2. Características fisicoquímicas de los quesos empleados .....	7
Tabla 3. Sales fundentes y sus porcentajes de uso .....	9
Tabla 4. Requisitos microbiológicos de quesos fundidos .....	16
Tabla 5. Ubicación y datos meteorológicos del área de experimentación .....	17
Tabla 6. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las cuajadas ácidas refrigeradas.....	21
Tabla 7. Combinación de tratamientos.....	23
Tabla 8. Esquema ADEVA .....	24
Tabla 9. Variables a evaluar en el producto final.....	25
Tabla 10. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el producto final.....	25
Tabla 11. Variables cualitativas a evaluar en el producto final .....	26
Tabla 12. Características fisicoquímicas de la cuajada acidificada con ácido cítrico utilizando leche pasteurizada .....	41
Tabla 13. Características fisicoquímicas de la cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas utilizando leche pasteurizada.....	42
Tabla 14. Características fisicoquímicas de la cuajada acidificada con ácido cítrico utilizando leche sin pasteurizar .....	42
Tabla 15. Resultados de los análisis microbiológicos de la cuajada acidificada con ácido cítrico utilizando leche pasteurizada .....	33
Tabla 16. Resultados de los análisis microbiológicos de la cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas utilizando leche pasteurizada. ....	36
Tabla 17. Resultados de los análisis microbiológicos de cuajada acidificada con ácido cítrico utilizando leche sin pasteurizar .....	39
Tabla 18. Resultados de los análisis microbiológicos de los tratamientos. ....	48

Tabla 19. Análisis de varianza de la viscosidad de queso fundido untable primera incorporación.....	50
Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la viscosidad de los quesos fundidos untables primera incorporación.....	51
Tabla 21. Análisis de varianza de la viscosidad de queso fundido untable segunda incorporación.....	52
Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la viscosidad de los quesos fundidos untables segunda incorporación .....	53
Tabla 23. Análisis de varianza de la viscosidad de queso fundido untable tercera incorporación.....	54
Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la viscosidad de los quesos fundidos untables tercera incorporación .....	55
Tabla 25. Análisis de varianza de pH de queso fundido untable primera incorporación.....	56
Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH de los quesos fundidos untables primera incorporación.....	57
Tabla 27. Análisis de varianza de pH de queso fundido untable segunda incorporación.....	58
Tabla 28. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH de los quesos fundidos untables segunda incorporación .....	59
Tabla 29. Análisis de varianza de pH de queso fundido untable tercera incorporación.....	60
Tabla 30. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH de los quesos fundidos untables tercera incorporación .....	61
Tabla 31. Análisis de varianza de humedad del queso fundido untable primera incorporación.....	62

Tabla 32. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la humedad de los quesos fundidos untables primera incorporación.....	62
Tabla 33. Análisis de varianza de humedad del queso fundido untable segunda incorporación.....	63
Tabla 34. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la humedad de los quesos fundidos untables segunda incorporación .....	64
Tabla 35. Análisis de varianza de humedad del queso fundido untable tercera incorporación.....	65
Tabla 36. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la humedad de los quesos fundidos untables tercera incorporación .....	66

#### ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ejemplos de quesos procesados untables.....	6
Ilustración 2. Reacciones químicas de las sales fundentes durante el proceso .....	9
Ilustración 3. Olla cutter Stephan.....	14
Ilustración 4. Sistema electrónico y programado de cocción horizontal .....	14
Ilustración 5. Diagrama de bloques.....	27
Ilustración 6. Diagrama Ingenieril .....	28
Ilustración 7. Datos microbiológicos de coliformes totales y staphylococcus aureus de cuajada acidificada con ácido cítrico elaborada con leche pasteurizada a los 10, 20 y 30 días. ....	34
Ilustración 8. Datos microbiológicos de mohos y levaduras en cuajada acidificada con ácido cítrico elaborada con leche pasteurizada a los 10,20 y 30 días. ....	35
Ilustración 9. Datos microbiológicos coliformes totales y staphylococcus aureus de cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas elaborada con leche pasteurizada a los 0 10,20 y 30 días.....	37

Ilustración 10. Datos microbiológicos de mohos y levaduras en cuajada acidificada con bacterias acidolacticas elaborada con leche pasteurizada refrigerada a los 0,10,20 y 30 días. ....	38
Ilustración 11. Datos microbiológicos de coliformes totales y staphylococcus aureus de cuajada acidificada con ácido cítrico elaborada con leche sin pasteurizar a los 10, 20 y 30 días.....	40
Ilustración 12. Datos microbiológicos de mohos y levaduras de cuajada acidificada con ácido cítrico elaborada con leche sin pasteurizar a los 0, 10 días. ....	40
Ilustración 13. Puntuación para el atributo de sabor de las cuajadas ácidas refrigeradas.....	44
Ilustración 14. Puntuación para el atributo de color de las cuajadas ácidas refrigeradas.....	45
Ilustración 15. Puntuación para el atributo de olor de las cuajadas ácidas refrigeradas.....	46
Ilustración 16. Puntuación para el atributo de textura de las cuajadas ácidas refrigeradas.....	46
Ilustración 17. Puntuación para la aceptación de las cuajadas ácidas refrigeradas	47
Ilustración 18. Puntuación para el atributo de color de los mejores tratamientos de queso fundido unttable .....	67
Ilustración 19. Puntuación para el atributo de olor de los mejores tratamientos de queso fundido unttable .....	68
Ilustración 20. Puntuación para el atributo de sabor de los mejores tratamientos de queso fundido unttable .....	68
Ilustración 21. Puntuación para el atributo de textura de los mejores tratamientos de queso fundido unttable .....	69

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Recepción de materia prima .....	29
Fotografía 2. Pesado de queso holandés .....	29
Fotografía 3. Molido de queso holandés .....	30
Fotografía 4. Pesado de queso holandés triturado.....	30
Fotografía 5. Fundido.....	31

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Determinación de humedad de cuajada y queso fundido .....	76
ANEXO B. Determinación de pH de cuajada y queso fundido.....	77
ANEXO C. Determinación de grasa de cuajada y queso fundido .....	78
ANEXO D. Datos experimentales de pH del queso procesado untable con cuajada ácida con 10 días de refrigeración.....	80
ANEXO E. Datos experimentales de pH del queso procesado untable con cuajada ácida con 20 días de refrigeración.....	80
ANEXO F. Datos experimentales de pH del queso procesado untable con cuajada ácida con 30 días de refrigeración.....	81
ANEXO G. Datos experimentales de humedad de queso procesado untable con cuajada refrigerada 10 días.....	81
ANEXO H. Datos experimentales de humedad de queso procesado untable con cuajada refrigerada 20 días.....	82
ANEXO I. Datos experimentales de humedad de queso procesado untable con cuajada refrigerada 30 días.....	82
ANEXO J. Datos experimentales de humedad de queso procesado untable con cuajada refrigerada 30 días.....	83

ANEXO K. Datos experimentales de viscosidad de queso procesado untable con cuajada refrigerada 20 días.....	83
ANEXO L. Datos experimentales de viscosidad de queso procesado untable con cuajada refrigerada 30 días.....	84
ANEXO M. Hoja de catación para los mejores tratamientos .....	85

## **RESUMEN**

En la presente investigación se evaluó el comportamiento de tres tipos de cuajadas ácidas elaboradas con leche pasteurizada y sin pasteurizar, que fueron refrigeradas por 30 días a 4°C ( $\pm 2$ ), en la elaboración de queso procesado untable en porcentajes de 20 y 30%, empleándose los diferentes tipos de cuajadas ácidas como sustitutos de quesos jóvenes para contribuir en la textura del producto final y queso tipo holandés como queso semimaduro, mismo que contribuirá con aroma y sabor.

En las cuajadas ácidas refrigeradas se realizaron análisis fisicoquímicos (pH, humedad y grasa), microbiológicos (coliformes totales, *Staphylococcus aureus*, mohos y levaduras) y sensoriales (sabor, color, olor y textura), en los cuales se pudo observar que las cuajadas elaboradas a partir de leche pasteurizada tuvieron una calidad aceptable y no presentaron problemas de proteólisis hasta el día 20 de su refrigeración; para partir de una materia prima de calidad que cumpla con las características requeridas para la elaboración del producto final. También se caracterizó el queso fundido untable mediante análisis fisicoquímicos (pH, humedad y grasa), microbiológicos (coliformes totales, *Staphylococcus aureus*, mohos y levaduras) y sensoriales (sabor, color, olor y textura), Tanto para establecer un protocolo de elaboración, como para determinar sus características generales y funcionales (viscosidad). Se obtuvo como resultado que los quesos fundidos untables elaborados a partir de cuajadas elaboradas con leche pasteurizada presentaron mejores características fisicoquímicas y sensoriales; se mantuvieron estables los valores de pH entre 6,35-5,67, humedad entre 65,1-62,75 y viscosidad entre 14949-15467 Centipoises.

## **PALABRAS CLAVES**

Queso fundido, cuajada ácida.



## SUMMARY

In this investigation the behavior of three types of acid curd made with pasteurized and unpasteurized milk was evaluated, in the elaboration of cheese processed in 20% and 30%, Using different types of acid curd as a substitute for young cheeses to contribute to the texture of the final product and cheese type Dutch as semi-mature cheese, which contributes with fragrant and flavor.

In the acidic curds, physical, chemical, microbiological, microbiological and sensorial analyzes were carried out, in which it was observed that the curds elaborated from pasteurized milk had an acceptable quality and did not present problems of proteolysis until day 20 of its refrigeration; To start from a raw material of quality that meets the characteristics required for the production of the final product. It was also characterized by the problem of processing by microbiological and physico-chemical analysis (total coliforms, *Staphylococcus aureus*, molds and yeasts) and sensorial (taste, color, smell and texture), both to establish a processing protocol, and to determine its characteristics General and functional (viscosity). It was obtained as a result that the processed cheeses elaborated from curds elaborated with pasteurized milk presented better physicochemical and sensorial characteristics; The pH values were maintained between 6.35-5.67, humidity between 65.1-62.75 and viscosity between 14949-15467 Centipoises.

**KEYWORDS** Melted cheese, acid curds

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. PROBLEMA

Según la Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente (AGSO) señala que la producción de leche en el año 2020 fue de 6,1 millones de litros de leche en el país y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos en el último censo expuso que el 10,5% de la producción de leche del país es proveniente de Imbabura y Carchi, es decir, de 640.500 litros, convirtiéndose en una de las principales fuentes de ingresos de las familias de la zona. Sin embargo, existen épocas del año en las que existe menor demanda de leche haciendo que las empresas restrinjan el volumen de recepción, generando excedentes que obligan a los productores a buscar otras opciones para no tener pérdidas económicas, vendiendo la misma o derivados lácteos sanitariamente no seguros a muy bajos precios, lo cual según la AGSO corresponde al 58% de la producción de leche a nivel nacional.

Por otro lado, en las empresas existen devoluciones de productos procesados ya sea por problemas de empaque o moldeo, que son asumidas por los consumidores, elevando su precio final y haciendo que las mismas pierdan competitividad en el mercado.

Es importante el desarrollo de nuevos productos como quesos fundidos los cuales permiten aprovechar como materias primas, los derivados lácteos obtenidos en estas actividades antes mencionadas, materias primas que deben mantener características funcionales y organolépticas permitiendo elaborar productos de excelente calidad.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Según López & Serrano (1992), los quesos fundidos son una excelente alternativa que ayuda a ponerle solución al excedente de leche y a las devoluciones de productos lácteos que tienen las empresas, debido a la variedad de quesos jóvenes y maduros en su elaboración, mayor tiempo de almacenamiento y facilidad de manejo convirtiéndose en la mejor alternativa de reproceso de los derivados lácteos sin salida comercial; contribuyendo a la reducción del margen de pérdidas, aumentando su competitividad, y convirtiéndose en una opción viable de negocio para la industria.

Esta investigación permitió elaborar un queso fundido untable que permita el procesamiento de materias primas obtenidas por los excedentes de leche que en algunas temporadas y de quesos sin salida comercial pero que cumplen con las características organolépticas y funcionales; y a partir de estas materias primas obtener un producto de excelentes características organolépticas, de fácil manejo, consumo y almacenamiento, y además su producción y demanda son crecientes debido a la versatilidad de usos en la gastronomía.

### **1.3. OBJETIVOS**

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

Elaborar queso fundido untable utilizando tres tipos de cuajadas ácidas.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la calidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial de las cuajadas ácidas.
- Evaluar la incorporación de los tipos de cuajadas ácidas en la elaboración de queso fundido untable.
- Caracterizar el queso fundido untable mediante análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales.

### **1.4. HIPÓTESIS**

#### **1.4.1. HIPÓTESIS NULA**

La incorporación de cuajada ácida no afecta a las características funcionales y organolépticas del queso fundido untable.

#### **1.4.2. HIPÓTESIS ALTERNATIVA**

La incorporación de cuajada ácida afecta a las características funcionales y organolépticas del queso fundido untable.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

La elaboración de quesos fundidos permite el empleo de distintos productos lácteos como quesos de diferentes tipos y tiempos de maduración que han tenido defectos de presentación, cuerpo, textura y color o recortes de rebanado o moldeo, pero que conservan las características organolépticas y microbiológicas aceptables y que se encuentren en las respectivas normas; es decir; son una alternativa de aprovechamiento de subproductos lácteos, ya que si no hubiese posibilidad de su reproceso serían destinados para la alimentación animal o simplemente descartados, lo cual sería una pérdida para la empresa pero que es asumida por los consumidores.

Se han realizado varias investigaciones de la elaboración de quesos fundidos, entre las cuales se destacan la realizada por Erazo (2012), en la que estudia un queso fundido unttable tipo cheddar utilizando queso fresco y mozzarella como sustituyentes de quesos jóvenes en porcentajes de 20% cada uno, mientras que el otro 60% se completó con quesos semimaduros como Cheddar y Holandés, los factores de estudio fueron la temperatura de fusión y la temperatura de conservación, teniendo los mejores resultados en la muestra que se sometió a

temperaturas de 85°C y de 5°C respectivamente y que la mezcla de quesos debe tener un pH entre 6,3-5,1 dando como resultado un queso con excelentes características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales; en la investigación sobre la aplicación de Hidrocolides en queso fundido unttable por Victoria (2007) se concluyó que se obtuvieron mejores resultados en la incorporación de CMC dando mayor firmeza al producto final mientras que con incorporación de goma xanthan obtuvo un producto de menor calidad en cuanto a firmeza, cremosidad y brillo. Por otro lado Bejarano, Sepúlveda, & Restrepo (2016), caracterizaron un queso fundido unttable utilizando como materia prima un queso fresco llamado como antioqueño con 25 días de almacenamiento, sin la adición de quesos semimaduros o maduros, obteniendo como resultado un queso con buenas características composicionales y sensoriales.

## **2.1. QUESOS PROCESADOS UNTABLES**

Los quesos fundidos unttables son elaborados con quesos naturales de diferentes tipos, tiempos de maduración, con la ayuda de agitación mecánica y sales fundentes. En la elaboración de quesos fundidos la paracaseína insoluble de Calcio propio del queso, que bajo las influencias del calor, sales fundentes, agitación ayuda a formar una paracaseína de calcio soluble por lo que el resultado es un gel o masa fluida y homogénea.

Para la comprensión de los diferentes roles de los factores relacionados con la fabricación del queso fundido unttable, es indispensable el control y selección de algunas características iniciales y finales de del producto final, tales como suavidad, firmeza, untabilidad, viscosidad (Gouda & Abou El-Nour, 2003) .

Una de las características fundamentales de este tipo de quesos es la extensibilidad o spreadability la cual según Ramírez Navas (2010), es la habilidad de propagarse fácilmente cuando se someten a un esfuerzo cortante, y que la extensibilidad subjetiva es inversamente proporcional a la cantidad de esfuerzo cortante en el cuchillo.

Según la norma Mexicana para la calidad de quesos fundidos, las especificaciones que deben cumplir son las siguientes:

**Tabla 1.**

*Especificaciones fisicoquímicas de los quesos fundidos untables*

<b>Especificaciones</b>	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>
<b>pH</b>	5	6
<b>% Humedad</b>	-	65
<b>% Grasa</b>	15	-
<b>% Proteínas</b>	10	-

(NMX-F-092-1970, 1970)

En cuanto a especificaciones organolépticas:

**Textura:** La pasta ser untuosa, de fácil untabilidad, sin características harinosas, con cristales o partículas sólidas, de fácil disolución en la boca.

**Color:** Debe ser característico del tipo de queso, en el caso del queso holandés se caracteriza por su color crema amarillento por lo que impartirá el mismo al queso fundido.

**Sabor y olor:** Deben ser agradables, característicos y sin presencia de sabores ni olores extraños, deben ser láctico acidificado medianamente.



**Ilustración 1.** Ejemplos de quesos procesados untables

### 2.1.1. TIPOS DE QUESOS EMPLEADOS EN LOS QUESOS FUNDIDOS.

Los quesos jóvenes utilizados en la elaboración tienen un alto nivel de caseína intacta, es decir la mayoría de la caseína no ha sido hidrolizada a componentes solubles (90-95%) por lo que dará como resultado quesos más estables y dependiendo de la mezcla utilizada puede tender a ser suave o firme, ya que la larga estructura de los quesos jóvenes pueden verse afectados por varios factores durante el proceso como el empleo de altas temperaturas, agitación, sales fundentes, los cuales cambian su larga estructura a una corta con buena untabilidad es decir su cremosidad (Gouda & Abou El-Nour, 2003).

En el proceso de cremosidad las partículas largas de caseína con un bajo nivel de hidratación en quesos jóvenes provocan una división a pequeñas partículas de caseína con un gran incremento de la superficie de hidratación y con buena untabilidad, sin embargo, la excesiva hidrólisis de la caseína del queso afectará directamente a la textura del queso fundido (Carić & Kaláb, 1987).

El uso de quesos maduros como base principal de la elaboración de quesos fundidos untables no es muy recomendable, ya que su caseína es casi degradada y no es capaz de formar una emulsión estable; por lo que el empleo de quesos semimaduro es la mejor opción para obtener una buena untabilidad (Carić & Kaláb, 1987)

**Tabla 2.**

*Características fisicoquímicas de los quesos empleados*

Tipo de queso	Proteína	Humedad	Grasa	pH
Fresco	18,82	53,2%	24,8	6,6
Mozzarella	20%	45-60%	25-45%	5,4-5,8
Queso antioqueño	14,61%	59,52%	19,79%	5,84
Tipo Holandés	26%	36-45,9%	45-59,9%	5,1-5,3
Cheddar	26%	37-39%	34%	5,5

(Guerrero Ramos , Salas Valerio, & Baldeón Chamorro, 2015; INN, 1999)



### **2.1.2. SALES FUNDENTES EMPLEADAS EN LOS QUESOS**

Las sales fundentes ayudan a separar el agua y grasa y reincorporar en una masa homogénea de queso, debido a que actúa específicamente sobre la proteína del queso tiene gran influencia en las características físicas del queso fundido untable.

Según Guinee, Kaláb, & Carić, (2004) el rol de las sales fundentes es esencial en la elaboración de quesos fundidos para complementar la capacidad emulsificante de las proteínas del queso, siendo esto logrado por:

Remover el calcio de la proteína del queso

Solubilizando y dispersando las proteínas

Provocando una hidratación e hinchazón de las proteínas

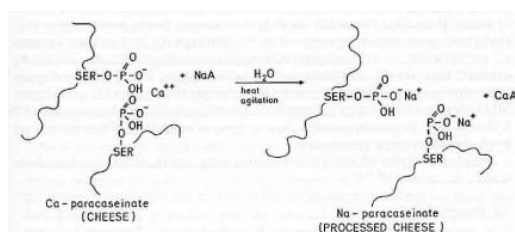
Emulsificando la grasa y estabilizando la emulsión

Controlando y estabilizando el pH

Formando una estructura apropiada del producto después del enfriamiento.

La acción de las sales fundentes es desplazar el calcio de la para-caseína insoluble por iones de sodio de las sales fundentes, resultando así una caseína soluble y un producto con mayor fluidez e impidiendo que vuelva a solidificarse (Gouda & Abou El-Nour, 2003).

La habilidad de secuestrar el calcio es la principal función, ya que la principal caseína del queso tiene segmentos lipídicos no polares con terminales de -C , mientras que las regiones terminadas en -N que contienen fosfato de calcio son hidrofílicas; cuando el calcio en la paracaseína compleja del queso es removida durante el proceso por las propiedades de intercambio iónico de las sales fundentes, la paracaseína insoluble es solubilizada usualmente como caseinato de sodio como se indica en la siguiente figura:



**Ilustración 2.** Reacciones químicas de las sales fundentes durante el proceso

(Guinee, Kaláb, & Carić, 2004)

Las sales fundentes no fragmentan la parte grasa ni la estabilizan por sí mismas; más secuestran el calcio de la pasta de queso y al resolubilizar a las caseínas (ya en forma de caseinato de sodio), favorecen la cobertura de las partículas de grasa con estas proteínas, estabilizándolas al actuar como agentes de interfase. Es decir, su acción es indirecta (Villegas de Gante , 2004).

En el mercado hay diversos tipos de sales fundentes, pero los usados en mayor escala son citratos de sodio, monofosfatos, difosfatos, y polifosfatos; que deben añadirse hasta un máximo de 3% (valor que depende de su tipo, madurez de los quesos y cantidad de quesos jóvenes empleados), mismos que se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 3.**

*Sales fundentes y sus porcentajes de uso*

Grupo	Sal fundente	% de uso	Fórmula química
Fosfatos	Fosfato di sódico	1,2	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>
		1,8	
		2,1	
	Fosfato di potásico	1,6	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>
		2,2	
		2,6	
Fosfato trisódico	1,6	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	
	2,2		
	2,6		

	Fosfato de sodio y aluminio	1,6 2,2 2,6	$\text{NaH}_{14}\text{Al}_3(\text{PO}_4)_8$
	Fosfato mono sódico	1,6 2,2 2,6	$\text{NaH}_2\text{PO}_4$
	Fosfato de potasio	1,6 2,2 2,6	$\text{K}_3\text{PO}_4$
<b>Citrato</b>	Citrato trisódico	1,6 2,2 2,6	$2\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$
	Citrato de potasio	1,6 2,2 2,6	$\text{K}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$
	Pirofosfato ácido de sodio	1,6 2,2 2,6	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$
<b>Pirofosfatos</b>	Pirofosfato tetra sódico	1,8 2,2 2,5	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$
	Pirofosfato tetra potásico	1,6 2,2 2,6	$\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$
<b>Polifosfatos</b>	Tripolifosfato de sodio	1,6 2,2 2,6	$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$
<b>Hexameta fosfatos</b>	Hexametafosfato de sodio	1,6 2,2 2,6	$(\text{NaPO}_3)_6$

	Tetrametafosfato de sodio	1,6 2,2 2,6	(KPO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub>
<b>Tartratos</b>	Tartrato de sodio y potasio	1,6 2,2 2,6	KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>

(Guinee, Kaláb, & Carić, 2004)

### 2.1.3. AGUA AÑADIDA

El agua es muy importante en el proceso de elaboración de quesos fundidos untables, tanto para mejorar la textura como para disolver las sales fundentes y que actúe principalmente sobre la caseína; el agua debe ser añadida al inicio del proceso o en porciones lo que ayudará a incrementar la concentración y acción de las sales fundentes en la caseína (Gouda & Abou El-Nour, 2003).

Según Marijana & Miloslav (1987), la adición de agua en la elaboración de quesos fundidos untables debe ser de 20 al 45%.

### 2.1.4. ADITIVOS

Para estandarizar el contenido graso, humedad y proteínas; se puede añadir ingredientes como mantequilla, crema, leche en polvo o suero en polvo, también ayudan a disminuir los costos de producción, por ende los fabricantes tratan de maximizar su uso (Ludeña & Gutiérrez, 2011).

Según Guinee(2009) y la Norma Mexicana (1970), las principales usos de los aditivos son los siguientes:

**Grasa de leche:** su función es dar la composición, fusión, texturas deseadas en el producto final. Crema, mantequilla

**Proteínas de leche:** brinda las características específicas, textura y fusión deseadas, además contribuye a las propiedades fisicoquímicas estables de un producto. Leche en polvo, caseinatos,etc

**Lactosa:** ayuda a disminuir los costos pero puede afectar a la textura, fluidez y sabor. Suero en polvo, leche evaporada, yogurt, etc

**Estabilizantes:** Contribuyen a una formación fisicoquímica estable del producto y da la textura y fusión requerida. Gomas, Alginatos, hidrocoloides, gelatina etc

**Reguladores de pH:** contribuyen al control del pH del producto final. Bicarbonato de sodio y calcio, cloruro de calcio, ácido acético, vinagre, ácido fosfórico, ácido láctico, ácido cítrico, etc

**Saborizantes** Imparte sabor especialmente cuando se utiliza quesos jóvenes en mayor parte. Especias, frutas, verduras y carnes y no deben exceder del 1/6 del peso total de sólidos del producto terminado.

**Colorantes:** Imparte color al producto final.

Se usan sólo los obtenidos de raíz de turnaria, semillas de achiote y otros colorantes inofensivos.

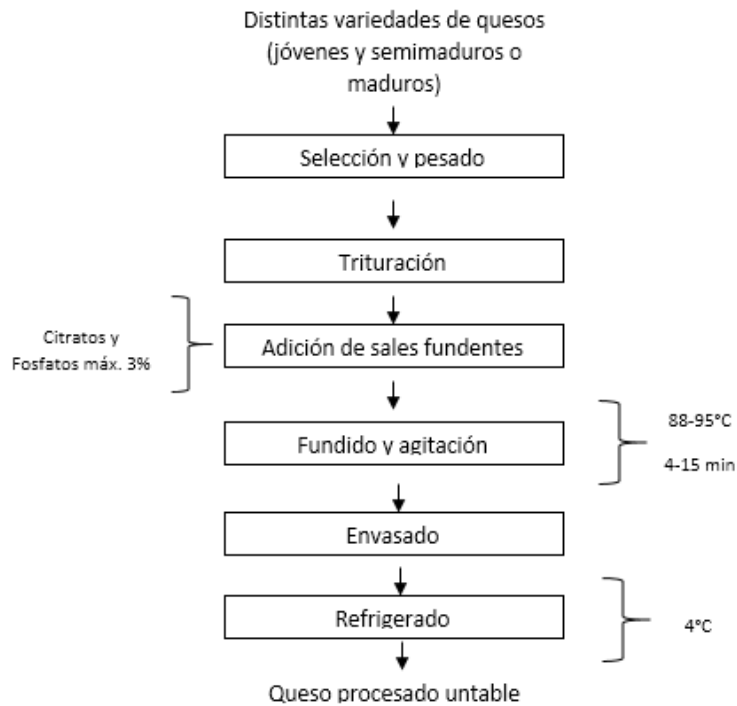
**Conservantes:** Retarda el crecimiento de moho y prolonga la vida en estante. Propionato de sodio, ácido sórbico y sales de sodio y potasio, debe ser en un máximo de 2,000 ppm en el producto terminado.

Nisina hasta un máximo de 100ppm y cloruro de sodio no más de 2,5%.

**Condimentos:** Imparte una variedad de apariencias, aromas y sabores para diferenciar al producto final. Pimienta, paprika, orégano, etc.

## **2.2. TÉCNICAS DE ELABORACIÓN DE QUESO FUNDIDO UNTABLE**

Según Guinee, Kaláb, & Carić, (2004) el proceso de elaboración consiste en diversos pasos como se indican en la figura 1:



**Figura 1.** Diagrama de técnicas de elaboración de queso fundido untable

(Guinee, Kaláb, & Carić, 2004)

En la selección y combinación de las distintas variedades de queso: los más importantes criterios son tipo, sabor, madurez, consistencia, textura y acidez de los quesos.

La trituración de los quesos es fundamental para una emulsión estable con buena firmeza y con gran capacidad de retención de agua.

La agitación debe ser constante y por un periodo de 4 a 15 minutos

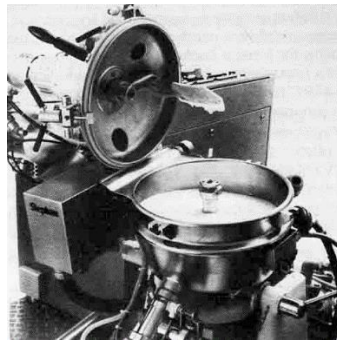
Empacado, refrigerado y almacenamiento: se debe empacar en caliente, refrigerar hasta 30 minutos después, importante para suavizar el producto.

### **2.2.1. EQUIPOS PARA EL PROCESAMIENTO DE QUESOS FUNDIDOS**

Según Marijana & Miloslav (1987), hay dos tipos de equipos que se pueden emplear para la elaboración de quesos fundidos como:

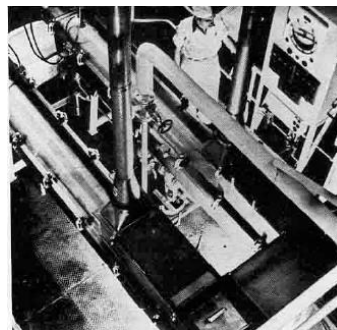
Marmita doble camisa de hasta 200 litros con inyección de vapor con cutter interno (Olla Stephan)

Máquina en forma de tubo de aproximadamente 4 metros equipada con uno o dos serpentines para mezcla.



**Ilustración 3.** Olla cutter Stephan

(Carić & Kaláb, 1987)



**Ilustración 4.** Sistema electrónico y programado de cocción horizontal

(Carić & Kaláb, 1987)

Según López & Serrano (1992), el proceso de fundido se puede realizar de las siguientes maneras:

Fusión en continuo: se realiza a temperaturas de 75 a 98°C, el calentamiento puede hacerse por agua o vapor que se inyectan directamente en la masa del queso, o bien calor indirecto, sin entrar en contacto el agua o vapor con el producto.

Fusión por cargas: en marmitas de acero inoxidable, previstas de un sistema de agitación y con una camisa para calentamiento de vapor, sin embargo, también se puede inyectar vapor directamente.

La aplicación de altas temperaturas y corte mecánico al queso natural, pero sin la utilización de sales fundentes, normalmente da como resultado una masa heterogénea, gomosa, la cual al enfriarse tiende a la exudación de humedad. (Fox, 2000)

Por esta razón es importante el uso de sales fundentes en el proceso ya que promueve la emulsificación de la grasa libre y la rehidratación de la proteína, contribuyendo a tener un producto homogéneo, fluido y estable, que además está libre de contaminación por las altas temperaturas alcanzadas y el poder bacteriostático de las sales fundentes.

Las sales fundentes utilizadas generalmente tienen un catión monovalente como sodio y un anión polivalente como los fosfatos, que no tienen poder fundente pero que con ayuda de la trituración, molienda del queso y las altas temperaturas se convierte en agentes emulsionantes activos que promueven una serie de cambios fisicoquímicos en la mezcla de quesos que dan como resultado una rehidratación de la matriz de paracaseína agregada y una dispersión de la proteína (Fox, 2000.,Gouda & Abou El-Nour, 2003).

La esencia del proceso de elaboración de queso fundido consiste en la transformación del caseinato y paracaseinato de la pasta de queso en un sistema coloidal por medio de las sales fundentes, el calor y el esfuerzo cortante mecánico. El proceso implica la formación de una emulsión de aceite/agua, en la que la grasa butírica incorporada por el calor y la acción mecánica, se estabiliza por la proteína resolubilizada, que actúa como agente de superficie o tensoactivo (Villegas de Gante , 2004).



## 2.3. FUNCIONALIDAD Y USOS

### 2.3.1. TIEMPO DE VIDA ÚTIL

Según la investigación de Erazo (2012), los quesos fundidos prolongan su vida útil si la mezcla de quesos a fundirse tiene un pH alrededor de 5 mientras que la mezcla a fundirse con pH alrededor de 6 puede correr el riesgo de deterioro por acción bacteriana pero dar como resultado un producto más untuoso.

Según la Norma INEN 2613 para queso fundido las características microbiológicas que deben cumplir son las siguientes:

**Tabla 4.**

*Requisitos microbiológicos de quesos fundidos*

<b>Réquisito</b>	<b>N</b>	<b>m</b>	<b>M</b>	<b>c</b>	<b>Método de ensayo</b>
Enterobacterias, UFC/g	5	10	10 <sup>2</sup>	2	NTE INEN 1529-13
Recuento de Aeróbios Mesófilos UFC/g	5	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	2	NTE INEN 1529.5
Staphylococcus aureus UFC/g	5	10	10 <sup>2</sup>	1	NTE INEN 1529-14
Neurotoxinas del Clostridium botulino	5	AUSENCIA	-	0	AOAC 2002-08

(Norma INEN 2613, 2012)

Donde:

n= Número de muestras a examinar

m= Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad

M= Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad

c= Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LOCALIZACIÓN

La presente investigación se realizó en las Unidades Eduproductivas de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica del Norte, cuya ubicación y características se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 5.**

*Ubicación y datos meteorológicos del área de experimentación*

<b>Provincia:</b>	Imbabura
<b>Cantón:</b>	Ibarra
<b>Parroquia:</b>	El Sagrario
<b>Sitio:</b>	Unidades Eduproductivas de Ingeniería Agroindustrial-FICAYA-UTN
<b>Altitud:</b>	2250 m.s.n.m.
<b>Precipitación:</b>	550,3 mm/año
<b>HR. Promedio:</b>	62%
<b>Temperatura media:</b>	17,7°C

Fuente: INAMHI (2015)

## **3.2. MATERIALES Y EQUIPOS**

### **3.2.1. MATERIA PRIMA, INSUMOS Y REACTIVOS**

#### **3.2.1.1. Materia prima**

- Leche
- Cuajada acidificada con ácido cítrico partiendo de leche pasteurizada
- Cuajada acidificada con ácido cítrico partiendo de leche sin pasteurizar
- Cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas partiendo de leche pasteurizada
- Quesos semimaduros tipo holandés

#### **3.2.1.2. Insumos**

- Sales fundentes fosfato trisódico de grado alimenticio
- Gelatina sin sabor
- Yogurt
- Agua
- Cloruro de sodio
- Cloruro de calcio
- Cuajo

#### **3.2.1.3. Reactivos**

- Alcohol isoamílico.
- Ácido sulfúrico.
- Ácido cítrico.
- Agua destilada.

### **3.2.2. MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO Y PROCESO**

#### **3.2.2.1. Materiales**

Materiales para laboratorio

- Tubos de ensayo de 10 ml y 20ml de capacidad
- Gradillas

- Probetas
- Cajas Petri
- Papel filtro
- Placas Petri film (análisis de mohos y levaduras, coliformes totales, *Staphylococcus aureus*)
- Fundas herméticas
- Vasos de precipitación
- Matraces volumétricos
- Pipetas
- Frasco de vidrio con tapa rosca

#### Materiales de proceso

- Tamices (lienzos)
- Agitador para leche
- Bandejas
- Baldes plásticos
- Jarras plásticas
- Fundas alta densidad para empaque al vacío
- Gavetas 20 kg de capacidad
- Material de degustación
- Moldes de acero inoxidable

#### **3.2.2.2. Equipos**

##### Equipos de laboratorio

- Termómetro
- Centrífuga
- Acidómetro
- Balanza analítica
- Balanza gramera

- Analizador de humedad
- Viscosímetro
- Incubadora
- Potenciómetro
- Baño María digital
- Butirómetros para análisis de grasa en leche (0 a 6%) y queso (0 a 40%)
- Autoclave
- Termolactodensímetro

Equipos para el procesamiento de queso

- Bidones
- Molino eléctrico para quesos
- Tina de enfriamiento
- Bombas
- Marmita
- Caldero
- Banco de hielo
- Cuarto frío
- Mesa de acero inoxidable
- Empacadora al vacío

### **3.3. MÉTODOS**

#### **3.3.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA, FÍSICOQUÍMICA, Y SENSORIAL DE LAS CUAJADAS ÁCIDAS**

Se elaboró tres tipos de cuajadas ácidas y se las refrigeró a  $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 30 días, posteriormente fueron evaluadas en el laboratorio de lácteos de las Unidades Eduproductivas, mediante análisis fisicoquímicos, y microbiológicos que se indican en la siguiente tabla:

**Tabla 6.**

*Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las cuajadas ácidas*

<b>Análisis</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>
<b>Análisis fisicoquímicos</b>		
pH	NTE INEN 389	Adimensional
Humedad	Balanza infrarroja	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	UFC/g

#### **3.3.1.1. Análisis microbiológicos.**

Se realizó análisis de coliformes totales, *Staphylococcus aureus*, mohos y levaduras según las normas AOAC 986.33, AOAC 2003.08 y AOAC 997.02 respectivamente.

Los cuales se realizaron en placas Petri film.

#### **3.3.1.2. Determinación de pH**

Para este análisis se utilizó un potenciómetro digital portátil con punzón de una muestra central de la cuajada ya que sería la más representativa.

Se realizó la medición de pH de las cuajadas aplicando la norma NTE INEN 389. El procedimiento se detalla en el anexo A.

#### **3.3.1.3. Determinación de humedad**

Para este análisis se utilizó una la balanza infrarroja y se pesó 2-3 gramos de cuajada ácida en un plato desechable de papel aluminio, a una temperatura de 138°C por un periodo aproximado de 30 minutos.

Se lo realizó mediante el método de la balanza infrarroja, su procedimiento se detalla en el anexo B.

#### **3.3.1.4. Determinación de grasa**

Para este análisis se utilizó un butirómetro de escala 0-40%.

Se determinó la grasa de los quesos fundidos mediante el Método Gerber descrito en la Norma INEN NTE 0064: 74. El cual se detalla en el anexo C.

#### **3.3.1.5. Características organolépticas**

Se aplicó un panel de degustación de quesos no entrenado y se evaluó en una escala de 1 al 7 las características organolépticas de las cuajadas, siendo 7 la mayor puntuación y que se ajusta a la mejor característica deseada, estos análisis se realizaron a los 10, 20 y 30 días de conservación en refrigeración a  $4^{\circ}\text{C} \pm 2$ .

La información que se recolectó fue analizada mediante la prueba de Friedman.

Las características evaluadas fueron:

- Color: las cuajadas deben tener un color blanco homogéneo,
- Olor: Olor ligeramente ácido láctico, sin olores extraños
- Sabor: Sabor ligeramente ácido, sin sabores extraños
- Textura: blanda a la masticación, sin grumos, con poca elasticidad y libre de sustancias extrañas.
- Aceptación: Reúne las características anteriores.

#### **3.3.2. EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE LOS TIPOS DE CUAJADAS ÁCIDAS EN LA ELABORACIÓN DE QUESO FUNDIDO UNTABLE.**

Para el procesamiento de los datos en la elaboración de queso fundido untable mediante tres tipos de cuajadas, se empleó un diseño experimental DCA con arreglo factorial  $A \times B$ , para determinar diferencias entre las propiedades funcionales y organolépticas del queso fundido untable.

Se elaboró tres tipos de cuajadas ácidas que fueron almacenadas en refrigeración en un cuarto frío 10, 20 y 30 días a  $4^{\circ}\text{C} \pm 2$ , se evaluaron en porcentajes de 20 y 30% en la elaboración de queso fundido untable.

### 3.3.2.1. Factores en estudio

Los factores en estudio fueron los siguientes:

Factor A: Tipo de cuajada

A1: Cuajada acidificada con ácido cítrico elaborada a partir de leche pasteurizada

A2: Cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas elaborada a partir de leche pasteurizada.

A3: Cuajada acidificada con ácido cítrico elaborada a partir de leche sin pasteurizar.

Factor B: Porcentaje de incorporación

B1:20%

B2:30%

### 3.3.2.2. Tratamientos en estudio

De la combinación de los factores en estudio resultaron 6 tratamientos para evaluar su incidencia en el producto final; los tratamientos se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 7.**

*Combinación de tratamientos*

<b>Tratamiento</b>	<b>Combinación</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	A1B1	Cuajada ácida 1, 20%
<b>2</b>	A2B2	Cuajada ácida 2, 30%
<b>3</b>	A3B1	Cuajada ácida 3, 20%
<b>4</b>	A1B2	Cuajada ácida 1, 30%
<b>5</b>	A2B1	Cuajada ácida 2, 20%
<b>6</b>	A3B2	Cuajada ácida 3, 30%



### 3.3.2.3. Características del experimento

Se evaluaron 6 tratamientos con tres repeticiones, resultando 18 unidades experimentales constituidas por 3kg de queso fundido untable. El esquema del análisis de varianza se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 8.**

*Esquema ADEVA*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
TOTAL	17
Tratamientos	5
Factor A	2
Factor B	1
AxB	2
Error experimental	12

### 3.3.2.4. Análisis funcional

Al existir diferencia significativa entre tratamientos se aplicó la prueba de Tukey al 5%. La evaluación de las variables cualitativas se realizó utilizando la prueba de Friedman al 5%.

### 3.3.2.5. Variables de respuesta a evaluarse

En la presente investigación se evaluaron las siguientes características funcionales del producto:

#### **Variables Cuantitativas**

Variable funcional a evaluar en el producto final

**Tabla 9.***Variables a evaluar en el producto final*

<b>Variable</b>	<b>Método</b>	<b>Unidades</b>
Viscosidad	Viscosímetro	Centipoises
pH	AOAC 925.10	Adimensional
Humedad	AOAC 981.1	Porcentaje

**Determinación de viscosidad:**

Se toma una muestra de 500ml de queso fundido untable, con el husillo N°6 del viscosímetro rotacional calibrado en Centipoises.

**Caracterización fisicoquímica y microbiológica del producto final**

En el producto final se realizó análisis de sus características fisicoquímicas y microbiológicas en el laboratorio de lácteos de las Unidades Eduproductivas de la Universidad Técnica del Norte, para caracterizarlo. Para el análisis de las características organolépticas se lo hizo mediante un panel de degustación no entrenado conformado por 10 personas de 20 a 23 años.

**Tabla 10.***Análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el producto final*

<b>Variables fisicoquímicas</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>
pH	NTE INEN 389	Adimensional
Humedad	Balanza infrarroja	Porcentaje
Grasa	NTE INEN 0064	Porcentaje
<b>Variables microbiológicas</b>		
Coliformes totales	AOAC 986.33 y AOAC 989.10	UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	AOAC 2003.08	UFC/g
Mohos y levaduras	AOAC 937.02	UFC/g

UFC/g: Unidades formadoras de colonias por gramo

### **Variables cualitativas**

Las características organolépticas del queso fundido untable con los siguientes descriptores:

Textura: Debe ser untuoso, de fácil untabilidad, sin características harinosas, con cristales o partículas sólidas, de fácil disolución en la boca.

Color: Debe ser característico del tipo de queso, en el caso del queso holandés se caracteriza por su color crema amarillento por lo que impartirá el mismo al queso fundido.

Sabor y olor: Deben ser agradables, característicos y sin presencia de sabores ni olores extraños, deben ser láctico acidificado medianamente

#### **Tabla 11.**

*Variables cualitativas a evaluar en el producto final*

<b>Variables organolépticas</b>	<b>Método</b>
Color	Evaluación sensorial
Olor	Evaluación sensorial
Sabor	Evaluación sensorial
Textura	Evaluación sensorial

## **3.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **3.4.1. DIAGRAMA DE BLOQUES**

## Cuajada ácida refrigerada y queso semimaduro

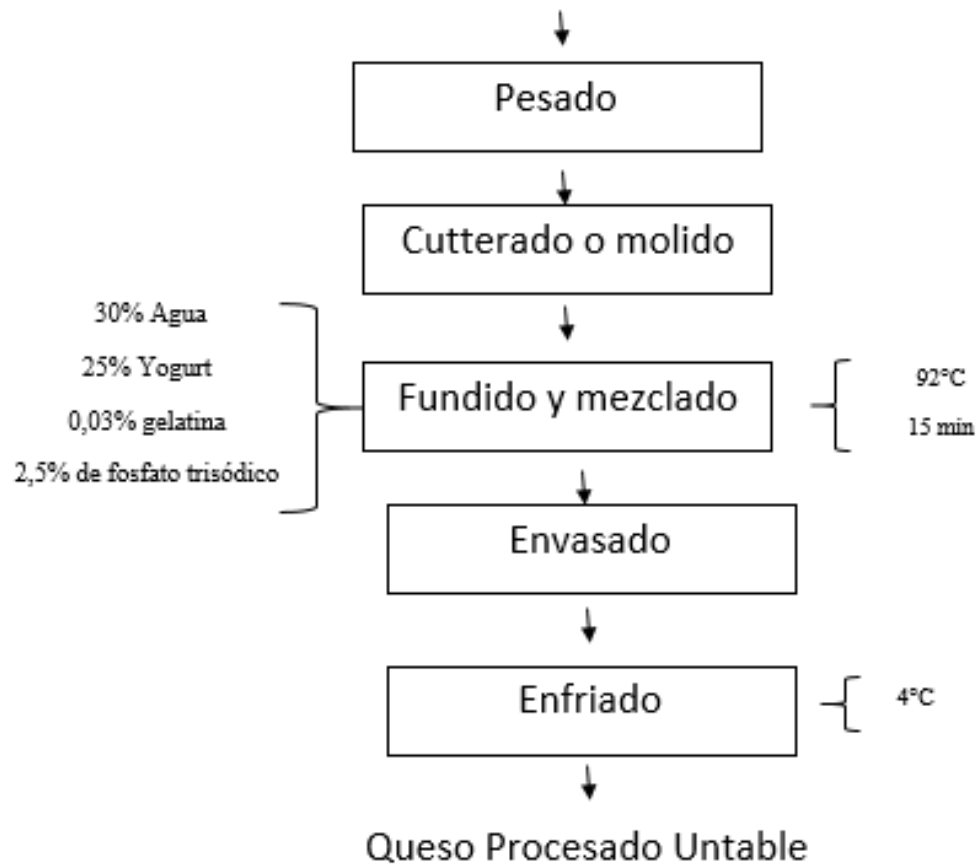
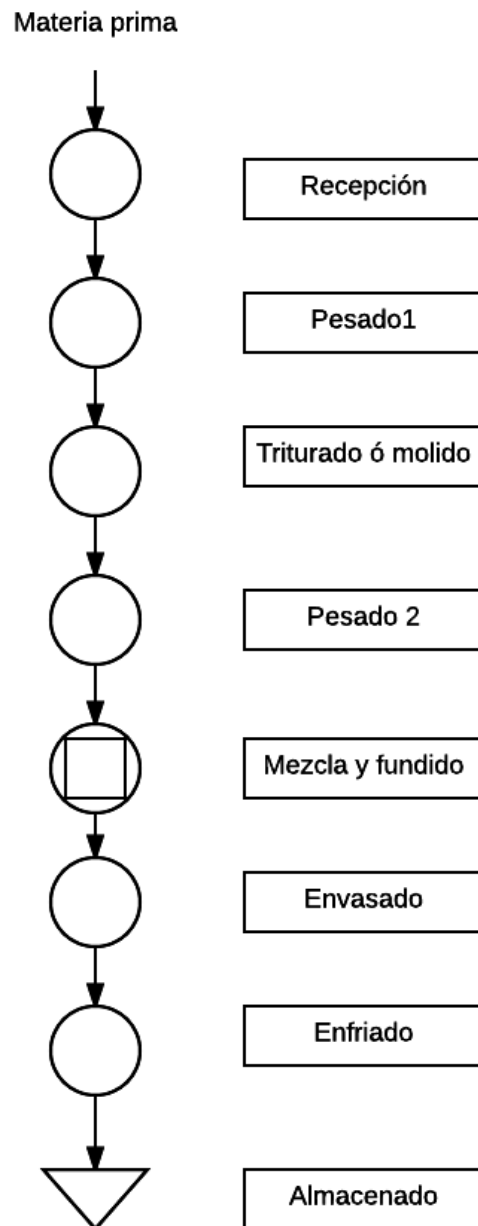


Ilustración 5. Diagrama de bloques

### 3.4.1. DIAGRAMA INGENIERIL



**Ilustración 6.** Diagrama Ingenieril

### 3.4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

**RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA:** Se recibió las cuajadas y quesos semimaduros sin salida comercial, pero con buenas características físico-químicas y organolépticas; ya que ejercen una marcada influencia en el sabor, gusto, consistencia y contenido graso de los quesos fundidos.



**Fotografía 1.** Recepción de materia prima

**PESADO 1:** Se pesó las cuajadas, los recortes de quesos semimaduros y demás insumos de acuerdo a la formulación establecida, para esto se utilizó una balanza gramera.



**Fotografía 2.** Pesado de queso holandés

**TRITURADO O MOLIDO:** Se procedió a triturar los cortes de queso semimaduros, con la ayuda de un cutter o molino, para facilitar el proceso de fundido.



**Fotografía 3.** Molido de queso holandés

**PESADO 2:** Una vez ya triturados los recortes de quesos, se procedió a pesar de acuerdo a la formulación.



**Fotografía 4.** Pesado de queso holandés triturado

**MEZCLADO Y FUNDIDO:** Se fundió en la marmita la cuajada y queso semimaduro, y demás insumos (agua, fosfato, gelatina y yogurt), mezclando de manera homogénea hasta que esté completamente fundida y se haya formado una masa. Una vez fundida la cuajada se colocó los recortes de queso semimaduros, previamente molidos, para fundirlos junto con la cuajada, se debe mezclar hasta que todos los quesos se hayan fundido completamente. La temperatura alcanzada es 92°C.



**Fotografía 5.** Fundido

**ENVASADO:** Se envasó en recipientes plásticos de 280 g.

**ENFRIADO:** Previo al almacenamiento se dejó enfriar los quesos fundidos a temperatura ambiente.

**ALMACENADO:** El producto final es almacenado en un refrigerador a una temperatura de  $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. CALIDAD MICROBIOLÓGICA, FISICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE LAS CUAJADAS ÁCIDAS.**

Los tres tipos de cuajada fueron analizados mediante análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales a los 10, 20 y 30 días de su refrigeración, siendo los resultados los siguientes:

##### **4.1.1. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

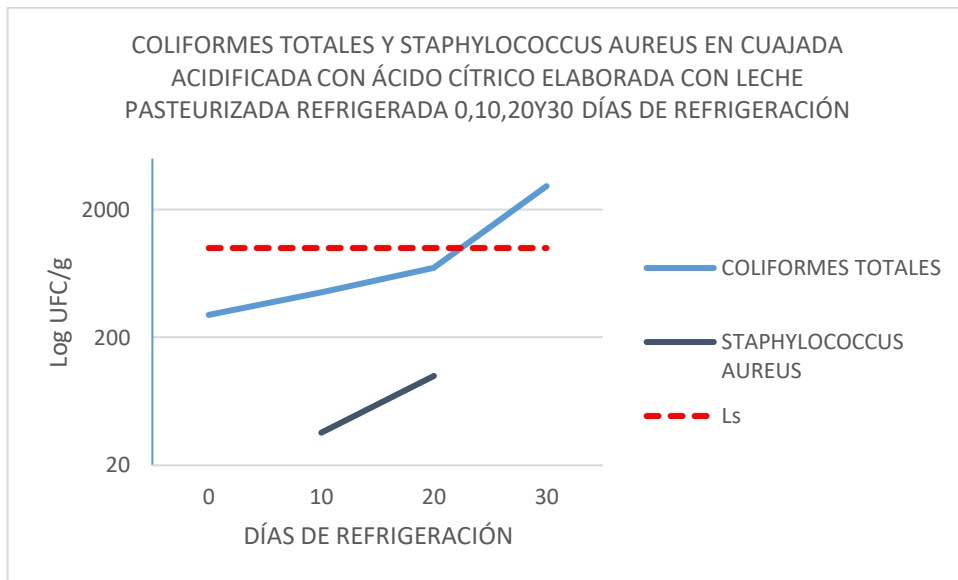
Los análisis de las cuajadas se realizaron en las Unidades Eduproductivas, se hicieron a los 0, 10, 20 y 30 días de su refrigeración a  $4^{\circ}\text{C} \pm 2$ .

**Tabla 12.**

*Resultados de los análisis microbiológicos de la cuajada acidificada con ácido cítrico utilizando leche pasteurizada*

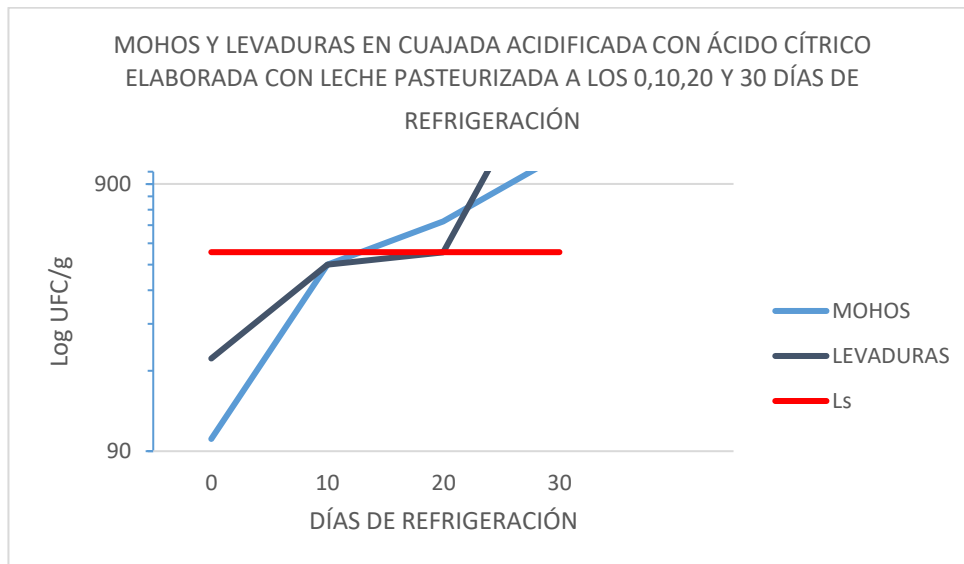
Variable Unidad	Días en refrigeración				Límite de control máximo
	0	10	20	30	
<b>Cuajada acidificada con ácido cítrico utilizando leche pasteurizada</b>					
<b>Coliformes totales (UFC/g)</b>	300	450	700	3050	1000
<b>Staphylococcus aureus (UFC/g)</b>	0	36	100	1500	1000
<b>Mohos (UFC/g)</b>	100	450	500	1150	500
<b>Levaduras (UFC/g)</b>	200	350	500	3100	500
<b>Salmonella</b>	-	-	-	-	Ausencia

En la Ilustración 7. podemos observar los datos microbiológicos de Coliformes totales y Staphylococcus aureus respecto a la Tabla 12. En la cual se refleja que el límite permitido es superior en coliformes totales a partir de los 20 días de refrigeración de la cuajada.



**Ilustración 7.** Datos microbiológicos de coliformes totales y staphylococcus aureus de cuajada acidificada con ácido cítrico elaborada con leche pasteurizada a los 10, 20 y 30 días.

En la Ilustración 8. podemos observar los datos microbiológicos de Mohos y levaduras respecto a la Tabla 12. En la cual se refleja que el límite permitido es superior en levaduras a partir de los 20 días mientras que se evidencia un crecimiento de mohos a partir de los 13 días de refrigeración de la cuajada



**Ilustración 8.** Datos microbiológicos de mohos y levaduras en cuajada acidificada con ácido cítrico elaborada con leche pasteurizada a los 10,20 y 30 días.

La cuajada acidificada con ácido cítrico elaborada con leche pasteurizada tuvo una calidad microbiológica aceptable, hasta el día 20 de refrigeración a 4°C, según la Norma Venezolana Covenin 3821-2003 tanto en coliformes totales, *Staphylococcus aureus* y levaduras como indican las ilustraciones 7 y 8 respectivamente.

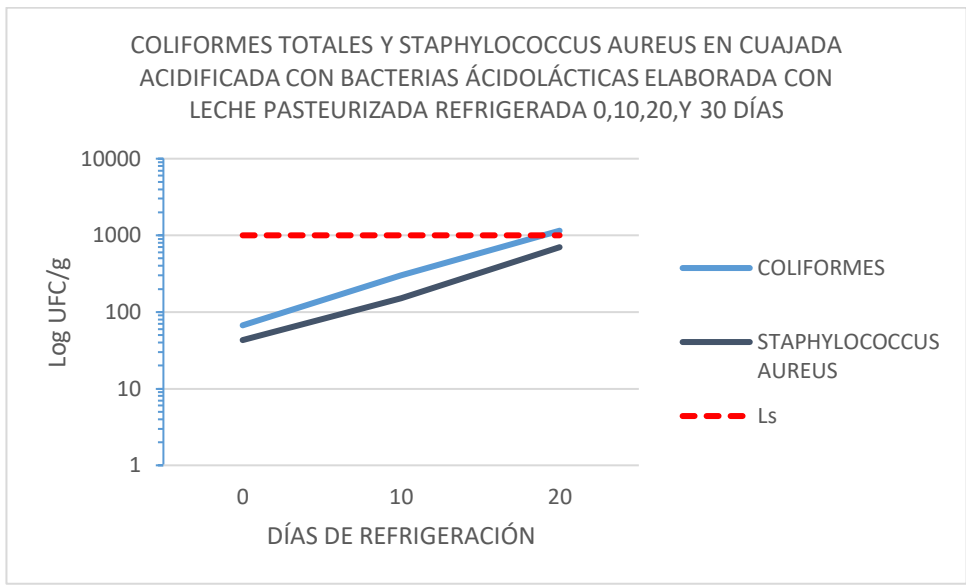
En la Tabla 13. Encontraremos los resultados de los análisis microbiológicos de la cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas utilizando leche pasteurizada

**Tabla 13.**

*Resultados de los análisis microbiológicos de la cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas utilizando leche pasteurizada.*

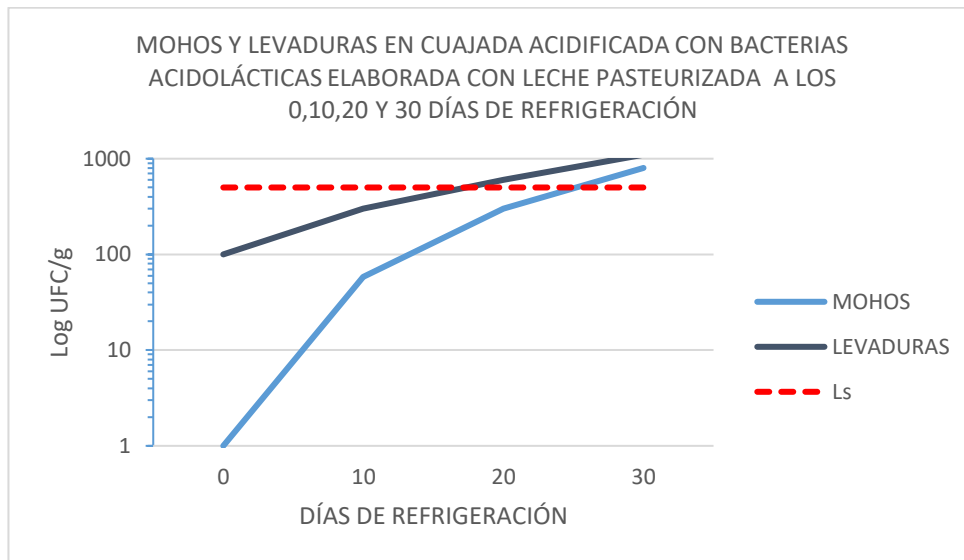
Variable	Días en refrigeración				Límite de control máximo
	0	10	20	30	
Unidad					
<b>Cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas utilizando leche pasteurizada</b>					
<b>Coliformes totales (UFC/g)</b>	67	300	900	MNPC	1000
<b>Staphylococcus aureus (UFC/g)</b>	43	150	700	MNPC	1000
<b>Mohos (UFC/g)</b>	1	58	800	MNPC	500
<b>Levaduras (UFC/g)</b>	100	300	1100	MNPC	500
<b>Salmonella</b>	-	-	-	-	Ausencia

En la Ilustración 9. podemos observar los datos microbiológicos de Coliformes totales y Staphylococcus aureus respecto a la Tabla 13. En la cual se refleja que el límite permitido es superior en coliformes totales y staphylococcus aureus a partir de los 20 días de refrigeración de la cuajada.



**Ilustración 9.** Datos microbiológicos coliformes totales y staphylococcus aureus de cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas elaborada con leche pasteurizada a los 0, 10, 20 y 30 días

En la Ilustración 10. podemos observar los datos microbiológicos de Mohos y levaduras respecto a la Tabla 13. En la cual se refleja que el límite permitido es superior en levaduras a partir de los 20 días.



**Ilustración 10.** Datos microbiológicos de mohos y levaduras en cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas elaborada con leche pasteurizada refrigerada a los 0,10,20 y 30 días.

La cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas elaborada con leche pasteurizada tuvo una calidad microbiológica aceptable, hasta el día 20 de refrigeración a 4°C según la Norma Venezolana Covenin 3821-2003, para coliformes totales, *Staphylococcus aureus*.

En el recuento de mohos y levaduras al día 20 de su refrigeración se tuvo valores fuera de la norma, como indica la ilustración 8.

En la Tabla 14. Encontraremos los resultados de los análisis microbiológicos de la cuajada acidificada con ácido cítrico utilizando leche sin pasteurizar

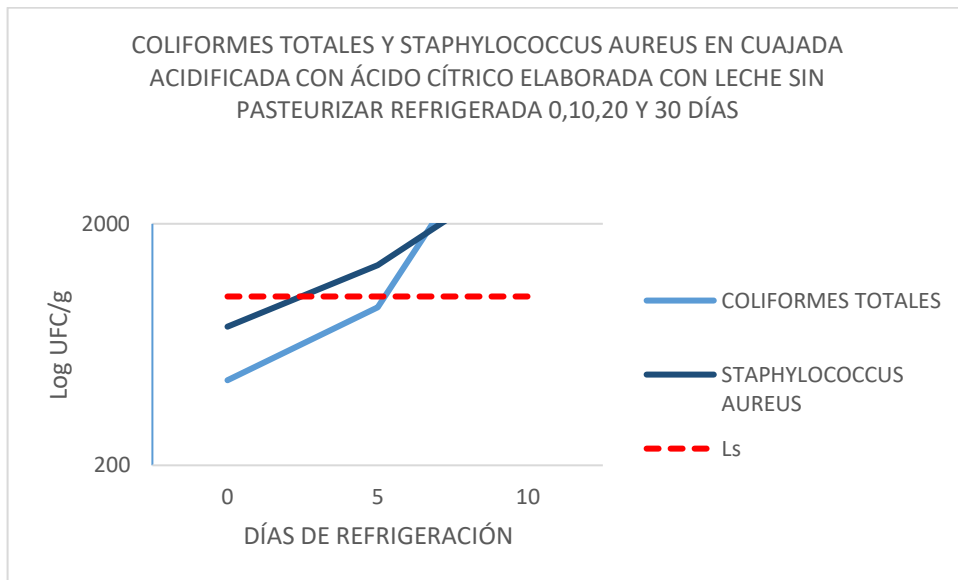
**Tabla 14.**

*Resultados de los análisis microbiológicos de cuajada acidificada con ácido cítrico utilizando leche sin pasteurizar*

Variable	Días en refrigeración				Límite de control máximo
	0	10	20	30	
<b>Cuajada acidificada con ácido cítrico utilizando leche sin pasteurizar</b>					
<b>Coliformes totales (UFC/g)</b>	450	8000	MNPC	MNPC	1000
<b>Staphylococcus aureus (UFC/g)</b>	750	1350	MNPC	MNPC	1000
<b>Mohos (UFC/g)</b>	650	2250	MNPC	MNPC	500
<b>Levaduras (UFC/g)</b>	800	5150	MNPC	MNPC	500
<b>Salmonella</b>	Negativo	-	-	-	Ausencia

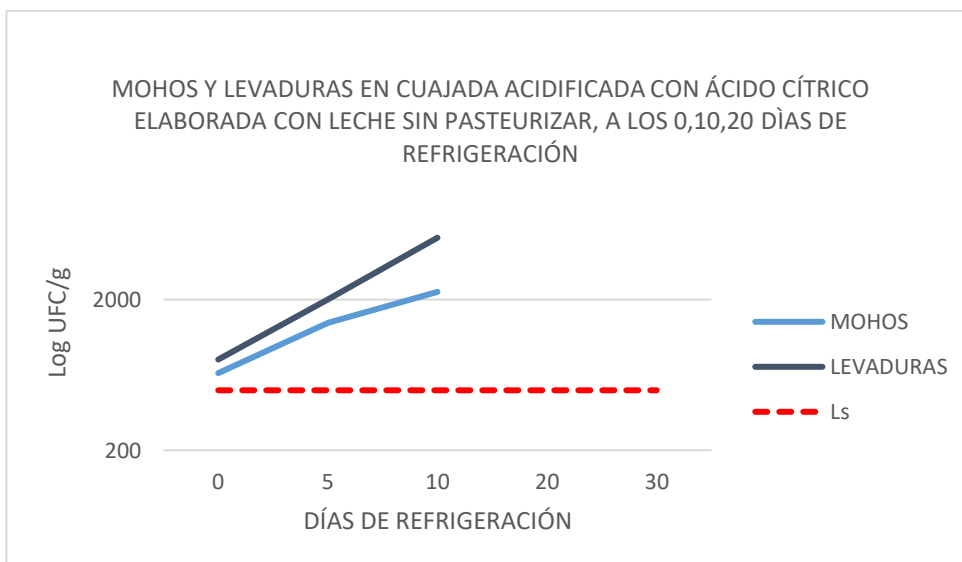
En la Ilustración 11. podemos observar los datos microbiológicos de Coliformes totales y Staphylococcus aureus respecto a la Tabla 14. En la cual se refleja que el límite permitido es superior en coliformes totales y staphylococcus aureus a partir de los 5 días de refrigeración de la cuajada.





**Ilustración 11.** Datos microbiológicos de coliformes totales y staphylococcus aureus de cuajada acidificada con ácido cítrico elaborada con leche sin pasteurizar a los 10, 20 y 30 días.

En la Ilustración 12. podemos observar los datos microbiológicos de Mohos y levaduras respecto a la Tabla 14. En la cual se refleja que el límite permitido es superior en mohos y levaduras a partir del primer día.



**Ilustración 12.** Datos microbiológicos de mohos y levaduras de cuajada acidificada con ácido cítrico elaborada con leche sin pasteurizar a los 0, 10 días.

La cuajada acidificada con ácido cítrico elaborada con leche sin pasteurizar tuvo calidad microbiológica aceptable hasta el día 5 de refrigeración a 4°C, según la norma Venezolana Covenin 3821-2003, tanto para Coliformes totales y *Staphylococcus aureus*.

Al primer día de incorporación estas cuajadas presentaron valores de UFC/g fuera de la norma en mohos y levaduras, debido a que fue elaborada con leche cruda sin ningún tratamiento térmico como indica la ilustración 12.

Se utilizó la Norma Venezolana Covenin 3821-2003 debido a ser la más completa.

#### 4.1.2. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

Los resultados de los análisis fisicoquímicos de las cuajadas a los 0, 10, 20 y 30 días de refrigeración a 4 °C ± 2 fueron los siguientes:

**Tabla 15.**

*Características fisicoquímicas de la cuajada acidificada con ácido cítrico utilizando leche pasteurizada*

Variable	Días en refrigeración				Norma 121-SSA1_1994	
	Unidad	0	10	20		30
<b>Cuajada acidificada con ácido cítrico utilizando leche pasteurizada</b>						
<b>Grasa (%)</b>		22	22	22,5	23	Min. 22%
<b>Humedad (%)</b>		48,35	46,79	45,30	40,20	Max. 55%
<b>pH</b>		5,82	5,59	5,42	5,01	5,4-5,8*

\*pH según Guerrero Ramos , Salas Valerio, & Baldeón Chamorro, (2015)

**Tabla 16.**

*Características fisicoquímicas de la cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas utilizando leche pasteurizada*

Variable	Días en refrigeración				Norma 121-SSA1_1994	
	Unidad	0	10	20		30
<b>Cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas utilizando leche pasteurizada</b>						
<b>Grasa (%)</b>		26	26,5	26,7	27	Min. 22%
<b>Humedad (%)</b>		48,02	46,15	44,17	39,20	Max. 55%
<b>pH</b>		5,62	5,26	5,06	5,00	5,4-5,8*

\*pH según Guerrero Ramos , Salas Valerio, & Baldeón Chamorro, (2015)

**Tabla 17.**

*Características fisicoquímicas de la cuajada acidificada con ácido cítrico utilizando leche sin pasteurizar*

Variable	Días en refrigeración				Norma 121-SSA1_1994	
	Unidad	0	10	20		30
<b>Cuajada acidificada con ácido cítrico utilizando leche sin pasteurizar</b>						
<b>Grasa (%)</b>		21	21,5	22	22	Min. 22%
<b>Humedad (%)</b>		50,25	47,93	45,55	41,32	Max. 55%
<b>pH</b>		5,8	5,35	4,9	4,35	5,4-5,8*

\*pH según Guerrero Ramos , Salas Valerio, & Baldeón Chamorro, (2015)

Los resultados obtenidos en los análisis de grasa de los 3 tipos de cuajadas ácidas descritas en las tablas 12, 13 y 14, se encuentran bajo los requerimientos de la Norma Mexicana 121-SSAI-1994, la cual dice que el porcentaje mínimo de grasa debe ser 22%.

Los resultados obtenidos de humedad de las cuajadas ácidas determinaron que el contenido de humedad está de acuerdo a la norma mexicana 121-SSA1-1994 ya que establece el porcentaje máximo de humedad de 55%. El descenso de humedad con el transcurso del tiempo tiene que ver con el desuerado y temperatura que tiene el queso en almacenamiento.

Villegas de Gante (2004), puntualiza la importancia del lavado de la cuajada para evitar valores de pH bajos y como el objetivo de esta investigación es refrigerarlas por 30 días para evaluar su comportamiento en la elaboración de queso fundido untable, y que según Erazo (2012), la mezcla de quesos para el proceso necesita un pH de 5,1-6,3 para tener como resultado un producto con excelentes características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales.

Asimismo, la medida del pH disminuyó ligeramente con el pasar del tiempo. Según Mercanti, Wolf, Meinardi, Candiotti y Zalazar (2004), los valores que van de 5,1 a 5,7 no implican una afectación sensible y menciona, que a un pH menor a cinco podría haber una disminución en la mineralización de la cuajada.

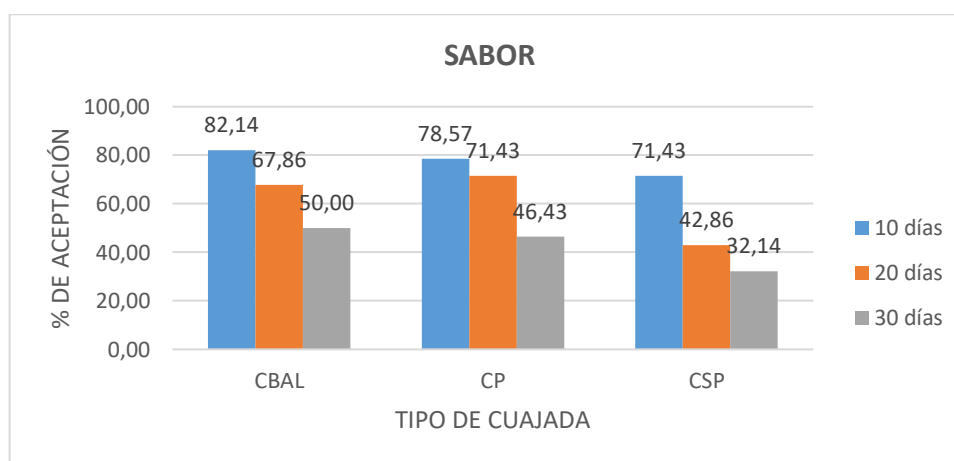
Según Escoda & Bracho (1979), las acciones microbianas y enzimáticas son responsables de producir alteraciones físico-químicas y organolépticas en la leche y en los quesos mediante procesos fermentativos, lo que explica su descenso de pH con el transcurso de los días.

Los valores porcentuales de grasa correspondientes a la cuajada acidificada con ácido cítrico permanecen prácticamente inalterados con el transcurso del tiempo, lo cual representa una ventaja, López y Novoa (2009) afirman que: el contenido de grasa contribuye al desarrollo posterior del flavor en el queso, debido posiblemente a la constitución de la grasa láctea que posee una gran proporción de triglicéridos de cadena corta, los cuales tienen puntos de fusión bajos y aportan sabores agradables.

### 4.1.3. ANÁLISIS SENSORIAL DE ACEPTACIÓN DE LAS CUAJADAS ÁCIDAS

Se evaluó las características sensoriales de los tres tipos de cuajadas ácidas, a los 10, 20 y 30 días de su conservación, mediante un panel de degustación no entrenado de diez participantes, las características evaluadas fueron color, olor, sabor, textura y aceptación. Los resultados fueron analizados mediante la comparación entre chi cuadrado ( $X^2$ ) calculado y tabulado al 0.05 de nivel de significancia.

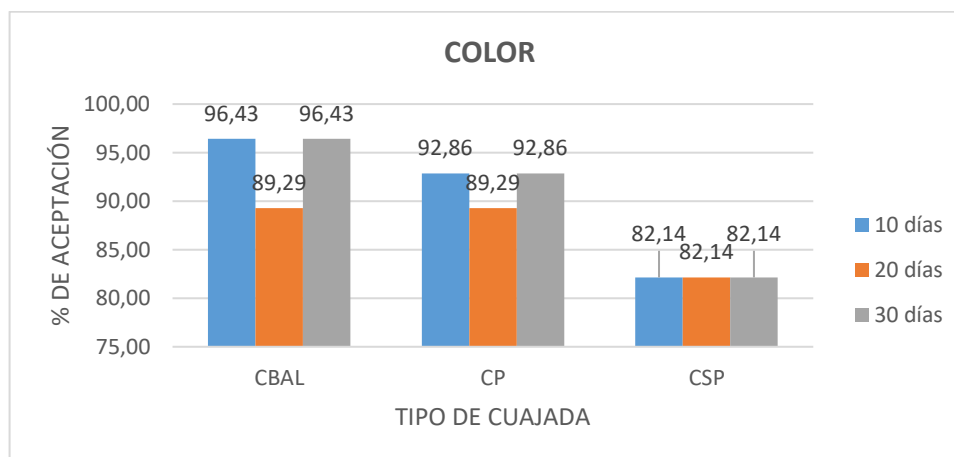
Las puntuaciones para cada característica se ilustran a continuación:



**Ilustración 13.** Puntuación para el atributo de sabor de las cuajadas ácidas

La prueba de Friedman al 5% muestra diferencia estadística significativa entre los tratamientos con el paso de los días, lo que indica que con el paso de los días se va deteriorando el sabor. El sabor de la cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas presentó el mejor sabor a 10 días de su conservación, sin embargo, es evidente que no fue constante hasta el día 30 de refrigeración. Los sabores de los tres tipos de cuajadas tuvieron puntuaciones altas a los 10 días de refrigeración y siendo los más aproximados a los descriptores del sabor: ligeramente ácido, sin sabores extraños, pero a los 20 días solo las cuajadas elaboradas con leche pasteurizada, viéndose afectado el sabor de la cuajada elaborada con leche sin pasteurizar por problemas de proteólisis.

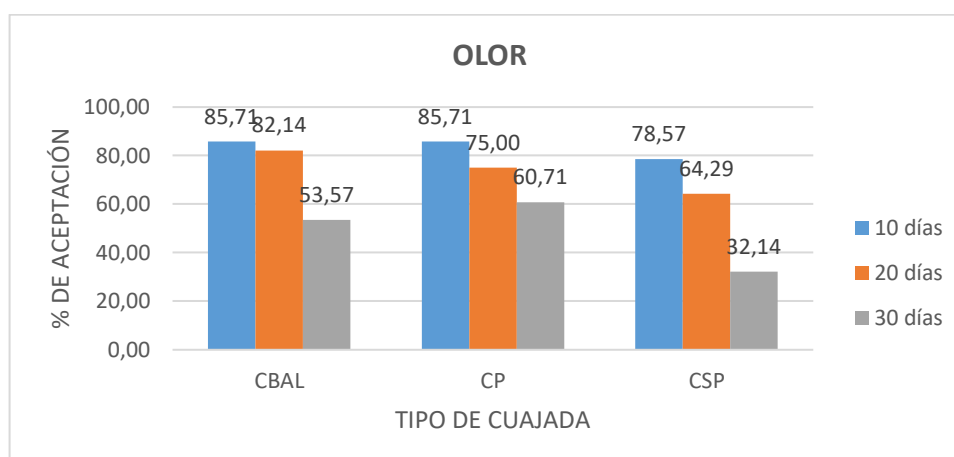
En la ilustración 11 se indica las puntuaciones otorgadas por los degustadores para el color de las cuajadas ácidas, no habiendo mayores cambios en las cuajadas elaboradas con leche pasteurizada, el color de las cuajadas acidificadas con bacterias ácido lácticas obtuvieron la puntuación más alta, acercándose más a los descriptores del color de las cuajadas: color blanco marfil homogéneo.



**Ilustración 14.** Puntuación para el atributo de color de las cuajadas ácidas

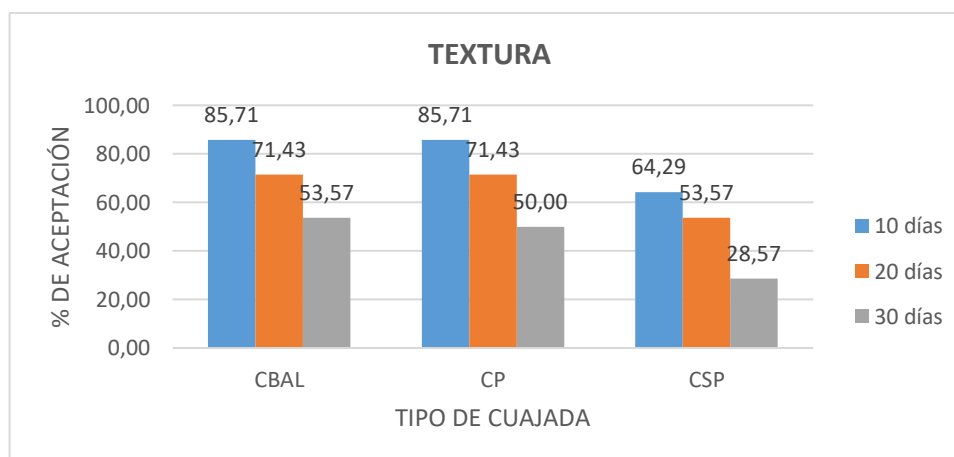
En la ilustración 12 se presenta las puntuaciones otorgadas por los degustadores para el atributo olor de las cuajadas ácidas a los 10, 20 y 30 días de su refrigeración. Las puntuaciones más altas son para los tres tipos de cuajadas a los 10 días de refrigeración y acercándose más a los descriptores: ligeramente ácido láctico, sin olores extraños

Sin embargo, este atributo se vio afectado con el paso del tiempo en las cuajadas ácidas elaboradas con leche pasteurizada sin embargo se vio más notorio en la cuajada acidificada con ácido cítrico elaborada con leche sin pasteurizar.



**Ilustración 15.** Puntuación para el atributo de olor de las cuajadas ácidas

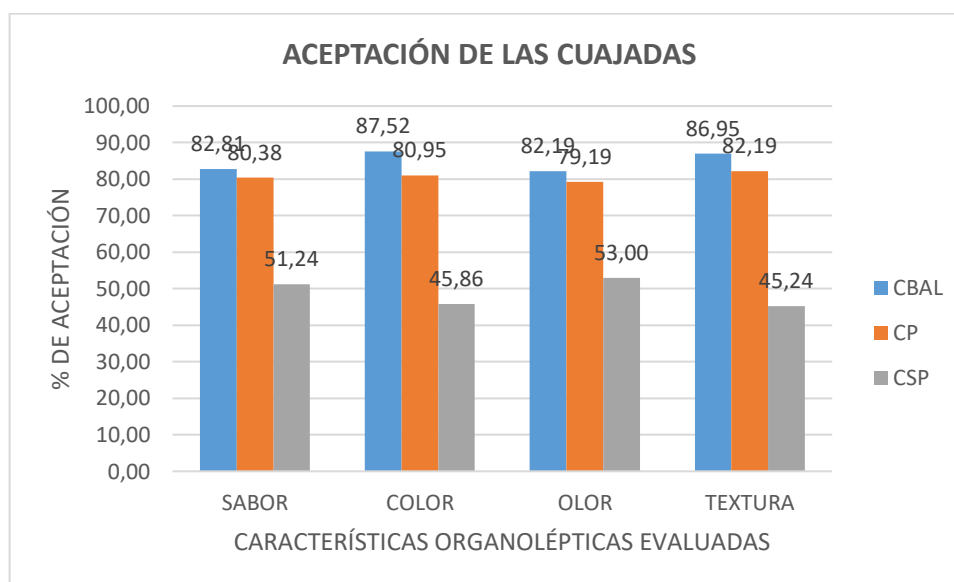
En la ilustración 13 se muestra las puntuaciones dadas por los degustadores para la textura en la cual se destacan también las cuajadas elaboradas con leche pasteurizada, se evidenció el cambio con el paso del tiempo y viéndose más afectada la cuajada elaborada con leche sin pasteurizar.



**Ilustración 16.** Puntuación para el atributo de textura de las cuajadas ácidas

Sobre el uso de cuajadas ácidas con ácido cítrico Vásquez, Centurión y Zuloeta (2009) menciona que estas cuajadas presentan textura relativamente abierta, poco elástica y poco homogénea, debido a que las sales insolubles son transformadas en solubles por acción de los ácidos y se pierden al momento del desuerado.

En la ilustración 11 se muestra la aceptación de los tres tipos de cuajadas ácidas a los 10, 20 y 30 días, teniendo las puntuaciones más altas las obtenidas por la cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas elaboradas con leche pasteurizada, las puntuaciones más bajas son las de la cuajada acidificada con ácido láctico elaborada con leche sin pasteurizar.



**Ilustración 17.** Puntuación para la aceptación de las cuajadas ácidas

## **4.2. CARACTERIZACIÓN DEL QUESO FUNDIDO UNTABLE ELABORADO CON LOS TRES TIPOS DE CUAJADAS ÁCIDAS.**

Los quesos fundidos untables elaborados con incorporación de los tres tipos de cuajada ácida, fueron analizados mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos, siendo los resultados los siguientes:

### **4.2.1. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

Se realizó análisis de Coliformes totales, *Staphylococcus aureus*, mohos y levaduras a los diferentes tratamientos de queso fundido untable, siendo los resultados los siguientes:



**Tabla 18.***Resultados de los análisis microbiológicos de los tratamientos.*

<b>Análisis</b>	<b>Días</b>	<b>Coliformes totales UFC/g</b>	<b>Staphylococcus aureus UFC/g</b>	<b>Mohos UFC/g</b>	<b>Levaduras UFC/g</b>
<b>T1</b>	<b>10</b>	<10	<10	<10	<10
	<b>20</b>	<10	<10	<10	<10
	<b>30</b>	<10	<10	<10	<10
<b>T2</b>	<b>10</b>	<10	<10	<10	<10
	<b>20</b>	<10	<10	<10	<10
	<b>30</b>	<10	<10	<10	<10
<b>T3</b>	<b>10</b>	<10	<10	<10	<10
	<b>20</b>	<10	<10	<10	<10
	<b>30</b>	<10	<10	<10	<10
<b>T4</b>	<b>10</b>	<10	<10	<10	<10
	<b>20</b>	<10	<10	<10	<10
	<b>30</b>	<10	<10	<10	<10
<b>T5</b>	<b>10</b>	<10	<10	<10	<10
	<b>20</b>	<10	<10	<10	<10
	<b>30</b>	<10	<10	<10	<10
<b>T6</b>	<b>10</b>	<10	<10	<10	<10
	<b>20</b>	<10	<10	<10	<10
	<b>30</b>	<10	<10	<10	<10
<b>Límite de control</b>		<b>10</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Este aspecto es decisivo para el éxito de la producción de quesos fundidos ya que con las altas temperaturas se destruye una buena parte de la posible flora bacteriana existente en las materias primas. El contenido de microorganismos depende considerablemente de la temperatura y sales fundentes empleadas (Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 1988).

Las características microbiológicas se mantuvieron estables con características aceptables dentro de la norma mexicana 121-SSA1-1994 y NTE INEN 2613 para quesos fundidos, como se puede observar en la Tabla 4.

#### **4.2.3. VARIABLES FÍSICOQUÍMICOS Y FUNCIONALES**

Se realizó análisis para evaluar las siguientes variables fisicoquímicas y funcionales en el producto final:

##### **4.2.3.1. Viscosidad**

Se analizó la viscosidad con viscosímetro rotacional, en el producto final elaborado con cuajadas ácidas de 10, 20 y 30 días.

###### **4.2.3.1.1. Análisis de varianza de la viscosidad en la primera incorporación**

La primera incorporación de cuajada ácida almacenada 10 días en refrigeración en la elaboración de queso fundido untable proporcionó como resultados los siguientes datos:

**Tabla 19.**

*Análisis de varianza de la viscosidad de queso fundido untable primera incorporación (Centipoise)*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	17	250684,00					
<b>Tratamientos</b>	5	241423,33	48284,67	62,57	3,10	5,32	**
<b>A</b>	2	20402	102948,67	133,40	3,89	6,93	**
<b>B</b>	1	15124	20402	26,44	4,75	9,33	**
<b>AxB</b>	2	9260,67	7562	9,8	3,89	6,93	**
<b>Error</b>	12	9260,67	771,72				

A: Tipo de cuajada, B: % de incorporación. Promedio: 15097,33 Cp CV=0,18%, NS: no significativo, \* significativo al 5%, \*\* significativo al 1%.

FV	Fuentes de variación
GL	Grados de libertad
SC	Suma de cuadrados
CM	Cuadrados medios
FC	F calculada
FT	F tabular

Del análisis de varianza realizado se observa que hay significancia estadística para el factor A (tipo de cuajada), B (porcentaje de incorporación) y la interacción AxB.

Por lo tanto, el valor de la viscosidad depende mayormente de la interacción de estos factores.

Al encontrarse significancia estadística en los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 20).

**Tabla 20.**

*Prueba de Tukey al 5% de significancia para la viscosidad de los quesos fundidos untables primera incorporación (Centipoise)*

Tratamiento	Media	Rango
T4	15285	A
T1	15198,33	B
T2	15127,67	B
T5	15001	C
T3	14991,67	C
T6	14980,33	C

Con la prueba de Tukey se obtuvo que existe significancia estadística. Los mejores tratamientos corresponden a los que registraron una viscosidad más alta. T4 es estadísticamente diferente del resto de tratamientos, ya que está clasificado en el rango A por lo cual, se consideran como mejores la cuajada acidificada con ácido cítrico elaborada con leche pasteurizada y su incorporación a un 30%.

#### 4.2.3.1.2. Análisis de varianza de la viscosidad en la segunda incorporación

La segunda incorporación de cuajada ácida almacenada 20 días en refrigeración, en la elaboración de queso fundido untable proporcionó como resultados los siguientes datos:

**Tabla 21.**

*Análisis de varianza de la viscosidad de queso fundido untable segunda incorporación (Centipoise)*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	17	390902,5	77777,03				
<b>Tratamientos</b>	5	388885,33	58376,17	462,65	3,10	5,32	**
<b>A</b>	2	116752,33	137812,5	347,25	3,89	6,93	**
<b>B</b>	1	137812,5	67160,17	819,77	4,75	9,33	**
<b>AxB</b>	2	134320,33	168,11	399,5	3,89	6,93	**
<b>Error</b>	12	2017,33					

A: Tipo de cuajada, B: % de incorporación. Promedio: 15158,17Cp CV=0,09%. NS: no significativo, \* significativo al 5%, \*\* significativo al 1%.

Del análisis de varianza realizado se observa que hay significancia estadística para el factor A (tipo de cuajada), B (porcentaje de incorporación) y la interacción AxB. Por lo tanto, el valor de la viscosidad depende mayormente de la interacción de estos factores.

Al encontrarse significancia estadística en los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 22).

**Tabla 22.**

*Prueba de Tukey al 5% de significancia para la viscosidad de los quesos fundidos untables segunda incorporación (Centipoise)*

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
<b>T2</b>	15391	A
<b>T4</b>	15249,33	B
<b>T1</b>	15234	B
<b>T6</b>	15096	C
<b>T3</b>	15002	D
<b>T5</b>	14976	D

Con la prueba de Tukey se obtuvo que existe significancia estadística. Los mejores tratamientos corresponden a los que registraron una viscosidad más alta, T2 es estadísticamente diferente del resto de tratamientos, ya que está clasificado en el rango A por lo cual, se consideran como mejores la cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas y su incorporación a un 30%.

#### 4.2.3.1.3. Análisis de varianza de la viscosidad en la tercera incorporación

La primera incorporación de cuajada ácida almacenada 30 días en refrigeración en la elaboración de queso fundido untable proporcionó como resultados los siguientes datos:

**Tabla 23.**

*Análisis de varianza de la viscosidad de queso fundido untable tercera incorporación (Centipoise)*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	17	1538282,5					
<b>Tratamientos</b>	5	916050,5	183210,10	3,53	3,10	5,32	**
<b>A</b>	2	661130,33	330565,17	6,38	3,89	6,93	**
<b>B</b>	1	2,72	2,72	5,2E-05	4,75	9,33	NS
<b>AxB</b>	2	254917,44	127458,72	2,46	3,89	6,93	NS
<b>Error</b>	12	622232	51852,67				

A: Tipo de cuajada, B: % de incorporación. Promedio: 15194,7222Cp CV=1,5%, NS: no significativo, \* significativo al 5%, \*\* significativo al 1%.

Del análisis de varianza realizado se observa que hay significancia estadística para el factor A (tipo de cuajada) por lo que, si afectó al valor final de la viscosidad, mientras que para el factor B y la interacción de los factores AxB no se acepta la hipótesis nula; es decir el porcentaje de cuajada en la tercera incorporación no afectó a la viscosidad del queso fundido untable. El coeficiente de variación indicó que la viscosidad de queso fundido untable varió un 1,5%

Al encontrarse significancia estadística en los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 24).

**Tabla 24.**

*Prueba de Tukey al 5% de significancia para la viscosidad de los quesos fundidos untables tercera incorporación (Centipoise)*

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
<b>T4</b>	15461,33	A
<b>T6</b>	15366,00	A B
<b>T1</b>	15298,33	A B
<b>T3</b>	15194,00	A B
<b>T5</b>	15101,33	A B
<b>T2</b>	14764	B

Con la prueba de Tukey se obtuvo que existe significancia estadística. Los mejores tratamientos corresponden a los que registraron una viscosidad más alta. T4 es estadísticamente diferente del resto de tratamientos, ya que está clasificado en el rango A por lo cual, se consideran como mejores la cuajada ácida 1 y su incorporación a un 30%.

En general se observa que los tratamientos en los que se incorporó un 30% de cuajada tienen mayores valores de viscosidad que aquellos en los que se incorporó solo el 20%.

Los resultados obtenidos concuerdan con los resultados de la investigación de Villalta & Vargas (2003), en el cual obtiene viscosidades entre 11360 – 16613 Cp y Ruíz (2007), en la cual aplica 2,5% de sales fundentes y obtiene un queso procesado untable con valores de viscosidad entre 10680 – 17690 Cp.

#### **4.2.3.2. pH**

Se evaluó el pH en todos los tratamientos con cuajada refrigerada 10,20 y 30 días con un potenciómetro.



#### 4.2.3.2.1. Análisis de varianza del pH en la primera incorporación.

La primera incorporación de cuajada ácida almacenada 10 días en refrigeración en la elaboración de queso fundido untable proporcionó como resultados los siguientes datos:

**Tabla 25.**

*Análisis de varianza de pH de queso fundido untable primera incorporación*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	17	0,23					
<b>Tratamientos</b>	5	0,22	0,04	40,84	3,10	5,32	**
<b>A</b>	2	0,14	0,07	66,78	3,89	6,93	**
<b>B</b>	1	0,06	0,06	53,69	4,75	9,33	**
<b>AxB</b>	2	0,02	0,01	8,48	3,89	6,93	**
<b>Error</b>	12	0,01	1E.03				

A: Tipo de cuajada, B: % de incorporación. Promedio: 6,19611111 CV=0,52%, NS: no significativo, \* significativo al 5%, \*\* significativo al 1%.

Del análisis de varianza realizado se observa que hay significancia estadística para el factor A (tipo de cuajada), B (porcentaje de incorporación) y la interacción AxB, se acepta la hipótesis alterna; es decir, tanto el tipo de cuajada como el porcentaje de incorporación afectan al pH del queso fundido untable.

Al encontrarse significancia estadística en los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 26).

**Tabla 26.**

*Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH de los quesos fundidos untables primera incorporación*

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
<b>T1</b>	6,33	A
<b>T4</b>	6,31	A B
<b>T5</b>	6,24	B C
<b>T3</b>	6,19	C
<b>T2</b>	6,08	D
<b>T6</b>	6,04	D

Con la prueba de Tukey se obtuvo que existe significancia estadística. Los mejores tratamientos corresponden a los que registraron una viscosidad más alta. T1 es estadísticamente diferente del resto de tratamientos, ya que está clasificado en el rango A por lo cual, se consideran como mejores la cuajada ácida 1 y su incorporación a un 20%.

#### 4.2.3.2.2. Análisis de varianza del pH en la segunda incorporación

La segunda incorporación de cuajada ácida almacenada 20 días en refrigeración en la elaboración de queso fundido untable proporcionó como resultados los siguientes datos:

**Tabla 27.***Análisis de varianza de pH de queso fundido untable segunda incorporación*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	17	0,18					
<b>Tratamientos</b>	5	0,14	0,03	7,82	3,10	5,32	**
<b>A</b>	2	0,06	0,03	8,25	3,89	6,93	**
<b>B</b>	1	2,0E-03	2,0E-03	0,58	4,75	9,33	NS
<b>AxB</b>	2	0,08	0,04	11,00	3,89	6,93	**
<b>Error</b>	12	0,04	3,5E-03				

A: Tipo de cuajada, B: % de incorporación. Promedio: 5,92, CV=0,99%, NS: no significativo, \* significativo al 5%, \*\* significativo al 1%.

Del análisis de varianza, se acepta la hipótesis nula para el factor B, por lo que el porcentaje de incorporación de la cuajada almacenada en refrigeración 20 días no afectó al pH del queso procesado untable, para el factor A y para la interacción AxB se determinó una significancia estadística, el tipo de cuajada ácida si afectó al valor de pH final. El coeficiente de variación indicó que el pH de los quesos fundidos untables varió un 0,99%. Al encontrarse significancia estadística en los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 28).

**Tabla 28.**

*Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH de los quesos fundidos untables segunda incorporación*

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
<b>T3</b>	6,03	A
<b>T5</b>	5,97	A B
<b>T2</b>	5,93	A B
<b>T4</b>	5,90	A B C
<b>T6</b>	5,86	B C
<b>T1</b>	5,76	C

Con la prueba de Tukey se obtuvo que existe significancia estadística. T3 es estadísticamente diferente del resto de tratamientos, ya que está clasificado en el rango A, sin embargo, no se considera el mejor tratamiento debido a que no se encuentra en los rangos que establecen (Bylund,2003; Meyer, 2014; Erazo, 2012); por lo que se acepta como mejores tratamientos a los siguientes estadísticamente iguales que son las incorporaciones de cuajada acidificada con bacterias acidolácticas en porcentajes del 20 y 30% respectivamente.

#### 4.2.3.2.3. Análisis de varianza del pH en la tercera incorporación

La tercera incorporación de cuajada ácida almacenada 30 días en refrigeración en la elaboración de queso fundido untable proporcionó como resultados los siguientes datos:

**Tabla 29.***Análisis de varianza de pH de queso fundido untable tercera incorporación*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	17	1,09					
<b>Tratamientos</b>	5	0,90	0,18	11,59	3,10	5,32	**
<b>A</b>	2	0,81	0,40	26,05	3,89	6,93	**
<b>B</b>	1	0,03	0,03	1,80	4,75	9,33	NS
<b>AxB</b>	2	0,06	0,03	2,02	3,89	6,93	NS
<b>Error</b>	12	0,19	0,02				

A: Tipo de cuajada, B: % de incorporación. Promedio: 5,88 CV=2,12%. NS: no significativo, \* significativo al 5%, \*\* significativo al 1%.

Según el análisis de varianza se observa que no existe significancia para el factor B y la interacción AxB, y se acepta la hipótesis nula para el porcentaje de incorporación de cuajadas ácidas; es decir; este factor no afectó a los valores de pH de los tratamientos. Para el factor A determinó significancia estadística, el tipo de cuajada si afectó al valor final de pH. El coeficiente de variación es de 2,12%

Al encontrarse significancia estadística en los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 30).

**Tabla 30.**

*Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH de los quesos fundidos untables tercera incorporación*

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
<b>T5</b>	6,28	A
<b>T2</b>	6,08	A B
<b>T3</b>	5,88	B C
<b>T6</b>	5,76	B C
<b>T4</b>	5,71	C
<b>T1</b>	5,63	C

Con la prueba de Tukey se obtuvo que existe significancia estadística. T5 es estadísticamente diferente del resto de tratamientos, ya que está clasificado en el rango A por lo cual, se consideran como mejores la cuajada ácida acidificada con bacterias ácido lácticas y su incorporación de 20%.

Cerníkova, Nikolaos, Kozackova, Behalova y Bunka (2016) mencionan que la disminución del pH también se da en los quesos fundidos untables y se debe a la hidrólisis de los difosfatos y polifosfatos durante el almacenamiento, así como a posibles cambios en la disociación de sales y otros compuestos presentes.

#### **4.2.3.3. Humedad**

Se expresó la humedad en porcentaje de humedad en base húmeda, y se evaluó en todos los tratamientos con cuajada ácida refrigerada 10,20 y 30 días

##### **4.2.3.3.1. Análisis de varianza de la humedad en la primera incorporación**

La primera incorporación de cuajada ácida almacenada 10 días en refrigeración en la elaboración de queso fundido untable proporcionó como resultados los siguientes datos:

**Tabla 31.***Análisis de varianza de humedad del queso fundido untable primera incorporación (%)*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	17	8,28					
<b>Tratamientos</b>	5	7,44	1,49	21,37	3,10	5,32	**
<b>A</b>	2	7,23	3,61	51,88	3,89	6,93	**
<b>B</b>	1	0,04	0,04	0,63	4,75	9,33	NS
<b>AxB</b>	2	0,17	0,09	1,23	3,89	6,93	NS
<b>Error</b>	12	0,84	0,07				

A: Tipo de cuajada, B: % de incorporación. Promedio: 64,99 CV=0,41%. NS: no significativo, \* significativo al 5%, \*\* significativo al 1%.

Del análisis de varianza se acepta la hipótesis nula para el factor B y la interacción AxB, el porcentaje de cuajada ácida almacenada en refrigeración 10 días no afectó a la humedad del queso fundido untable, para el factor A se determinó una significancia estadística. El coeficiente de variación mostró que la humedad de los quesos fundidos untables varió un 0,41%. Al encontrarse significancia estadística en los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 32).

**Tabla 32.***Prueba de Tukey al 5% de significancia para la humedad de los quesos fundidos untables primera incorporación (%)*

Tratamiento	Media	Rango
<b>T3</b>	65,85	A
<b>T6</b>	65,84	A
<b>T2</b>	64,87	B
<b>T5</b>	64,79	B C
<b>T1</b>	64,50	B C
<b>T4</b>	64,13	C

Con la prueba de Tukey se determinó que existe significancia estadística. Los tratamientos T3 y T6 que son estadísticamente iguales, sin embargo, sus porcentajes de humedad en la primera incorporación no cumplen con lo establecido por (Villegas de Gante, 2004; NTE INEN 2613; NOM 121- SSA1-1994), por lo que se toma como mejores tratamientos al T2 y T5.

#### 4.2.3.3.2. Análisis de varianza de la humedad en la segunda incorporación

La segunda incorporación de cuajada ácida almacenada 20 días en refrigeración en la elaboración de queso fundido untable proporcionó como resultados los siguientes datos:

**Tabla 33.**

*Análisis de varianza de humedad del queso fundido untable segunda incorporación (%)*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	17	7,38					
<b>Tratamientos</b>	5	5,50	1,10	7,03	3,10	5,32	**
<b>A</b>	2	3,61	1,81	11,54	3,89	6,93	**
<b>B</b>	1	0,68	0,68	4,33	4,75	9,33	NS
<b>AxB</b>	2	1,21	0,61	3,88	3,89	6,93	NS
<b>Error</b>	12	1,88	0,16				

A: Tipo de cuajada, B: % de incorporación. Promedio: 64,00 CV=0,62%, NS: no significativo, \* significativo al 5%, \*\* significativo al 1%.

Para el factor B y la interacción AxB se acepta la hipótesis nula por lo que estos dos factores no afectan a los valores finales de la humedad en la segunda incorporación, para el factor A se determinó una significancia estadística, el tipo de cuajada afectó el valor de la humedad final. El coeficiente de variación mostró que la humedad de los quesos fundidos untables varió en un 0,62%.



Al encontrarse significancia estadística en los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 34).

**Tabla 34.**

*Prueba de Tukey al 5% de significancia para la humedad de los quesos fundidos untables segunda incorporación (%)*

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
<b>T6</b>	64,63	A
<b>T5</b>	64,35	A
<b>T3</b>	64,30	A
<b>T1</b>	63,82	A B
<b>T2</b>	63,74	A B
<b>T4</b>	62,94	B

Según la prueba de Tukey se obtuvo que existe significancia estadística. Los tratamientos T6, T5 y T3 son estadísticamente iguales y están bajo los rangos de humedad determinados por (Villegas de Gante, 2004; NTE INEN 2613; NOM 121-SSA1-1994).

#### 4.2.3.3.3. Análisis de varianza de humedad en la tercera incorporación

La tercera incorporación de cuajada ácida almacenada 30 días en refrigeración en la elaboración de queso fundido untable proporcionó como resultados los siguientes datos:

**Tabla 35.***Análisis de varianza de humedad del queso fundido untable tercera incorporación (%)*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		
					0,05	0,01	
<b>Total</b>	17	7,12					
<b>Tratamientos</b>	5	6,28	1,26	17,80	3,10	5,32	**
<b>A</b>	2	4,17	2,08	29,55	3,89	6,93	**
<b>B</b>	1	0,11	0,11	1,57	4,75	9,33	NS
<b>AxB</b>	2	2,00	1,00	14,16	3,89	6,93	**
<b>Error</b>	12	0,85	0,07				

A: Tipo de cuajada, B: % de incorporación. NS: no significativo, \* significativo al 5%, \*\* significativo al 1%.

Promedio: 63,12 CV=0,42%

Para el factor B se acepta la hipótesis nula, el porcentaje de incorporación de cuajada ácida almacenada en refrigeración 30 días no afecta a los valores de humedad final del queso fundido untable, para el factor A y la interacción de los factores AxB, se determinó significancia estadística por lo que afectan al valor final de humedad. El coeficiente de variación mostró que la humedad varió un 0,42%.

Al encontrarse significancia estadística en los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 36).

**Tabla 36.**

*Prueba de Tukey al 5% de significancia para la humedad de los quesos fundidos untables tercera incorporación (%)*

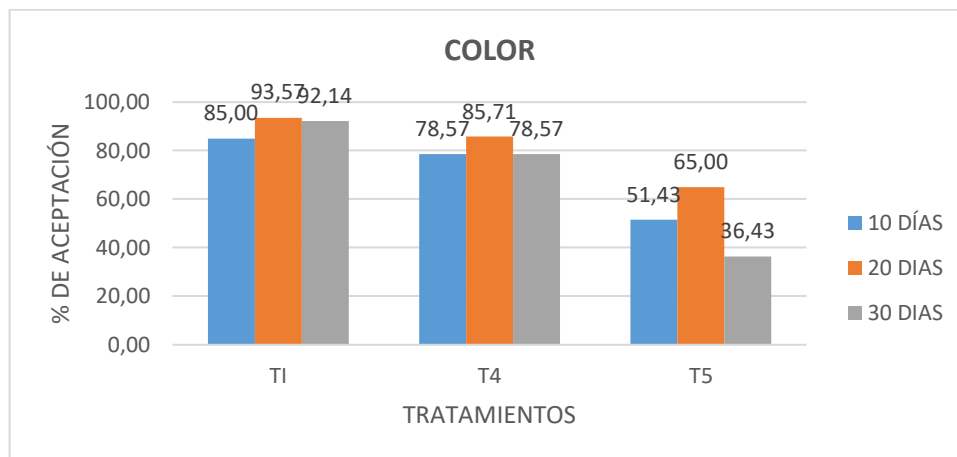
<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
<b>T6</b>	64,12	A
<b>T3</b>	63,34	B
<b>T5</b>	63,33	B
<b>T1</b>	62,93	B
<b>T2</b>	62,84	B C
<b>T4</b>	62,18	C

Con la prueba de Tukey se obtuvo que existe significancia estadística. T6 es estadísticamente diferente a los demás tratamientos y se encuentra en los rangos determinados por (Villegas de Gante, 2004; NTE INEN 2613; NOM 121- SSA1-1994).

#### **4.2.4. ANÁLISIS SENSORIAL**

Se evaluó las características sensoriales de las incorporaciones de cuajada acida refrigerada 10, 20 y 30 días en la elaboración de queso fundido untable, mediante un panel de degustación no entrenado de diez participantes, las características evaluadas fueron color, olor, sabor, textura y aceptación. Los resultados fueron analizados mediante la comparación entre chi cuadrado ( $X^2$ ) calculado y tabulado al 0.05 de nivel de significancia.

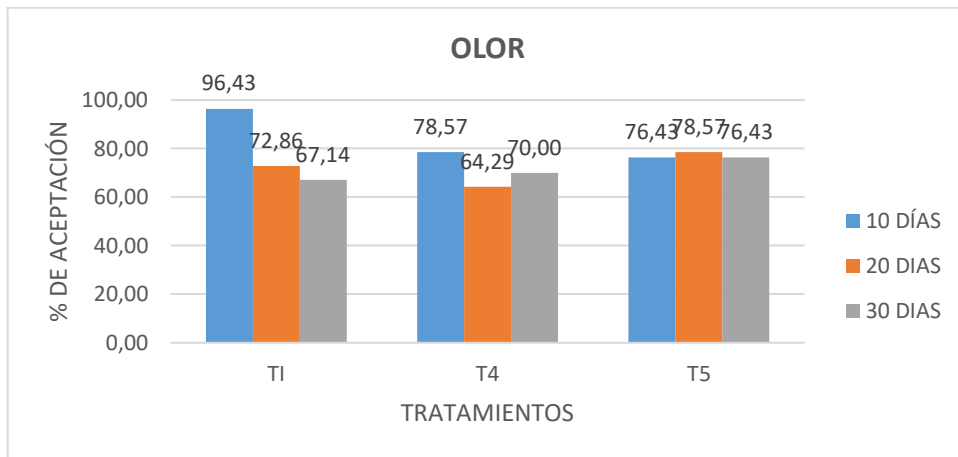
Las puntuaciones para cada característica se ilustran a continuación:



**Ilustración 18.** Puntuación para el atributo de color de los mejores tratamientos de queso fundido untable

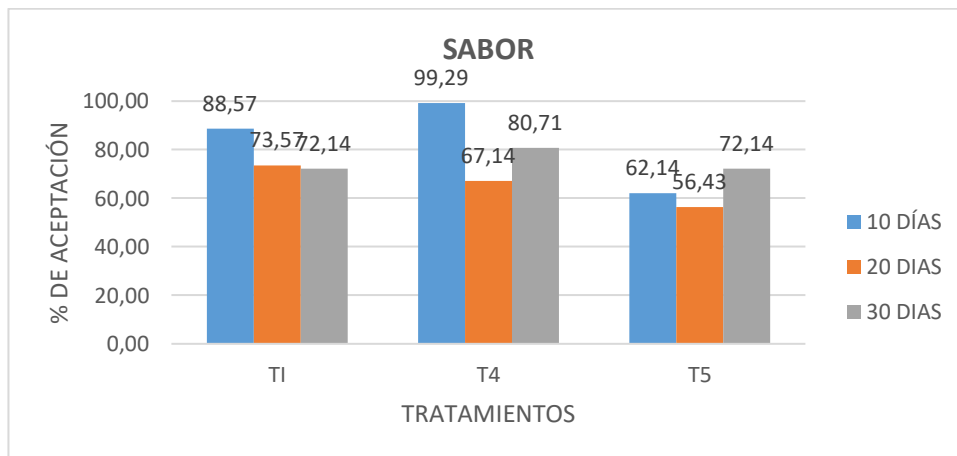
En la ilustración 18 se presenta las puntuaciones otorgadas por los degustadores para el atributo color del queso fundido untable elaborado con cuajadas ácidas de 10, 20 y 30 días. Las puntuaciones más altas son para el Tratamiento 1 y Tratamiento 4, acercándose más a los descriptores: característico del tipo de queso con el que se elabora, en el caso del queso holandés se caracteriza por su color crema amarillento por lo que impartirá el mismo al queso fundido.

Según Alayo Briones (2018), el color debe ser blanco o ligeramente amarillento, siendo este el resultado de la mezcla de quesos empleados en la elaboración de los quesos fundidos.



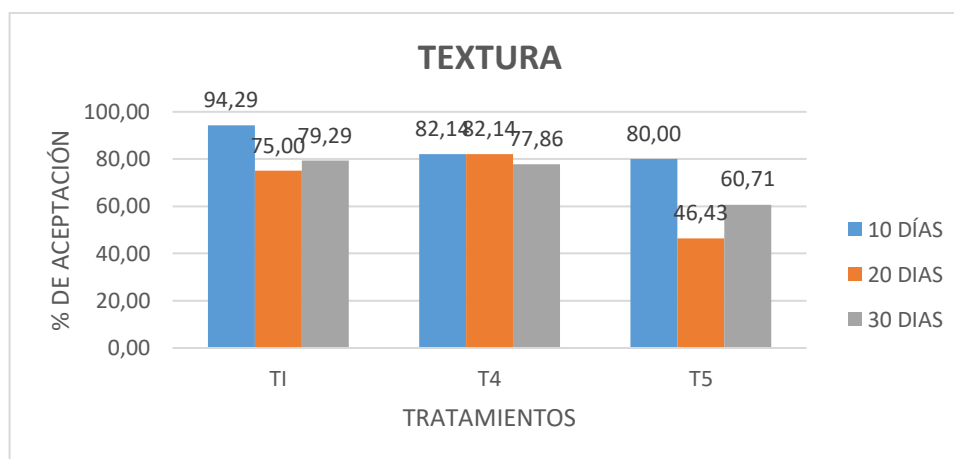
**Ilustración 19.** Puntuación para el atributo de olor de los mejores tratamientos de queso fundido unttable

En la ilustración 19 se presenta las puntuaciones otorgadas por los degustadores para el atributo olor del queso fundido unttable elaborado con cuajadas ácidas de 10, 20 y 30 días. No existiendo diferencias mayores en ninguno de los mejores tratamientos y acercándose más a los descriptores: láctico acidificado medianamente, agradable, característico y sin presencia de olores extraños, como lo menciona Alayo Briones (2018), en la cual determina que el olor es característico de los quesos usados en su elaboración tendiendo a ser ligeramente ácido.



**Ilustración 20.** Puntuación para el atributo de sabor de los mejores tratamientos de queso fundido unttable

En la ilustración 20 se presenta las puntuaciones otorgadas por los degustadores para el atributo sabor del queso fundido untable elaborado con cuajadas ácidas 10, 20 y 30 días. Acercándose más a los descriptores: láctico acidificado ligeramente, agradable, característico y sin presencia de sabores extraños, concordando así con lo investigado por Alayo Briones (2018), la cual determina que el sabor es ligeramente ácido.



**Ilustración 21.** Puntuación para el atributo de textura de los mejores tratamientos de queso fundido untable

En la ilustración 21 se presenta las puntuaciones otorgadas por los degustadores para el atributo textura del queso fundido untable elaborado con cuajadas ácidas de 10, 20 y 30 días. Acercándose más a los descriptores: untuosa, de fácil untabilidad, sin características harinosas, con cristales o partículas sólidas, de fácil disolución en la boca, concordando con Alayo Briones (2018), teniendo así una textura uniforme, blanda, untable y sin cortezas o partículas sólidas.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Una vez realizado el análisis de los resultados se llegó a las siguientes conclusiones:

- Debido a los cambios bioquímicos producidos en los días de refrigeración, especialmente por la proteólisis de las cuajadas ácidas elaboradas con leche sin pasteurizar se concluye que las materias primas empleadas influyen en las características organolépticas y nos permite asegurar y garantizar la calidad del producto final.
- Las cuajadas acidificadas elaboradas con leche pasteurizada permiten su almacenamiento hasta 20 días en refrigeración a 4°C, hasta este tiempo sus características microbiológicas y fisicoquímicas cumplen con la Norma Mexicana 121-SSA1-1994 y tienen características organolépticas aceptables; además de dar como resultado un producto con buena viscosidad, untabilidad, sabor, color y un olor característico de este tipo de productos.

- En función a los análisis estadísticos realizados, los factores estudiados si afectan las características funcionales y organolépticas del queso fundido untable concluyendo así que se acepta la hipótesis alternativa para las tres incorporaciones de cada cuajada.
- Una vez realizado el análisis sensorial del queso fundido untable se encontró que los tratamientos **T1** (cuajada acidificada con ácido cítrico elaborada con leche pasteurizada-20%), **T4**(cuajada acidificada con ácido cítrico elaborada con leche pasteurizada-30%) y **T5** (cuajada acidificada con bacterias ácido lácticas elaborada con leche pasteurizada-20%), presentaron mejores resultados organolépticos según el panel de degustación por lo que se concluye que el queso fundido untable elaborado a partir de cuajadas provenientes de leche pasteurizada, cumple con las características deseadas en cuanto a los parámetros fisicoquímicos, organolépticos y sensoriales.
- La elaboración de este tipo de quesos es una alternativa de reutilizar productos de buena calidad, pero sin salida comercial, restituyendo así la cadena productiva y generando mayores ingresos a las industrias.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

En base a la investigación realizada, se presentan las siguientes recomendaciones:

- El estudio de la adición de algunos porcentajes de cloruro de sodio en la elaboración de las cuajadas ácidas, con el fin de aminorar los efectos ocasionados por la proteólisis.
- Para una mejor conservación se recomienda el estudio de la congelación como almacenamiento de las cuajadas ácidas refrigeradas para su posterior uso en la elaboración de queso procesado untable.
- Sería importante analizar el estudio de los parámetros de proceso para el diseño de un equipo adecuado para la elaboración de quesos procesados a menor escala.
- Se debería incluir en la norma Inen, rangos de viscosidad de acuerdo a los distintos porcentajes sales fundentes.



- Elaborar una norma Inen para este tipo de quesos específicamente ya que no existe una norma para quesos fundidos untables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bejarano Toro, E., Sepúlveda Valencia, J., & Restrepo Molina, D. (2016). Caracterización de un queso procesado untable elaborado a partir de queso fresco (quesito antioqueño). *Revista Facultad de Agronomía UNAL*, 1-8.
- Bylund, G. (2003). *Manual de industrias lácteas*. Suecia: Tetra Pak Hispania S.A.
- Carić, M., & Kaláb, M. (1987). Processed cheese products. En M. Carić, & M. K., *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (págs. 467-501). Ontario: Elsevier Applied Science Publishers Ltd.
- Cerníkova, Nokolaos, Kozackova, Behalova, & Bunka. (2016). The effect of selected processing parameters on viscoelastic properties of model processed cheese spreads. *Dairy Journal*.
- Chen, & Liu. (2012). *Effect of emulsifying salts on the physicochemical properties of processed chesse mad from Mozzarella*. Tianjln: American Dayri Science Association.
- Erazo, L. (2012). *Elaboración de queso fundido untable tipo cheddar en Industria Lechera Carchi S.A.* Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Escoda, & Bracho. (1979). Proteólisis y lipólisis en el queso blanco. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 559-564.
- Fox, P. E. (2000). *Fundamentals of Cheese Science*. Springer Science & Business Media.
- Gouda, A., & Abou El-Nour, A. (2003). En S. C. University, *Processed Cheese* (pág. 8). Ismalia Egypto: Elsevier Science.

- Guerrero Ramos , C., Salas Valerio, W., & Baldeón Chamorro, E. (2015). Evaluación instrumental de la textura del queso elaborado con suero concentrado por ultrafiltración. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 3.
- Guinee. (2009). *The role of dairy ingredients in precessed cheese products*. Ireland: Moorepark Food Research Centre.
- Guinee, Kaláb, & Carić. (2004). *Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese products*. Elsevier.
- Guinee, T. P. (2002). The functionality of cheese as an ingredient: A review. *Australian Journal of Dairy Technology*, 79.
- Gupta, Karahadian, & Lindsay. (1984). Effect of emulsifyer salts on textural and flavor roperties of processed cheeses. *Journal Dairy Science*, 764-778.
- Instituto de Ciencia y Tecnologia de Alimentos. (1988). *Elaboración de quesos*. Bogotá: Universidad de Colombia.
- López , & Noboa. (2009). Efecto de dos niveles de grasa sobre la vida útil sensorial del queso campesino. *Revista de la Facultad de medicina veterinaria y de zootecnia de la Universidad de Colombia*, 56:32-40.
- López , S., & Serrano, M. (1992). *Aprovechamiento de los quesos retirados de los centros de consumo por caducidad en la elaboración de nuevos productos*. Mexico D. F.: Instituto Politécnico Nacional.
- McSweeney. (2007). *Cheese problems solved*. Inglaterra: Wood head publishing.
- Mercanti, Wolf, Mainardi, Candioti, & Zalazar. (2004). Influencia del contenido de grasa y otras variedades sobre la capacidad de fusión del queso Argentino. *Programa de lactología industrial*, 55(3) 296-302.
- Meyer, M. (2014). *Elaboración de productos lácteos*. México: Trillas.
- Normalización, I. N. (1999). *Norma Oficial Chilena para queso Gouda*. Chile: Instituto Nacional de Normalización.

- Normas, D. G. (1970). *NMX-F-092-1970 Calidad para quesos procesados*. México: Dirección de normas.
- Ruíz, A. (2007). *Aplicación de Hidrocoloides en queso procesado untable*. Chile: Universidad Austral de Chile.
- Ruíz, V. (2007). *Aplicación de Hidrocoloides en queso procesado untable*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Sádlíková, I., Bunka, F., Budinský, P., Barbora, V., Pavlínek, V., & Hoza, I. (2010). *The effect of selected phosphate emulsifying salts on viscoelastic properties of processed cheese*. Czech Republic: Elsevier.
- Vásquez, c, Centurión, & Zuloeta. (2009). Comparativo de tres coagulantes de queso fresco. *Revista Pueblo continente*, 400-408.
- Villalta, H., & Vargas, R. (2003). *Estudio de factibilidad del queso procesado untable*. Honduras: Zamorano.
- Villegas de Gante , A. (2004). *Tecnología Quesera*. México: Editorial Trillas.

## **ANEXOS**

## ANEXO A

### ANEXO A. Determinación de humedad de cuajada y queso fundido

Encerar la lámpara infrarroja
Poner en una bandeja de aluminio aproximadamente de 2 a 3 gramos de muestra
Presionar la opción que deseamos ya sea de solidos totales o de agua evaporada en %.
Presionar start
Esperar hasta que la luz parpadee
Anotar el porcentaje.

## ANEXO B

### ANEXO B. Determinación de pH de cuajada y queso fundido

Revisar que el pH-metro esté calibrado y en buenas condiciones
Lavar con agua destilada el electrodo del pH-metro
Encender el pH-metro
Introducir el electrodo en la muestra de cuajada o queso procesado y tomar la lectura
Apagar el pH-metro y lavar con agua destilada
Guardar el electrodo en el capuchón, el cual deberá contener una solución de cloruro de potasio 3M

## ANEXO C

### ANEXO C. Determinación de grasa de cuajada y queso fundido

Preparación de la muestra
Tomar una muestra representativa de 3gr de la cuajada o del queso procesado untable
Colocar la muestra en el vaso pesa muestras del butirómetro Gerber
Colocar el tampón de goma y en vaso con su contenido en el butirómetro.
Verter ácido sulfúrico por el extremo abierto hasta que alcance las 2/3 partes de la cámara del butirómetro, cubriendo todo el queso.
Sumergir el butirómetro dentro del baño María a $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 5 minutos.
Retirar el butirómetro y agitar enérgicamente durante 10 segundos, repetir las operaciones de calentamiento y agitación hasta conseguir una completa disolución de las proteínas.
Añadir 1cm <sup>3</sup> de alcohol isoamílico, cuidando de no humedecer el cuello del butirómetro, cerrarlo y agitar.
De ser necesario añadir más ácido sulfúrico hasta 5mm por debajo de la parte más alta de la escala graduada.
Cerrar firmemente y agitarlo hasta que su contenido se mezcle bien, invirtiendo lentamente el butirómetro dos o tres veces, hasta que las partículas sólidas desaparezcan.

Colocar el butirómetro con su tapa hacia abajo, en baño María a 65°C durante un tiempo no menor de 3 minutos ni mayor a 10 minutos, cuidando que la columna de grasa quede sumergida completamente en agua.

Inmediatamente, mezclar y centrifugar el butirómetro con su tapa colocada hacia afuera, una vez que la centrífuga alcanza la velocidad necesaria, centrifugar durante 5 ó 6 minutos

Retirar el butirómetro de la centrífuga y colocarlo con la tapa hacia abajo en el baño María durante 3 a 10 minutos, manteniendo la columna de grasa sumergida completamente.

Sacar el butirómetro del baño María y tomar lectura de los resultados.



## ANEXO D

**ANEXO D. Datos experimentales de pH del queso procesado untable con cuajada ácida con 10 días de refrigeración.**

pH	REPETICIONES			$\Sigma$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T1	6,35	6,34	6,3	18,99	6,33
T2	6,05	6,11	6,07	18,23	6,08
T3	6,23	6,18	6,15	18,56	6,19
T4	6,33	6,29	6,3	18,92	6,31
T5	6,24	6,2	6,28	18,72	6,24
T6	6	6,06	6,05	18,11	6,04

## ANEXO E

**ANEXO E. Datos experimentales de pH del queso procesado untable con cuajada ácida con 20 días de refrigeración.**

pH	REPETICIONES			$\Sigma$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T1	5,88	5,67	5,72	17,27	5,76
T2	5,97	5,94	6	17,91	5,97
T3	6,06	6,03	6	18,09	6,03
T4	5,94	5,9	5,87	17,71	5,90
T5	5,91	5,98	6,03	17,92	5,97
T6	5,89	5,82	5,87	17,58	5,86

## ANEXO F

### ANEXO F. Datos experimentales de pH del queso procesado untable con cuajada ácida con 30 días de refrigeración

pH	REPETICIONES			$\Sigma$	$\bar{x}$
	I	II	III		
<b>T1</b>	5,83	5,48	5,59	16,9	5,63
<b>T2</b>	6,05	6,11	6,07	18,23	6,08
<b>T3</b>	5,85	5,95	5,83	17,63	5,88
<b>T4</b>	5,6	5,64	5,9	17,14	5,71
<b>T5</b>	6,24	6,2	6,19	18,63	6,21
<b>T6</b>	5,62	5,78	5,89	17,29	5,76

## ANEXO G

### ANEXO G. Datos experimentales de humedad de queso procesado untable con cuajada refrigerada 10 días

Humedad	REPETICIONES			$\Sigma$	$\bar{x}$
	I	II	III		
<b>T1</b>	64,3	64,98	64,23	193,51	64,50
<b>T2</b>	64,86	65,1	64,65	194,61	64,87
<b>T3</b>	65,89	65,65	66	197,54	65,85
<b>T4</b>	64,15	63,93	64,32	192,4	64,13
<b>T5</b>	64,58	65,06	64,73	194,37	64,79
<b>T6</b>	65,59	66,1	65,83	197,52	65,84

## ANEXO H

### ANEXO H. Datos experimentales de humedad de queso procesado untable con cuajada refrigerada 20 días

Humedad	REPETICIONES			$\Sigma$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T1	63,58	64,19	63,69	191,46	63,82
T2	64,01	63,63	63,27	190,91	63,64
T3	64,54	64,39	63,98	192,91	64,30
T4	62,98	63,09	62,75	188,82	62,94
T5	64,2	63,96	64,89	193,05	64,35
T6	64,94	65,09	64,98	195,01	65,00

## ANEXO I

### ANEXO I. Datos experimentales de humedad de queso procesado untable con cuajada refrigerada 30 días

Humedad	REPETICIONES			$\Sigma$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T1	62,89	63,05	62,85	188,79	62,93
T2	62,78	63,04	62,69	188,51	62,84
T3	63,76	63,34	62,93	190,03	63,34
T4	62,23	62,33	61,97	186,53	62,18
T5	63,21	63,37	63,4	189,98	63,33
T6	64,45	64,23	63,67	192,35	64,12

## ANEXO J

### ANEXO J. Datos experimentales de humedad de queso procesado untable con cuajada refrigerada 30 días

Viscosidad	REPETICIONES			$\Sigma$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T1	15190	15205	15200	45595	15198,3333
T2	15115	15133	15135	45383	15127,6667
T3	14987	14967	15021	44975	14991,6667
T4	15312	15224	15319	45855	15285
T5	14992	15013	14998	45003	15001
T6	14949	15003	14989	44941	14980,3333

## ANEXO K

### ANEXO K. Datos experimentales de viscosidad de queso procesado untable con cuajada refrigerada 20 días

Viscosidad	REPETICIONES			$\Sigma$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T1	15206	15254	15242	45702	15234
T2	15393	15402	15378	46173	15391
T3	14997	15007	15002	45006	15002
T4	15243	15256	15249	45748	15249,3333
T5	14967	14972	14989	44928	14976
T6	15102	15090	15098	45290	15096,6667

## ANEXO L

ANEXO L. Datos experimentales de viscosidad de queso procesado untable con cuajada refrigerada 30 días

Viscosidad	REPETICIONES			$\Sigma$	$\bar{x}$	
	I	II	III			
T1		15232	15342	15321	45895	15298,3333
T2		15404	14456	14432	44292	14764
T3		15189	15192	15201	45582	15194
T4		15463	15454	15467	46384	15461,3333
T5		15115	15089	15100	45304	15101,3333
T6		15322	15354	15372	46048	15349,3333

## ANEXO M

### ANEXO M. Hoja de catación para los mejores tratamientos

Buenos días/tardes,

La siguiente catación tiene como finalidad evaluar las características sensoriales de los 3 mejores tratamientos de Queso procesado untable, elaborado con cuajadas ácidas con 10, 20 y 30 días de refrigeración.

Por favor, ¿sería tan amable de contestar el siguiente cuestionario?

#### Instrucciones:

Entre muestra y muestra hay que dejar un tiempo de descanso, cambiar de sabor con galleta o fruta, enjuagarse la boca con agua y seguir con la siguiente muestra.

Indique que tanto le gustan o disgustan las muestras, según la siguiente escala:

Me disgusta mucho

Me disgusta

Me disgusta ligeramente

Ni me gusta ni me disgusta

Me gusta ligeramente

Me gusta

Me gusta mucho

Asigne la calificación correspondiente a cada propiedad:

	T11	T12	T13	T41	T42	T43	T61	T62	T63	OBSERVACIONES
APARIENCIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
COLOR										
OLOR										
SABOR										

TEXTURA										
Muchas gracias por su amabilidad y por el tiempo dedicado.										