



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Proyecto de Investigación previo
la obtención del título de
Ingeniera Agroindustrial.

Título del Proyecto de Investigación:

**“INFLUENCIA DE LA ACIDEZ Y TEMPERATURA DEL PROCESO DE
HILADO DEL QUESO TIPO “DE HOJA” SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO
QUÍMICA, SENSORIALES Y MICROBIOLÓGICAS”**

Autora:

Marcillo Salazar Yessenia Natali

Directora:

Ing. Azucena Bernal Gutiérrez, M.Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2016

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.

Yo, **Marcillo Salazar Yessenia Natali**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Marcillo Salazar Yessenia Natali
CC. 050250639-7
AUTORA

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

La suscrita, **Ing. Azucena Bernal Gutiérrez, M.Sc.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Marcillo Salazar Yessenia Natali**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado, **“INFLUENCIA DE LA ACIDEZ Y TEMPERATURA DEL PROCESO DE HILADO DEL QUESO TIPO “DE HOJA” SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICA, SENSORIALES Y MICROBIOLÓGICAS”**, previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, bajo mi dirección, haber cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Azucena Bernal Gutiérrez, MSc.
DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

MEMORANDUM. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN N°: 9

Quevedo ,02 de diciembre del 2016

Ing. Sonia Barzola Miranda

COORDINADORA DE LA CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL.

Mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de investigación cuyo tema es **“INFLUENCIA DE LA ACIDEZ Y TEMPERATURA DEL PROCESO DE HILADO DEL QUESO TIPO “DE HOJA” SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO QUÍMICA, SENSORIALES Y MICROBIOLÓGICAS”**. Presentado por la señorita **MARCILLO SALAZAR YESSENIA NATALI**, egresada de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del consejo directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de sesión extraordinaria toda vez que se ha desarrollado de acuerdo al reglamento general de graduación de pregrado de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de **URKUND** el cual avala los niveles originalidad en un 97% y similitud 3%, de trabajo investigativo.

URKUND	
Documento	queso hilado.docx (D23991616)
Presentado	2016-12-01 17:02 (-05:00)
Presentado por	abernal@uteq.edu.ec
Recibido	abernal.uteq@analysis.arkund.com
Mensaje	Fwd: Mostrar el mensaje completo
	2% de esta aprox. 31 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 3 fuentes.

Valido este documento para que el comité académico de la carrera siga con los trámites pertinentes, de acuerdo a lo que establece el reglamento de grados y títulos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Por su atención deseo significar mis agradecimientos.

Cordialmente

ING. BERNAL GUTIERREZ AZUCENA; MSc.
DIRECTORA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“Influencia de la acidez y temperatura del proceso de hilado del queso tipo “de hoja”
sobre las propiedades físico química, sensoriales y microbiológicas”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniera Agroindustrial.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Marlene Medina Villacis Ing. MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Jose Villaroel Bastidas Ing. MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Juan Barreno Ojeda Ing. MSc.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2016

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios por darme la sabiduría e inteligencia de poder llegar a mi objetivo que es final de una meta propuesta en mi vida.

Agradezco a mis padres, hermana, esposo por ver sido mi ayuda en el trayecto de mi camino a ser profesional, dándome así el apoyo económico y verbal para poder culminar mis estudios; a mi hijo Alejandro por ser el motivo y darme las fuerzas que necesito para ser un ejemplo en su vida.

Agradezco a la Universidad Técnica estatal de Quevedo por brindarme la oportunidad de ver sido parte de aquella institución, al proporcionarme las herramientas y oportunidades para llegar así a la meta profesional.

Agradezco también a la Ing. Azucena Bernal quien me brindó su apoyo en trayecto del desarrollo de mi tema investigación, siendo así más que una docente una amiga; a mi compañero Frank Vera quien ha estado en los momentos buenos y malos de nuestra vida estudiantil.

YESSENIA MARCILLO.

DEDICATORIA.

El presente proyecto de investigación se lo dedico a Dios por darme la sabiduría que me brindo; a mis padres por ser mi apoyo incondicional con todo su esfuerzo que ellos hacen por darme lo mejor e incluso aún más de lo que pueden; también dedicado a mi hermana aunque no tenemos una buena relación pero es una de las personas que me apoya en lo que puede, a mi esposo por darme el apoyo y la fuerza de seguir triunfando en esta vida y en especial, a mi hijo que es un motivo especial de darme felicidad en mi vida que con su amor me da el aliento para poder culminar toda meta en mi camino.

YESSSENIA MARCILLO.

RESUMEN

Se evaluó las características físico-químicas microbiológicas y sensoriales del queso de hoja bajo diferentes condiciones de hilado. Se empleó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial de 2x2, niveles de acidez del suero (1.10 % y 0.87 %) y niveles de temperatura del hilado (68°C y 80°C). En las físicas-químicas: Sólidos Totales; Acidez; pH; Grasa y Proteína, características sensoriales de textura, olor y sabor: estiramiento y penetración, se determinó el costo de los tratamientos. Los niveles de hilado tuvieron efecto ($p < 0.05$) sobre las características físico-químicas del queso con diferencia ($p > 0.05$) en los factores de sólidos totales, acidez, grasa y proteína, mientras que en el pH no existe diferencia, por lo que al aumentar la acidez pierde las características propias que obtiene el queso al momento del hilado. En el análisis de las características sensoriales de textura del queso la atribución de viscosidad y elasticidad disminuyó ($p < 0.05$) con el nivel más alto de la acidez (0.87 %), mientras que las características de dureza, masticabilidad y gomosidad se acentuó en este nivel, en aquel factor no se presentó diferencias ($p < 0.05$) en la cohesión y fracturabilidad. El incremento de la temperatura del hilado aumentó la percepción sensorial de cohesión y elasticidad, en las características de viscosidad y masticabilidad disminuyeron, la dureza, gomosidad y fracturabilidad no presentaron diferencias ($p > 0.05$). En el análisis sensorial de olor y sabor del queso el incremento de la acidez y temperatura del hilado reduce ($p < 0.005$) las características sensoriales de olor a leche, cremosidad, oleosidad, color marfil, pastosidad y sabor amargo del queso, incrementa ($p < 0.005$) la percepción del nivel de sal. El mayor ($p < 0.05$) rendimiento obtuvo el 1.10 % de acidez y 80°C de temperatura del hilado respectivamente, en la prueba de estiramiento. El tratamiento más eficiente fue T4 debido a su mayor rendimiento.

Palabras claves: pH, Elasticidad, rendimiento, textura

ABSTRACT

It assessed the physical and chemical characteristics and sensorial characteristics of microbiological sheet cheese under different conditions of yarn. It was used a completely randomized design with a factorial arrangement of 2x2, acidity levels of serum (1.10 % and 0.87 %) and temperature levels of the yarn (68°C and 80°C). In the physical-chemical: Total solids; acidity; pH; fat and protein, sensory characteristics of texture, flavor and odour: stretching and penetration, determined the cost of the treatments. The levels of yarn had effect ($p < 0.05$) on the physical and chemical characteristics of the cheese with difference ($p > 0.05$) in the factors of total solids, acidity, fat and protein, while in the pH there is no difference, so that by increasing the acidity loses the characteristics that gets the cheese at the time of the yarn. In the analysis of the sensory characteristics of texture of the cheese the attribution of viscosity and elasticity decreased ($p < 0.05$) with the highest level of the acidity (0.87 %), while the characteristics of hardness, masticabilidad and gomosidad was accentuated in this level, in that factor is not presented differences ($p < 0.05$) in the cohesion and fracturabilidad. The increase in the temperature of the yarn increased sensory perception of cohesion and elasticity in the viscosity characteristics and masticabilidad decreased, hardness, and fracturabilidad gomosidad did not show differences ($p > 0.05$). In the sensory analysis of scent and flavor of the cheese the increase of the acidity and temperature of yarn reduces ($p < 0.005$) the sensory characteristics of smell of milk, creaminess, fatness, color ivory, pastosidad and bitter flavor of the cheese, increases ($p < 0.005$) the perception of the level of salt. The higher ($p < 0.05$) performance obtained the 1.10 % of acidity and 80°C of temperature of yarn respectively, in the test of stretching. The most efficient treatment was T4 due to its higher performance.

Key words: pH, elasticity, performance, Texture

INDICE GENERAL

PORTADA	i
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	v
DEDICATORIA.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Sistematización del problema.....	4
1.2. OBJETIVOS.....	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.4. HIPÓTESIS	6
1.4.1. Hipótesis nula.....	7
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	9
2.1.1. Leche	9
2.1.2. Queso.....	10
2.1.3. Microorganismos.....	12
2.1.4. Microorganismos en los alimentos.....	12
2.1.4.1. <i>Listeria monocytogenes</i>	12
2.1.4.2. <i>Staphylococcus aureus</i>	13
2.1.5. Microorganismos aerobios mesófilos.....	13
2.1.5.1. <i>Enterobacteriaceae</i>	13
2.1.6. Mohos.....	13
2.1.7. Historia del queso.....	14
2.1.8. Tecnología del queso de pasta hilada	16

2.1.9.	Fundamento de la elaboración del queso de pasta hilada.....	18
2.1.10.	Propiedades funcionales del queso inducidas por el calentamiento.....	20
2.1.11.	Materia prima para la elaboración del queso hilado.....	22
2.1.11.1.	Leche como materia prima del queso de pasta hilada	22
2.1.11.2.	Suero ácido como materia prima del queso de pasta hilada.....	23
2.1.11.3.	Parámetros de elaboración que afectan la funcionalidad	23
2.2.	MARCO REFERENCIAL	26
3.1.	Localización	29
3.2.	Tipo de investigación	29
3.3.	Métodos de investigación.....	29
3.4.	Fuentes de investigación	30
3.5.	Diseño de la investigación.....	30
3.6.	Instrumentos de investigación	32
3.7.	Variables evaluadas	32
3.7.1.	Análisis físico de la materia prima (leche).....	32
3.7.2.	Análisis químico de la leche y el suero	33
3.7.3.	Análisis físico-químico del queso	35
3.7.4.	Análisis sensorial en el queso.....	36
3.7.5.	Análisis microbiológico materia prima (leche) y queso.....	36
3.7.6.	Indicadores para el hilado del queso	38
3.7.6.2.	Prueba de estiramiento	38
3.7.7.	Procedimiento experimental.....	38
3.7.8.	Tratamiento de los datos.....	39
3.7.9.	Recursos humanos y materiales	39
4.1.1.	Análisis físico-químico y microbiológico de la materia prima	42
4.1.2.	Análisis físico-químico del suero	42
4.1.3.	Análisis físico-químico del queso	45

4.1.4.	Análisis sensorial del queso	48
4.1.5.	Indicadores para el hilado del queso	52
4.1.6.	Análisis microbiológico del queso	54
4.1.7.	Balance de materia del mejor tratamiento del queso de pasta hilada	55
4.1.8.	Costo por tratamiento del queso de pasta hilada	56
4.1.9.	Tratamiento de Hipótesis.....	57
5.1.	Conclusiones	59
5.2.	Recomendaciones	60
	Bibliografía.....	61
	Anexos.	69

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1.	Características climatológicas de la Fina Experimental La María	29
Tabla 2.	Factores y niveles de estudios	31
Tabla 3.	ADEVA del diseño experimental.....	31
Tabla 4.	Combinación de los factores	31
Tabla 5.	Descripción de los análisis de la materia prima	32
Tabla 6.	Análisis físico – químico de la materia prima	42
Tabla 7.	Efecto de la acidez y temperatura del hilado sobre la composición físico – química del suero.....	43
Tabla 8.	Efecto de la combinación de los factores (acidez y temperatura del hilado) sobre la composición físico-química del suero.	44
Tabla 9.	Efecto de la acidez y temperatura del hilado sobre la composición físico-química del queso tipo “De Hoja”.....	45
Tabla 10.	Efecto de la combinación de los factores (acidez y temperatura del hilado) sobre la composición físico-química del queso tipo “De Hoja”.	46

Tabla 11. Efecto de la acidez y temperatura del hilado sobre el análisis sensorial de textura del queso tipo “De Hoja”.....	50
Tabla 12. Efecto de la combinación de los factores (acidez y temperatura del hilado) sobre el análisis sensorial de textura del queso tipo “De Hoja”.....	50
Tabla 13. Efecto de la acidez y temperatura del hilado sobre el análisis sensorial de olor y sabor del queso tipo “De Hoja”.	51
Tabla 14. Efecto de la combinación de los factores (acidez y temperatura del hilado) sobre el análisis sensorial de olor y sabor del queso tipo “De Hoja”.....	51
Tabla 15. Efecto de la acidez y temperatura del hilado sobre el rendimiento, prueba de estiramiento y grado de penetración de la cuajada del queso tipo “De Hoja”.....	53
Tabla 16. Efecto de la combinación de los factores (acidez y temperatura del hilado) sobre el rendimiento, prueba de estiramiento y grado de penetración de la cuajada del queso tipo “De Hoja”.	54
Tabla 17. Análisis microbiológicos del queso.....	54
Tabla 18. Costo de producción de los tratamientos.....	56

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1.</i> Acidez.	33
<i>Ilustración 2.</i> Grasa de Leche.....	34
<i>Ilustración 3.</i> Proteína de la leche	34
<i>Ilustración 4.</i> Recuento de coliformes fecales y E. coli.	37
<i>Ilustración 5.</i> Control microbiológico de <i>Staphylococcus aureus</i>	37
<i>Ilustración 6.</i> Fichas del cuajo.....	75
<i>Ilustración 7.</i> Ficha técnica de la fundas para envasar	78

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 3. Formulario de encuesta de los análisis sensoriales del queso hilado tipo “De hoja”.	69
.....	
Anexo 4. Imágenes de la investigación.	71
Anexo 5. Análisis físico-químico del queso, suero y leche.....	73
Anexo 6. Análisis sensoriales.....	74
Anexo 7. Ficha técnica del cuajo.....	75
Anexo 8. Informe del laboratorio sobre los análisis microbiológicos.....	82

CÓDIGO DUBLIN.

Título:	Influencia de la acidez y temperatura del proceso de hilado del queso tipo “de hoja” sobre las propiedades físico química, sensoriales y microbiológicas			
Autora:	Marcillo Salazar Yessenia Natali			
Palabras clave:	pH	Elasticidad	Rendimiento	Textura
Fecha de Publicación:				
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2016.			
Resumen	<p>En la realización de este proyecto se evaluaron las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales del queso de hoja se utilizó un DCA con arreglo factorial de 2x2, con los niveles de acidez del suero (1,10% y 0,87%) y los niveles de temperatura de hilado (68°C y 80°C). Se evaluó los Sólidos Totales; Acidez; pH; Grasa, Proteína, Perfil de textura, Olor, Sabor, Prueba de estiramiento se determinó el costo de producción de los tratamientos. En la evaluación de la mejor acidez se la realizó a la cuajada el cual se denota que la acidez adecuada para la realización del queso de hoja es de 1.10% con una penetración de 1,9 y retención de 20 minutos, mientras que para el moldeado del queso se determina que la temperatura del agua es de 80 °C lo que nos permite tener un hilado exacto del queso y se observa efecto en la prueba de estiramiento y rendimiento. La caracterización se la realizó mediante encuestas sobre el perfil de textura con la participación de un panel de catadores semientrenados la cual se encontraron resultados similares a las características de otros quesos de aquella familia con un olor a leche intermedio, pastosidad moderada, baja cantidad de sabor amargo entre otros. En la determinación del costo el tratamiento 4 con una acidez de 1,10% y una temperatura de 80% es el más eficiente en su costo y mayor rendimiento. El queso obtenido bajo las diferentes condiciones de acidez y temperatura cumple con características similares de las normas de quesos hilados.</p>			
Descripción	99 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM			
URI:				

INTRODUCCIÓN

La calidad financiera de la elaboración de alimentos, junto con la complejidad de los métodos para su producción, procesamiento y aceptación, requieren un mayor conocimiento de sus propiedades texturales con el fin de ofrecer alimentos con niveles aceptables de calidad [1].

En la presente investigación, se evaluó la influencia de la acidez y temperatura del hilado del queso tipo de hoja sobre las propiedades físicas-químicas y microbiológicas, sensoriales y funcionales de un queso hilado (tipo de hoja), como una opción innovadora, saludable y de alta perspectiva tanto para el sector de los derivados lácteos, como para los consumidores actuales, conscientes de la relación entre la dieta diaria y la salud.

Es un alimento, nutritivo y económico en comparación con otros quesos que pertenece o está comprendido bajo la denominación de quesos de pasta hilada, ya que tienen en común una fase particular de la tecnología, el hilado, basado en la propiedad de la caseína de estirarse bajo determinadas condiciones de temperatura y acidez.

Las propiedades mecánicas de la textura del queso hilado, se midieron a través de sus propiedades físicas como son la densidad, grado de penetración, perfil de textura, prueba de estiramiento; en la propiedades químicas se analizó la acidez, proteína, grasa, sólidos totales, pH; propiedades microbiológicas: prueba de azul metilo, recuento de coliformes, control de salmonela y control de *Staphylococcus aureus* y Sensoriales lo que nos permitió evaluar el queso tipo hoja para determinar, definir, proteger y promocionar sus atributos de calidad, para ello se utilizó los métodos experimental y método analítico.

Para analizar el problema de todo lo mencionado con anterioridad se pudo hacer referencia a la influencia que tuvo la acidez y la temperatura del hilado en la calidad y la caracterización del proceso del queso tipo hoja.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. Planteamiento del problema

Diagnóstico

Por lo que se puede mencionar que el queso de tipo hilado es el resultado hecho a base de leche entera, pasteurizada o semi-descremada, al que se le adiciona un fermento láctico, cuajo o coagulante, para luego proceder a obtener la cuajada, el mismo que es escurrido parcialmente del suero, para después proceder al amasado y estirado mecánicamente en caliente, dándole así una masa hilante homogénea con la característica de los quesos de aquella familia que se produce en las localizaciones de la sierra como podemos citar Latacunga, Quito entre otras ciudades que lo conocen como queso de hoja.

El problema en la producción de quesos de hoja se rige desde la inocuidad de la materia prima y el desarrollo del proceso en la que una inadecuada manufactura de la materia prima en la elaboración del producto como es en la acidez inadecuada puede acarrear una pérdida de la cuajada la misma que se desvanece en el agua caliente transformándose en leche por lo que se dificulta en el amasado del queso. Otra de las consecuencias para la elaboración del queso de pasta hilada es muy indispensable el efecto de la temperatura del agua lo que genera inconvenientes durante el manejo para el amasado y moldeado del queso con un rompimiento fácil de la tela y dificultad en el enrollado.

La evolución de la acidez en la pasta de queso en proceso, durante el manejo de los mecanismos en cubas, o cheddarizado, afecta decisivamente en la estructura y textura del producto. El aumento de la acidez, del fosfato de calcio, el mismo que está ligado a la caseína el cual forman la “malla” (o red) de la cuajada, se vuelve soluble y migra hacia la fase acuosa (sérica), este deja la matriz estructural parcialmente desmineralizada (Lawrence et al. 1984; Lucey y Fox, 1993). Esto afecta profundamente la textura de la pasta, “tibia” (como en los quesos Chihuahua, Cheddar o Cheshire) o sometida a calentamiento para mejor plastificación e hilado.

Pronóstico

La ausencia de medidas normalizadas en el proceso de quesos de pasta hilada se extenderá su fabricación de una manera casera o práctica la cual seguirá afectando a la calidad del producto.

1.1.2. Formulación del problema

¿Qué efecto produce la influencia de la acidez y temperatura en el proceso de hilado del queso tipo “de hoja” sobre las propiedades físico químicas, microbiológicas y sensoriales?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Cuáles son las mejores condiciones de acidez y temperatura en el hilado del proceso de queso de hoja con buenas características?
- ¿Cómo se caracteriza el queso de pasta hilada elaborado bajo diferentes tratamientos?
- ¿Cuál es el costo para la producción de queso de pasta hilada bajo las mejores condiciones de hilado?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Evaluar las características físico-química, microbiológica, sensoriales en el queso de hoja obtenido bajo diferentes condiciones de hilado.

1.2.2. Objetivos específicos

- Establecer las mejores condiciones de acidez (1.10%; 0.87%) en el hilado del queso.
- Determinar la influencia de la temperatura (68 °C; 80 °C) en el hilado del queso.
- Caracterizar el queso de hoja elaborado bajo diferentes tratamientos.
- Determinar el costo por tratamiento del queso de pasta hilada bajo las mejores condiciones de hilado.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Dentro de la industria de lácteos y más en particular, la industria de quesos, se ha intentado durante muchos años reducir la duración de tiempo requerido durante el proceso

de fabricación para obtener las características de comportamiento deseadas y esperadas del queso [2].

La importancia de la investigación se fundamenta en la calidad del queso de hoja y su influencia en las características físico- químico, microbiológico, sensoriales del queso pasta hilada obtenida bajo diferentes niveles de temperatura (68 °C a 80 °C) y acidez (1.10%; 0.87%) de hilado, el mismo que nos permitirá mejorar el producto.

Esta investigación tiene como propósito solucionar problemas en la producción de leche y derivados en el Recinto Guasanda del cantón La Maná, en el cual, se tomó la materia prima, que aportó en la solución de prevención de patógenos y contaminación que se encuentre en ella, debido a la falta de control tanto en la recepción como en la pasteurización, disminuir pérdidas y lograr un buen control en el manejo del hilado en el queso de hoja.

Los productores de lácteos de la ganadería Carrera del Recinto Guasanda del Cantón La Maná tendrán beneficios en la obtención de control de calidad e inocuidad tanto en materia prima como en los procesos, esto logrará que sus productos mejoren con una capacidad de competencia y garantía, reducir pérdidas con un proceso tecnificado que brinde productos de excelente calidad.

La forma esencial para fabricar queso en esta familia es conseguir una masa muy variante en la evolución del pH y temperatura en la masa de queso en el cual se puede moldear e hilar sin ninguna dificultad en la que consta con una temperatura (80°C) y con un pH de (5,0), en comparación en revisiones bibliográficas el queso de mozzarella se trabaja con un pH de 5,6 y una temperatura del hilado 75°C.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis nula

Ho: La acidez del suero a 1.10 % no influyen en igualdad de condiciones en la elaboración del queso de pasta hilada tipo hoja.

Ho: La acidez del suero a 0.87 % no influye en igualdad de condiciones en la elaboración del queso de pasta hilada tipo hoja.

Ho: La temperatura de hilado a 68 °C no influye en igualdad de condiciones en la elaboración del queso de pasta hilada tipo hoja.

Ho: La temperatura de hilado a 80 °C no influye en igualdad de condiciones en la elaboración del queso de pasta hilada tipo hoja.

1.4.2. Hipótesis Alternativa

Ha: La acidez del suero a 1.10 % influye en igualdad de condiciones en la elaboración del queso de pasta hilada tipo hoja.

Ha: La acidez del suero a 0.87 % influye en igualdad de condiciones en la elaboración del queso de pasta hilada tipo hoja.

Ha: La temperatura de hilado a 68 °C influye en igualdad de condiciones en la elaboración del queso de pasta hilada tipo hoja.

Ha: La temperatura de hilado a 80 °C no influye en igualdad de condiciones en la elaboración del queso de pasta hilada tipo hoja.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO CONCEPTUAL

Los principales términos y conceptos utilizados en la presente investigación se describen en detalle a continuación

2.1.1. Leche

Es un producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos lecheros sanos, adquirida por uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos, sin ningún tipo de adición o extracción, enviada a procedimientos posteriores previo al consumo del ser humano [3].

- **Leche cruda:** Es aquella que no ha sido expuesta a ningún tipo de calentamiento, esto quiere decir que su temperatura no ha superado la de la leche rápidamente después de ser extraída de la ubre (no más de 40 °C) [3].
- **Acidez titulable de la leche:** Conocida como la acidez de la leche, mencionada convencionalmente como el contenido de ácido láctico, y establecido mediante procesos normalizados [7].
- **Contenido de grasa de la leche:** Cantidad que se la expresa en porcentaje de masa de sustancias principalmente en grasas, extraídas de la leche mediante operaciones normalizadas [8].
- **Contenido de proteínas en la leche:** Es la medida de nitrógeno total de la leche, mencionada convencionalmente como contenido de proteínas, y analizada mediante procedimientos normalizados [9].
- **Sólidos totales de la leche:** Es el producto resultante de la desecación de la leche mediante procedimientos normales [10].

- **Cenizas de la leche:** Es el producto resultante de la incineración de los sólidos totales de la leche mediante procedimientos normalizados [10].

2.1.2. Queso

Se conoce con el nombre queso al producto duro, blando, extra duro, semiduro, madurado o no madurado, el mismo que puede estar recubierto, por la proporción entre las proteínas de suero y la caseína el cual no debe ser superior a la de la leche, conseguido mediante [4]:

- a) Coagulación total o parcial de la proteína de la leche: descremada, semidescremada, crema de suero o leche, de mantequilla o de cualquier mezcla de estos ingredientes, por acción de coagulantes idóneos, cuajo, o por escurrimiento parcial del suero que se despega como resultado de dicha coagulación, al seguir la iniciación de la elaboración del queso el cual resulta en una concentración de proteína láctea (esencialmente la porción de caseína) y que por consiguiente, el contenido de proteína del queso deberá ser más alto que el de la combinación de los ingredientes lácteos ya indicados en base a la cual se elaboró el queso [4].
 - b) Los métodos de elaboración que permiten la coagulación de la proteína de la leche o de productos obtenidos a base de la misma, el cual dan por lo consiguiente un producto final que tiene las mismas características físicas, químicas y organolépticas que el producto definido.
- **Coagulación o cuajado de la leche:** Físicamente es la floculación de las micelas de caseína que forma un gel compacto que aprisiona el líquido de dispersión, el suero. Para obtenerlo se recurre a la acidificación láctica y al cuajo; ninguno actúa aislado, en realidad el cuajo y el ácido láctico actúan simultáneamente [11].

- **Contenido de grasa en el queso:** Se basa a la cantidad, mencionada en porcentaje de masa, de sustancias, especialmente en grasas extraídas del queso con procedimientos normalizados [5].
- **Queso madurado:** Se comprende por queso madurado a aquel que es sometido a maduración, queso que no está listo para el consumo poco después de la fabricación, sino que debe conservarse durante cierto periodo a una temperatura y en unas condiciones tales que se originen los cambios físicos, bioquímicos y característicos del queso [4].
- **Queso de pasta hilada:** Es un producto hecho a base de leche entera, pasteurizada, semidescremada, la mezcla pasteurizada de leche entera con sólidos totales o derivados lácteos, adicionada o no de cuajo, coagulantes o fermentos lácticos, que posteriormente proceden a la coagulación, obtención de la cuajada y al escurrido del suero, el cual es sometida a un proceso de amasado y estirado mecánico en caliente dando, así como origen a una masa hilante y homogénea [12].
- **Las propiedades funcionales (PF) de los quesos:** Son indicadores que facilitan cuantificar los requisitos de desempeño. De una u otra manera, las propiedades funcionales se relacionan con las posibilidades o la percepción que el consumidor posee respecto al producto. Esto se determina por la función que el queso desempeñará en el alimento en el que se utiliza [13].
- **Elasticidad:** Conocido también como fibrosidad, es la capacidad del queso fundido para establecer bandas de telas fibrosas que se deforman sin romperse bajo tensión. Elasticidad o "fuerza del estiramiento", es la capacidad de los filamentos fibrosos para resistir la deformación permanente. Por lo general algunas investigaciones se han efectuado con la evaluación de la capacidad de estiramiento de forma manual mediante el uso de un tenedor [14].

- **Capacidad de estiramiento (Stretchability) y elasticidad (Elasticity):**

La capacidad de estiramiento es la habilidad del queso fundido para establecer fibras hilos, cohesivas o láminas cuando este es extendido. La elasticidad es la capacidad de las fibras de queso que resiste la deformación durante la extensión, y se relaciona con masticabilidad. Tradicionalmente los quesos de pasta hilada utilizan pruebas subjetivas descriptivas, sin embargo, las metodologías objetivas más populares de viscometría helicoidal [13].

- **Densidad relativa:** Es la relación entre la densidad de una sustancia y la densidad del agua destilada, consideradas ambas a una temperatura determinada [6].

2.1.3. Microorganismos

Por microorganismo entendemos cualquier organismo vivo que no sea visible a simple vista. Esta definición operativa no incluye los hongos, tanto inferiores como superiores, ni las algas, aunque ambos grupos son considerados microorganismos porque su organización es esencialmente unicelular [16].

2.1.4. Microorganismos en los alimentos

La importancia de los microorganismos en los alimentos es más evidente. La producción de alimentos por técnicas microbiológicas es una actividad de larga historia: los microorganismos alteran los constituyentes de los alimentos de forma que los estabilizan permite su mayor duración y, además, proporcionan compuestos que confieren sabores característicos a los alimentos por ellos producidos. Esta faceta se complementa con la acción de microorganismos alterantes de los alimentos y responsables de su deterioro de forma que se hagan inaceptables por los consumidores [16].

2.1.4.1. *Listeria monocytogenes*

Es una bacteria frecuente en la naturaleza, patógena para humanos y animales, las infecciones más graves pueden conducir la muerte, se trata de un microorganismo anaeróbico que puede crecer a temperaturas tan bajas como 5 °C, sin embargo la pasteurización los destruye [17].

2.1.4.2. *Staphylococcus aureus*

Esta especie perteneciente a la familia Micrococcaceae y al género *Staphylococcus*, cuyos miembros tienen la forma de cocos que habitualmente se aglomeran y forman racimos, inmóviles, aerobios, anaerobios facultativos y Gram positivos, a temperaturas óptimas de 37°C., producir así un pigmento amarillo dorado, el cual son tolerantes a vivir. Tienen enzimas coagulasa, fosfatasa y desoxirribonucleasa que se las diferencian de otros estafilococos. Causan exotoxinas: hemolisina y enterotoxina [18].

Se encuentra repetidamente en la ubre de vacas mastíticas, algunas cepas pueden formar una toxina termo resistente y causar úlceras. Sin embargo se necesita de una gran cantidad de bacterias para producir la toxina. El crecimiento de *Staphylococcus aureus* se frena al disminuir la temperatura de la leche [17].

2.1.5. Microorganismos aerobios mesófilos

Son microorganismos el cual se desarrollan en presencia de oxígeno libre y a temperaturas osciladas entre 20 °C y 45 °C con una zona óptima entre 30 °C y 40 °C [19].

2.1.5.1. *Enterobacteriaceae*

Familia de microorganismos, cuyos miembros son bacilos Gram negativos móviles por flagelos peritricos o inmóviles, capsulados o no, no esporulados, aerobios y anaerobios facultativos; fermentan la glucosa generalmente con producción de gas, reducen los nitratos a nitritos; son catalasa positivos, excepto un serotipo de shiguela; son oxidasa negativos, comensales, saprofitos, o patógenos intestinales [20].

2.1.6. Mohos

Son ciertos hongos multicelulares, filamentosos, cuyo crecimiento en los alimentos se conoce fácilmente por su aspecto aterciopelado o algodonoso. Están constituidos por filamentos ramificados y entrecruzados, llamados "hifas", cuyo conjunto forma el llamado "micelio" que puede ser coloreado o no. Los mohos pueden formar, sobre ciertos alimentos, toxinas, llamadas micotoxinas. Provocan la alteración de productos alimenticios, especialmente los ácidos: yogur, jugos, frutas, etc., o los de presión osmótica elevada: productos deshidratados, jarabes, algunos productos salados, etc [21].

2.1.7. Historia del queso

El queso en su inicio se dio en los países cálidos del Mediterráneo oriental, probablemente de varios siglos A.C. Las tribus de estos países trasladaban la leche en recipientes fabricados con piel de animales, estómagos, vejigas, entre otros. Cuando la leche está a temperatura ambiente se acidificaba rápidamente, provocando así una separándose en cuajada y suero mediante este cortado espontáneo [22].

Con el pasar de los años se ha demostrado que la secreción del estómago de los rumiantes jóvenes tenía la capacidad de coagular la leche, por lo que se lo utiliza como cuajo para elaborar queso el mismo que originó un alimento universal que es conocido en todo el mundo a partir de la leche de diversas especies de mamíferos. El queso encontrado entre los alimentos como uno de los mejores para el hombre no sólo por su alto valor nutritivo, sino también por sus cualidades organolépticas [22].

El queso es una forma de conservar los componentes insolubles de la leche como es la caseína y la materia grasa; el mismo que se obtiene por la coagulación de la leche seguida del desuerado, en el curso del cual el lactosuero se separa de la cuajada: El lactosuero contiene la mayor parte del agua y de los componente solubles de la leche, el cual queda una pequeña parte aprisionada en la cuajada. La definición más concreta del queso precisa que “el producto puede estar o no fermentado”; de hecho, experimenta por lo menos una fermentación láctica. El queso descremado se obtiene de la leche descremada [23].

En el mundo se elaboran cientos de variedades de quesos, ciertos autores indican que hay entre 400 y 1000 variedades de queso. Sin embargo, existen dichos parámetros empleados para clasificar a los quesos, los cuales son: la diferentes tipos de leche (vaca, oveja, cabra, entre otras) o las diversas mezclas de estas, el tipo de coagulación (enzimática, láctica o mixta), su textura, el contenido de humedad, la cantidad de extracto seco, la materia grasa, el tipo de microorganismo empleado, la zona geográfica de elaboración o lugar de procedencia, así como el tipo de tecnología usada durante su fabricación, Walstra *et al.*, 2006 citados por González y Franco [24].

La clasificación de los quesos de acuerdo a las características fisicoquímicas es una tarea difícil y algunos son las opiniones de selección que se han seguido (características de maduración, composición proximal, origen geográfico, especie de procedencia de la leche, aroma, sabor, entre otros.) de esta manera logra una gran cantidad de distribuciones diferentes entre las variedades de quesos de tipo de pasta hilada se encuentran el doble crema, Huliense, Momposino y pera de origen Colombia; Caciocavallo y Mozzarella, de origen Italia; Asadero, Guaje, Oaxaca y Tranzado origen México; Telita, Origen Venezuela [25].

Las Pastas Hiladas representan el segundo segmento quesero más grande en términos de volúmenes de producción. Dentro de este segmento tenemos quesos tipo pizza, mozzarella fresca y provolone producidos globalmente, el queso pizza el más importante. El queso Pizza no es producido usualmente para consumo directo, este es principalmente vendido como producto intermedio para coberturas en pizzas/ platos (industria y servicios alimenticios, etc.) y sándwiches (comidas rápidas, etc.). En términos de hilado automatizado los parámetros de pH se encuentran en $5,15 \pm 0,10$ y $65-70$ °C de temperatura [26].

Los quesos de pasta hiladas a nivel mundial son los siguientes el Mozzarella y el Oaxaca, que son conocidos en México y oriundo de Italia, el cual son de tipo Americano, el mismo que se puede elaborar con leche pasteurizada o cruda y tienen gran similitud en su elaboración, en el pH, el contenido de calcio y la textura de la pasta; mientras que el telita, Caciocavallo son originario de Venezuela, y Queso Trenza, Provolone son procedente de Italia, [27].

La industria láctea en el Ecuador se ha desarrollado como tal desde 1900, aunque la pasteurización de la leche, el proceso por el cual se eliminan los microbios que puede tener, solo comenzó en 1938 en Quito, aunque no se procesaba sino una parte de la oferta. Desde entonces, la cadena productiva de la leche se ha desarrollado e intentado ganar espacios y generar ingresos para familias y comunidades enteras [28].

El queso es utilizado como ingrediente para la elaboración de amplia gama de platos, en la cual debe cumplir ciertas funciones. Esto produce la necesidad de efectuar con

determinadas propiedades funcionales para responder a las expectativas o la percepción que tiene el consumidor tiene del producto [13].

2.1.8. Tecnología del queso de pasta hilada

Su elaboración requiere de destreza y conocimiento en el control de ciertos puntos críticos, como la acidez adecuada en la leche y cuajada, la determinación del punto del amasado, que impactan de manera directa en las características fisicoquímicas, tecnológicas y sensoriales de este tan apetecido producto lácteo [25].

Para obtener un producto comercialmente aceptable es necesario trabajar con leches de óptima calidad fisicoquímica y microbiológica. La base teórica para producir un queso de pasta hilada es obtener una pasta semi-descalcificada a partir de leche cuajada, que por acción del calor y el trabajo mecánico pueda plastificarse y estirarse (hilarse). La cantidad de calcio asociada a la caseína (específicamente proveniente del fosfato de calcio) es quien gobierna primariamente la reorganización estructural de las caseínas. Para obtener un alineamiento de las proteínas y lograr una estructura fibrosa es necesario transformar al caseinato dicálcico de la leche fresca en caseinato y paracaseinato monocálcico [29].

Esta desmineralización se puede lograr por tres vías principalmente: 1) adición de cultivo láctico (la fermentación láctica ocurre predominantemente en la pasta); 2) acidificación natural de la leche por acción de la microflora ácido láctica nativa, y 3) desmineralización (descalcificación) de las micelas caseínicas por adición de un ácido orgánico (láctico, acético o cítrico) antes del cuajado de la leche.

El aumento de la acidificación de la cuajada en el proceso interviene en la textura y estructura del producto. Al bajar el pH, el fosfato de calcio está unido a la caseína y a la k-caseína esta forma la malla de la cuajada el cual a la vez se vuelve soluble y se traslada hacia la fase sérica, extrae primero su forma estructural parcialmente desmineralizada, y lograr así la capacidad de hilado.

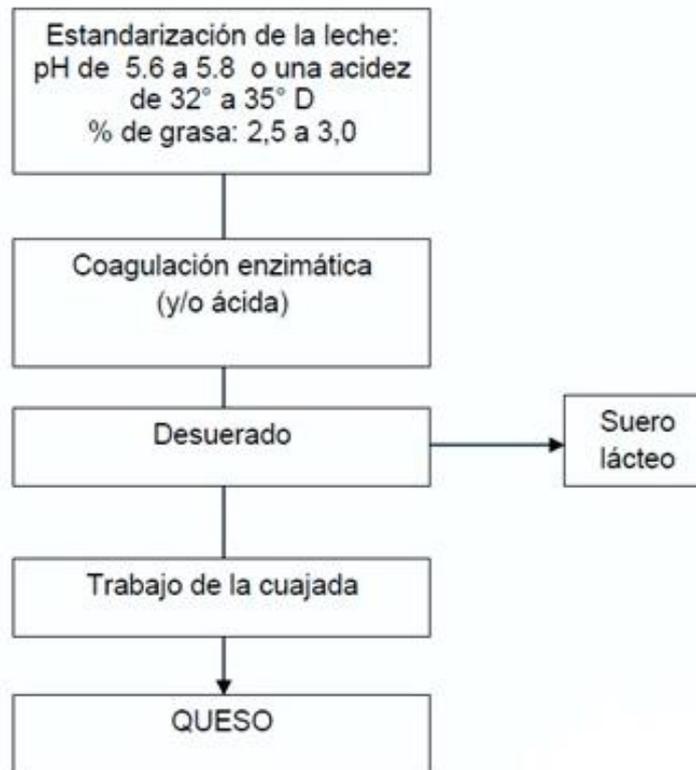
La capacidad de plastificar y estirar que adquiere la cuajada se basa, principalmente, en la relación entre pH (acidez) y contenido de calcio [29].

Los quesos de pasta hilada (Mozzarella) si bien tiene origen italiano hoy se elaboran en todo el mundo. Algunas de sus características son: consistencia firme, semidura a semiblanda según el contenido de humedad. Es de textura fibrosa, elástica y cerrada color blanco amarillento, uniforme, sabor láctico, poco desarrollado a ligeramente picante, olor láctico [30].

Según la Norma del Codex STAN 262-2006 [31], La Mozzarella se elabora mediante el proceso de “pasta filata o pasta hilada”, que consiste en calentar el requesón con un valor de pH adecuado antes de someterlo al tratamiento subsiguiente de mezcla y estiramiento hasta que quede suave y sin grumos. Mientras el requesón esté caliente debe cortarse y colocarse en moldes para que se enfríe en salmuera o agua refrigerada para que adquiera firmeza. Se permiten otras técnicas de producción que garanticen un producto final con las mismas características físicas, químicas y organolépticas.

Según la Norma INEN 0082-2011 [32] los requisitos para el queso mozzarella son las siguientes: Forma: deberá presentarse en forma ovoidal (pera) y podrá tener diversas dimensiones; Corteza: deberá presentar consistencia semidura y aspecto liso. Su color podrá variar de blanco a crema; Pasta: deberá presentar textura blanda, elástica y no deberá presentar agujeros. Su color deberá ser uniforme y podrá variar del blanco a amarillo brillante y su sabor deberá ser el típico de esta variedad, ligeramente ácido.

Figura 1. Diagrama general para la elaboración del queso [17]



Fuentes: Molina D., (2014)

Entre las características de los quesos de pasta hilada se encuentra [33]:

- **Color:** amarillo pajizo.
- **Sabor:** depende de la maduración y el tipo de cuajo:
 - Cuajo fuerte (oveja o cabrito) y más de 6 meses de maduración: sabor picante e intenso, muy apreciado por los gourmets.
 - Cuajo de ternera y menos de 6 meses de maduración: sabor dulce queso es dulce y delicado para todo tipo de paladar.
- **Consistencia:** semi-dura, fundido en hilo.
- **Gastronomía:** Ideal para condimentar, a la plancha, al natural, como ingrediente base de un flan.
- **Valor energético:** Se considera un alimento completo, rico en calcio y fósforo. Aporta 365 calorías por 100 g.

2.1.9. Fundamento de la elaboración del queso de pasta hilada

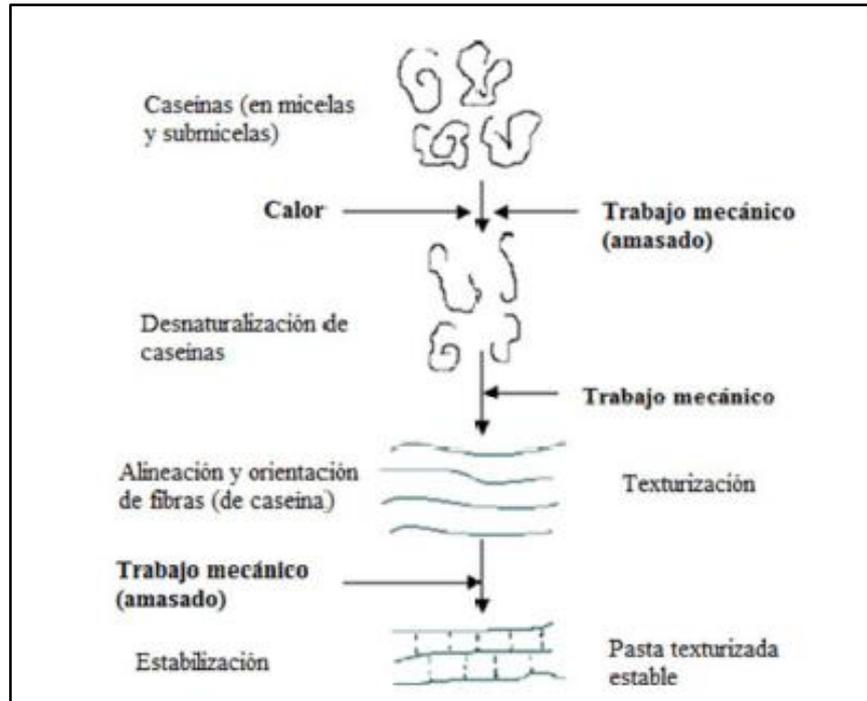
La textura hilada es la característica primordial de estos quesos y puede interpretarse por el arreglo estructural que las moléculas de caseína (α , β y κ , que forma parte de las micelias descalcificadas) padecen al introducir la pasta a calentamiento y trabajo mecánico. El hilado desarrollado durante el amasado y el aumento de la temperatura, por el aporte de agua caliente, induce la desnaturalización de parte de las moléculas de caseína en que aumenta su distribución α -placa y β -hélice Linden y Lorient, 1966 citados por Ramírez-Nolla y Vélez-Ruiz [25].

La continuación de la acción mecánica, y el estiramiento al que se somete la pasta en una dirección espacial, orientan y “alinean” a las proteínas, cual si fueran agregados de “hilos”. Entre moléculas contiguas de proteínas alineadas se establecen enlaces químicos de distinta naturaleza que las mantendrá unidas [25].

De igual manera, la grasa butírica, ya en la pasta amasada e hilada, se distribuye en “columnas” largas, al seguir la orientación de las fibras caseínicas según lo describen para el queso Mozzarella, Mehmet y Sundaram (1979) citados por Ramírez-Nolla y Vélez-Ruiz [25]. La grasa estaría en, también, en “microcisternas” de suero y funcionará como lubricante en la alineación de las fibras de caseína durante el trabajo mecánico del amasado e hilado [25].

En la Figura 2, se presentan los principales fenómenos relacionados en el hilado de la pasta quesera.

Figura 2. Primordiales fases durante la texturización para un queso de pasta hilada [25]



Fuentes: Ramírez N. & Vélez R. (2012)

2.1.10. Propiedades funcionales del queso inducidas por el calentamiento

Los quesos son utilizados extensamente en diversas preparaciones, por ejemplo en comidas horneadas, asadas en la parrilla, cocinadas en microondas y en frituras. Un aspecto clave del comportamiento del queso en estas preparaciones es su funcionalidad inducida por calor. Las propiedades funcionales inducidas por el calor son determinantes esenciales de la calidad y aceptabilidad de los quesos de pasta hilada. Las más importantes incluyen [13]:

- **Capacidad de estiramiento (Stretchability) y elasticidad (Elasticity):** La capacidad de estiramiento es la habilidad del queso fundido para formar fibras cohesivas, hilos o láminas cuando es extendido. La elasticidad es la capacidad de las fibras de queso de resistir la deformación durante la extensión, y se relaciona con la masticabilidad.

- **Liberación de aceite (Limited oiling-off):** Es la capacidad del queso para liberar una diminutiva cantidad de grasa libre al ser calentado.
- **Formación de ampollas (Blistering):** Es la propiedad de los quesos para generar ampollas superficiales al calentarse. Una intensa formación de ampollas es inaceptable desde el punto de vista estético.
- **Pardeamiento (Browning):** Los quesos de pasta hilada contienen azúcares reductores (lactosa y galactosa), el mismo que se encuentre en los grupos amonio libres (es decir, α - o ε - grupos amino de amino ácidos, péptidos o proteínas), grupos aldehído y otros grupos nitrogenados reactivos que son capaces a reacciones de pardeamiento de Maillard. Éstas pueden darse en el tiempo de almacenamiento de los quesos no calentados como son Parmesano, Romano o queso procesado, pero más continuamente esto se da en quesos que se calientan. Este tipo reacciones se suelen dar en ciertas elaboraciones de alimentos como pizza, lasaña, crustinis, entre otras. Pero un intenso pardeamiento es inadmisibile desde el punto de vista estético y nutricional.

Las propiedades reológicas constituyen un factor determinante de la calidad y aceptabilidad de los quesos. La tendencia actual hacia el desarrollo de productos bajos en grasa, ha incrementado el interés de la industria por la caracterización de dichos parámetros, que definen su comportamiento cuando son consumidos o procesados. Existen diversas técnicas empleadas en la determinación de textura de los quesos, en las cuales se varía la fuerza o deformación a la que es sometida la muestra, geometría, temperatura y velocidad de análisis, entre otros. Sin embargo, ninguna ha logrado sustituir la evaluación sensorial, que define atributos específicos del producto cuando es consumido [34].

La textura es considerada como uno de los factores fundamentales para determinar la calidad de un alimento, y también uno de los más complejos. En los quesos, es una de las medidas definitiva de la identidad y del tipo de queso, afecta significativamente para la preferencia de los consumidores. La textura del queso puede ser determinada como un

grupo de características físicas, originadas de ciertos elementos estructurales, la cual se relacionan con la desintegración, deformación, y flujo cuando es sometido a una fuerza, la que son medidas que están en función a la masa, el tiempo y distancia [34].

Existen métodos para analizar las propiedades funcionales de los quesos de pasta hilada, desde los básicos a los complejos. Comúnmente se utilizan los análisis subjetivos del queso horneado, donde se hornea el queso en la parte superior de una pizza con salsa y se toman medidas subjetivas como viscosidad y flujo, pardeamiento, ampollamiento y liberación de aceite libre [29].

Uno de los métodos propuestos para evaluar en forma objetiva la capacidad de fusión de los quesos se basa en la determinación del punto de ablandamiento, el cual puede estimarse a través de la temperatura de crossover. La influencia de la concentración de grasa de la leche sobre el punto de ablandamiento del queso fue significativamente dependiente de la temperatura de hilado. Al aumentar el tiempo de permanencia en salmuera aumentó el punto de ablandamiento. Si bien no se encontraron trabajos que demuestren la influencia del tiempo de salado directamente sobre el punto de ablandamiento, es sabido que los quesos con mayor contenido de sal funden escasamente. Esto podría deberse a una menor proteólisis en los quesos con mayor contenido de sal, por inhibición de los microorganismos del starter ya que el grado de proteólisis producido durante la maduración de la Mozzarella tiene gran influencia sobre la capacidad de fusión [35].

2.1.11. Materia prima para la elaboración del queso hilado

2.1.11.1. Leche como materia prima del queso de pasta hilada

La composición de la leche y las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas determinan la calidad del producto final al elaborar Quesillo, por tal motivo, es importante contar con leche de vaca fresca, cruda, que provenga de animales sanos. Leches de mala calidad pueden contaminar el producto con microorganismos extraños que provocan fermentación de la lactosa y producen defectos sensoriales en el producto final. Al controlar variables como relaciones de grasa/proteína, contenido de humedad, contenido de calcio y pH, se logran altos rendimiento en la producción, [29].

2.1.11.2. Suero ácido como materia prima del queso de pasta hilada

Es el producto obtenido de la coagulación ácida o láctica de la caseína de la leche, o mediante la fermentación ácido láctica de sueros dulces, presentan un pH cercano a 4,5 (135 - 170°D). La coagulación se produce cuando se alcanza el punto isoeléctrico de la caseína, con anulación de las cargas eléctricas que -por las fuerzas de repulsión que generan mantienen separadas las moléculas entre sí se impiden la floculación, [29].

2.1.11.3. Parámetros de elaboración que afectan la funcionalidad

- **Homogenización:** los quesos de pasta hilada elaborados con leche recombinada y homogenizada a baja presión (400 kPa) tienen una capacidad de fusión y estiramiento aceptables, mientras que la homogenización a una presión mayor (6700 kPa) muestra efectos negativos [29].
- **Estandarización:** La estandarización a determinada proporción de caseína: grasa, influye directamente en las propiedades funcionales del queso. A medida que el contenido graso se incrementa, en los quesos de pasta hilada, su masa se ablanda y se dificulta su hilado [29].
- **Cultivo seleccionado:** La tasa de producción de ácido láctico y la selección del cultivo pueden afectar la funcionalidad de distintas maneras, principalmente a través del efecto en el contenido de humedad y calcio. Un aumento en el contenido de humedad provoca una textura más blanda y mayor capacidad de fusión y flujo. El cultivo empleado, jamás juega un rol importante en el pardeamiento por afectar la temperatura de cocción sobre el rango de 38 a 41 °C, sin embargo, el tiempo de elaboración y los contenidos de humedad se ven afectados en este rango de temperatura [29].
- **Hilado:** El hilado es un paso de importancia, ya que es fundamental en el desarrollo de las propiedades características de la filancia del producto final. Existe un rango de

pH entre 5,2 y 5,6 donde la funcionalidad puede ser manipulada para afectar la capacidad de fusión y flujo y la capacidad de estirabilidad y elasticidad. La temperatura de la cuajada, que es función de la temperatura del agua, el trabajo mecánico y el tiempo de calentamiento, puede también influenciar las propiedades funcionales. Aumentar el tiempo de calentamiento de la cuajada incrementa la capacidad de fusión y flujo [29].

- **Salado:** El contenido de sal puede influenciar las propiedades funcionales, particularmente la capacidad de fusión y flujo. A mayor contenido de sal menor capacidad de fusión y flujo además menor liberación de aceite, no obstante, cambia según el tiempo de almacenamiento [29].

La “historia de la leche”, previa a la obtención de la cuajada lista para amasarse, es clave en la obtención de un queso de pasta hilada de buena calidad; esto porque de ella dependen, en mucho, sus propiedades sensoriales y su vida de anaquel. Por ejemplo, el queso elaborado con leche cruda madurada (fermentada) varias horas por su flora láctica nativa presentará características organolépticas (sabor-aroma, principalmente) diferentes a las de otro fabricado con leche dulce, pasteurizada, y un cultivo láctico. [35]

Asimismo, la reducción en la vida de anaquel, por alteración del producto, es diferente. En el primer caso, no es raro que a los pocos días de haber sido elaborado el queso se presenten defectos como la “masosidad” (debido a una proteólisis pronunciada e incontrolada), la pérdida de hebra y de elasticidad, sobreacidificación y cambio de apariencia [36].

La grasa láctea aporta, características especiales en la apariencia, aroma, sabor, textura y estabilidad. Sin embargo, el contenido de grasa no diferencia al queso doble crema de los demás quesos frescos, sino su textura elástica, su nombre genera expectativas nutricionales poco favorables. Sin embargo, se puede elaborar queso doble crema con diferentes porcentajes de grasa, según el contenido de grasa de la leche de partida, y así atender a la recomendación de consumir dietas bajas en grasas para mantenerse saludable. [36]

La calidad de los productos lácteos frescos cambia durante el almacenamiento al depender del contenido de grasa. Durante el almacenamiento la grasa tiene un papel importante en el desarrollo del sabor, aroma y textura, que pueden llevar a cambios en el grado de aceptabilidad y por lo tanto su vida útil se puede afectar [37].

2.2. MARCO REFERENCIAL

Granados *et al.*, [41] en su investigación sobre procesamiento de Queso de Capa elaborado a base de Leche de Búfala del Municipio Carmen de Bolívar en la caracterización mencionan los siguientes parámetros como resultado en el queso tipo capa (hilado): Máxima fuerza (N) 22,42; Máxima tensión (N/m²) 3,42; Máximo desplazamiento (mm) 15,01 y Máxima deformación (%) 500,18.

García [42], realizó la caracterización físico-química de diversos tipos de quesos elaborados en el Valle de Tulacingo Hgo con el fin de proponer normas de calidad. En los parámetros de textura encontró: fuerza (g) 1517 a 5215; elasticidad 0,728 a 0,855; adhesividad (g.s) - 16,6 a -116,1; cohesividad 0,314 a 0,619. En las propiedades físico-químicos 5,02 a 6,13 de pH; 0,963 a 0,988 de actividad del agua (a_w); 32 a 33 °C de punto de fusión grasa. En la composición química: 40,2 a 53,2 % de humedad; 18,8 a 29,0 % de grasa; 18,4 a 25,8% de proteína; 2,5 a 3,9 % de cenizas y 0,1 a 3,4% de lactosa. En seis tipos de quesos mexicanos Panela; Manchego; Tenate; Morral; Botanero y Oaxaca.

Nieto *et al.*, [43] realizó la caracterización del perfil sensorial del quesillo, queso de pasta hilada tradicional del noroeste argentino. En el análisis de perfil de Apariencia, Forma: planchas elongadas y planas (30-60 cm de largo y 10-15 cm de ancho); Superficie: Lisa, sin corteza; Homogeneidad del color: De blanco a blanco amarillento (depende de la procedencia de la leche), uniforme; Brillo (externo): Intermedio; Homogeneidad de la pasta: No debe poseer aberturas, ojos mecánicos ni biológicos.

Granados *et al.*, [45] en su trabajo de investigación sobre la tecnificación, caracterización físicoquímica y microbiológica del queso de capa de Mompox Colombia. Los resultados microbiológicos mostraron que la carga de hongos del queso artesanal está por encima de los valores recomendados. El queso tecnificado presentó mayores porcentajes de sólidos totales y rendimiento que el artesanal, además mejor calidad y propiedades organolépticas.

Negrini [46] Este autor hace referencia ciertas cantidades para la elaboración de quesos indica en la composición de la leche los siguientes porcentajes: grasa 3,91 a 4,21%; proteína 3,34 a 3,52%. En la composición del suero de la cuajada: grasa 1,2 a 1,3%; proteína 0,94 a

1,18% y un rendimiento del producto de 8,27 a 9.41 en la producción del queso caciotta a pasta hilada.

López, [48], en su estudio desarrolló un proceso estandarizado para incrementar la vida de anaquel en queso fresco tradicional ranchero y queso de pasta hilada tipo Oaxaca o asadero. Se determina en el queso de pasta hilada Ranchero y Asadero, negativo para *Staphylococcus aureus* y coliformes fecales; 200 y 100 UFC/g de hongos; 70 y 100 UFC/g de levaduras y Negativo para *Salmonella*. De acuerdo a estos resultados se consideraría que la vida de anaquel podría prolongarse a 20 días.

Zúñiga *et al.*, [1], evaluaron la dureza del queso Edam a través de técnicas de penetrometría y estudios de perfil de textura (TPA). Los resultados estadísticos mostraron que la dureza del producto aumentó con el tiempo de maduración, pero estos valores dependieron de la técnicas de medición ($P < 0,05$). El análisis de regresión lineal manifestó una relación del 85 % entre ambos métodos, donde los valores de dureza conseguidos en el penetrómetro por esfera son valorados con respecto a los datos obtenidos con la técnica del análisis de perfil de textura.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Lácteos de Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), situada en el km 7 de la Vía Quevedo – Santo Domingo, Cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos, entre las coordenadas geográficas 01° 06' de latitud Sur y 79° 29' de longitud Oeste. A una altura de 73 msnm. Las muestras se tomaron de la “Ganadería Carrera” ubicadas en el recinto Guasaganda perteneciente al cantón la Maná provincia de Cotopaxi.

Tabla 1. Características climatológicas de la Fina Experimental La María

Parámetros	Promedio
Temperatura °C	25,47
Humedad relativa, %	85,84
Precipitación, anual. Mm	2223,78
Heliofanía, horas/ luz /año	898,77
Evaporación, promedio anual (%)	78,30
Zona ecológica	bh – T
Topografía	Ligeramente Ondulada

Fuente: Departamento Agrometeorológico del INIAP, (2014) [49].

Elaborado por: Yessenia M., (2016)

3.2. Tipo de investigación

La presente investigación es de Tipo Experimental y Exploratoria, donde se evaluó el efecto de la acidez y temperatura (factores de estudio) sobre las propiedades físico-químicas, sensoriales y microbiológicas (variables) del queso hilado tipo “de hoja” para determinar una metodología innovadora en el proceso de fabricación.

3.3. Métodos de investigación

Se utilizó el método de investigación experimental donde se evaluaron las propiedades físico-químicas, sensoriales y microbiológicas del queso hilado tipo “de hoja” (variables dependientes) bajo dos niveles de acidez y temperatura (variables independientes) en su elaboración.

3.4. Fuentes de investigación

En el trabajo experimental se levantaron datos cuantitativos directamente de la medición del efecto de las variables (propiedades físico-químicas, sensoriales y microbiológicas) en cada factor (acidez y temperatura) se considera estas mediciones como fuentes de información primaria. Además, se contrastaron los resultados con investigaciones disponibles en diversas fuentes de consulta (libros, artículos científicos, tesis e información en la Web) consideradas como fuentes secundarias de información.

3.5. Diseño de la investigación

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de 2 x 2, dos niveles de acidez del suero (10.10 % y 0.87 %) y dos niveles de temperatura del hilado (68 °C y 80 °C) (Tabla 2), con tres repeticiones.

El modelo estadístico del diseño experimental es (Ecuación 1):

Ilustración 1. Ecuación 1

$$Y_{ijr} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

(Y_{ijr}) Variable de respuesta.

(μ) Media global.

(α_i) , Efecto del factor A (acidez del suero).

(β_j) Efecto del factor B (temperatura del hilado).

$(\alpha\beta_{ij})$, Interacción de factor AxB.

(ε_{ijk}) Error aleatorio (Error experimental).

El esquema del análisis de varianza ANDEVA se encuentra en la Tabla 3.

Tabla 2. Factores y niveles de estudios

Factores	Niveles
A. La acidez del suero	a₀ . 1,10 % a₁ . 0,87 %
B. Temperatura del hilado	b₀ . 68 °C b₁ . 80 °C

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

Tabla 3. ADEVA del diseño experimental

Fuente de Variación	Grados de libertad	
Tratamiento	(a.b-1)	3
Acidez del suero (A)	(a-1)	1
Temperatura del hilado (B)	(b -1)	1
A x B	(a-1)(b-1)	1
Error experimental	ab(r-1)	8
Total	abr-1	11

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

En la Tabla 4, se muestra la combinación de los factores.

Tabla 4. Combinación de los factores

Tratamientos		Descripción
T1	a ₀ b ₀	Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 68 °C
T2	a ₀ b ₁	Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 80 °C
T3	a ₁ b ₀	Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 68 °C
T4	a ₁ b ₁	Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 80 °C

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

3.6. Instrumentos de investigación

Los instrumentos de investigación que permitieron la generación de datos de respuesta fueron las variables.

Se realizó el análisis de la materia prima con la medición de los siguientes parámetros:

Tabla 5. Descripción de los análisis de la materia prima

Físico	Químico**	Microbiológica
Densidad	Acidez	Prueba de azul metilo
Textura	Proteína	Recuento de coliformes fecales y <i>E.coli</i>
	Grasa	Control microbiológico de Salmonella
	Solidos Totales	Control microbiológico de <i>Staphylococcus aureus</i>
	pH	

** realizado al suero **Elaborado por:** Marcillo

3.7. Variables evaluadas

3.7.1. Análisis físico de la materia prima (leche)

Densidad de la leche: El método se basa en el uso de un densímetro graduado adecuadamente. La densidad relativa a [20/20°C] de la leche, se calcula mediante la Ecuación 2 [6].

Ilustración 2. Densidad de la leche Ecuación 2

$$d_{20} = d + 0,0002(t - 20)$$

(Ecuación 2)

Donde:

d_{20} = densidad relativa a 20/20°C;

d = densidad aparente a $t^{\circ}\text{C}$ (ver 5.4.4);

t = temperatura de la muestra durante la determinación, en $^{\circ}\text{C}$

Acidez: Se procedió a realizar el análisis de la acidez con una solución estandarizada de hidróxido de sodio, se utilizó el indicador con nombre fenolftaleína [50]. La acidez titulable de la leche se calculó mediante la ecuación siguiente (Ecuación 2).

Ilustración 3. Acidez de la leche

$$A = 0,090 \frac{V \times N}{m_1 - m} \times 100 \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

A = acidez titulable de la leche, en porcentaje en masa de ácido láctico.

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm³.

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

m = masa del matraz Erlenmeyer vacío, en g.

m1 = masa del matraz Erlenmeyer con la leche, en g.

3.7.2. Análisis químico de la leche y el suero

pH de la leche y suero: El fundamento para la determinación electrométrica del pH en una muestra, se utilizó un electrodo de vidrio que mide el cambio eléctrico producido por el cambio de pH [51].

Grasa de la leche: **Consiste en eliminar con éter dietílico y éter de petróleo la grasa contenida en una solución etanólica amoniacal de leche; evaporar los solventes y pesar el residuo [8]. Se calculó con la Ecuación 3.**

Ilustración 4. Grasa de Leche y suero

$$G(\%) = \frac{(m1-m2)-(m3-m4)}{m} \times 100 \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

G = contenido de grasa, en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra analizada, en g.

m 1= masa del Erlenmeyer con el extracto, en g.

m 2= masa del Erlenmeyer vacío, o del Erlenmeyer con el material insoluble, en g.

m 3= masa del Erlenmeyer con el extracto resultante en la determinación en blanco, en g

m 4= masa del Erlenmeyer vacío empleado en la determinación en blanco, o del Erlenmeyer con material insoluble, en g.

Proteína de la leche: Se determinó el contenido de nitrógeno total mediante el método de Kjeldahl, y se multiplicó el resultado por el factor 6,38 para expresarlo como proteína [9]. Con la ecuación 4.

Ilustración 5. Proteína de la leche

$$P(\%) = (1,40)(6,83) \frac{(V1N1-V2N2)-(V3N1-V4N2)}{m} \quad \text{Ecuación 5.}$$

Donde:

P = contenido de proteínas en la leche, en porcentaje de masa.

V1= volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado de la muestra, en cm³

N1= normalidad de la solución de ácido sulfúrico.

V2= volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm³.

N2= normalidad de la solución de hidróxido de sodio,

V3= volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado del ensayo en blanco, en cm³.

V4= volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación del ensayo en blanco, en cm³.

m = masa de la muestra de la leche, en g.

Sólidos totales de la leche y suero: Se desecó, mediante evaporación, una cantidad determinada de leche y se pesó el residuo, que corresponde a los sólidos totales de la leche [10]. El contenido de sólidos totales de la leche se calculó mediante la Ecuación 5.

Ilustración 6. Sólidos Totales de la leche y suero

$$S = \frac{m1-m}{m2-m} \times 100 \quad \text{Ecuación 6.}$$

Donde:

S = contenido de sólidos totales, en porcentaje de masa;

m = masa de la cápsula vacía, en g;

m2 = masa de la cápsula con la leche (antes de la desecación), en g;

m1 = masa de la cápsula con los sólidos totales (después de la desecación), en g.

3.7.3. Análisis físico-químico del queso

pH del queso: Con un potenciómetro según lo descrito en [51]. Se coloca la muestra en un vaso de precipitación; al introducir los electrodos y se observa la determinación del pH.

Grasa en extracto seco del queso: Consistió en apartar, mediante acidificación y centrifugación, la materia grasa contenida en el producto analizado, y establecer el contenido de grasa mediante lectura directa en un butirómetro estandarizado [5]. Para determinar el contenido de grasa en el extracto seco de un queso, puede emplearse la expresión aritmética siguiente (Ecuación 6):

Ilustración 7. Grasa en extracto seco del queso

$$G' = \frac{G}{100-H} \times 100 \quad \text{Ecuación 7.}$$

Donde:

G' = contenido de grasa en el extracto seco, en porcentaje de masa.

G = contenido de grasa, en porcentaje de masa.

H = contenido de humedad, en porcentaje de masa.

Proteína del queso por el método Kjeldhal: Según lo propuesto por la AOAC [52], por el método de micro-Kjeldahl, con digestión ácida a temperaturas de 150, 280 y 400 °C, destilación en ácido bórico e hidróxido de sodio y titulación con ácido clorhídrico 1N. Se usa el factor N x 6.25, con la Ecuación 7:

Ilustración 8. Ecuación Proteína del queso por el método Kjeldhal

$$PB(\%) = \frac{(VH2SO4 - Vb) \times 1,401 \times NH2SO4}{g \text{ Muestra}} \times F \quad \text{Ecuación 8.}$$

%PB: Porcentaje de Proteína Bruta.
VH2SO4: Volumen de ácido consumido en titulación.
Vb: Volumen del blanco (0,3).
1,401: Peso atómico del Nitrógeno.
NH2SO4: Normalidad del ácido clorhídrico (0,1 N)
F: Factor de conversión (6,26)
g Muestra: Peso de la muestra (g)

3.7.4. Análisis sensorial en el queso

Para el análisis sensorial de Color; Olor; Sabor y Textura se emplearon una prueba hedónica de intensidad de aceptación por jueces potencialmente consumidores [53]. Y mediante un análisis descriptivo cuantitativo con jueces entrenados [54] con un total de 7 participantes por tratamiento

3.7.5. Análisis microbiológico materia prima (leche) y queso

Recuento de coliformes fecales y E.coli: En base a lo descrito en la norma NT-INEN-1529 para el recuento de coliformes fecales y E.coli [55]. El número N de UFC de coliformes fecales y *E.coli* se calcula mediante la siguiente Ecuación 8:

Ilustración 9. Recuento de coliformes fecales y E. coli.

$$N = \frac{\text{Número total de colonias calculadas}}{\text{Cantidad total de muestra sembrada}}$$

$$N = \frac{\sum c}{v(n1+0,1n2)d} \quad \text{Ecuación 9.}$$

Donde:

$\sum C$ = suma de las colonias calculadas en todas las placas elegidas;

n1 = número de placas contadas de la primera dilución seleccionada;

n2 = número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada;

d = dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo 10^{-2} ;

V = volumen del inóculo sembrado en cada placa.

Control microbiológico de Salmonella: El control microbiológico de Salmonella se realizó en base a lo descrito en la norma NT-INEN-1529-15 [56].

Control microbiológico de *Staphylococcus aureus*: Se fundamenta en el método de recuento en placa de siembra por extensión en superficie para fijar el número de células viables de *S aureus* coagulase positivos, presentes en un gramo ó centímetro cúbico de muestra de alimento [18]. El número N de UFC de *S. aureus* se calcula mediante la siguiente Ecuación 12:

Ilustración 10. Control microbiológico de *Staphylococcus aureus*.

$$N = \frac{\text{Número total de colonias calculadas}}{\text{Cantidad total de muestra sembrada}}$$

$$N = \frac{\sum c}{v(n1+0,1n2)d} \quad \text{Ecuación 10.}$$

Donde:

$\sum C$ = suma de las colonias calculadas en todas las placas elegidas;

n1 = número de placas contadas de la primera dilución seleccionada;

n2 = número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada;

d = dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo 10^{-2} ;

V = volumen del inóculo sembrado en cada placa.

Control de *Listeria monocytogenes*: Se determinó según lo descrito en la norma ISO-11290-1 [57].

3.7.6. Indicadores para el hilado del queso

Grado de penetración de la cuajada: El grado de penetración de la cuajada se realizó en base a lo indicado en la norma NRIAL-027 de 1990 [58].

3.7.6.2. Prueba de estiramiento

La prueba de estiramiento (prueba de tenedor) se realizó en conformidad a lo planteado por Gunasekaran y Mehmet, 2003 [59].

3.7.7. Procedimiento experimental

El procedimiento para la elaboración del queso se realizará de manera simultánea con los siguientes pasos.

- a) Recibo de la leche, medición y análisis de los indicadores de control.
- b) Pasteurización de la leche en tanque a temperatura 68 °C y tiempo de retención 20 minutos.
- c) Enfriamiento de la leche a 35 °C.
- d) Adición cultivo iniciador líquido para queso a razón de 1,5 %.
- e) Adición de cuajo cuando se haya alcanzado una acidez entre 0,16 a 0,17 % (para alcanzar una coagulación inicial de aproximadamente 15 min).
- f) Cortar la cuajada con la firmeza fijada en cubos de 3 a 4 cm.
- g) Dejar la cuajada en reposo durante 5 min.
- h) Extraer aproximadamente 20 % del suero.
- i) Elaborar la cuajada durante 10 a 15 min agitando y calentando hasta alcanzar de 42 a 45 °C.
- j) Desuerar la masa quesera y agruparla para formar pequeños bloques.
- k) Dejar en reposo hasta que el suero alcance la acidez de 1.10 % ; 087%.
- l) Sumergir el bloque en agua caliente a la 68 y 80 °C hasta lograr que la masa quesera hile.
- m) Sacar el bloque y ponerlo sobre la mesa de estiramiento.
- n) Someter las porciones de masa quesera a estiramiento para la de formación de bandas de acuerdo a dimensiones y espesor para este tipo de queso.

- o) Incorporación de sal fina a razón de 1,5 % p/p polvoreando sobre toda la banda de masa quesera.
- p) Enrollamiento de la banda de masa quesera.
- q) Dejar el producto enrollado en reposo (oreo) por un tiempo de acuerdo a tecnología típica.
- r) Empacado en fundas de polietileno con al cierre al vacío.
- s) Conservación en refrigeración a temperatura de 4 a 6 °C.

3.7.8. Tratamiento de los datos

Los datos se analizaron mediante el análisis de varianza (ANDEVA) y comparación de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$), con la utilización del paquete estadístico SAS [60]. Las figuras y procesamiento de los valores de campo se realizaron en hojas de cálculo de EXCEL de Microsoft.

3.7.9. Recursos humanos y materiales

Talento humano que contribuyó en la realización del presente proyecto de investigación:

- Directora del Proyecto de Investigación Ing. MSc. Azucena Bernal Gutiérrez.
- Coordinadora del Laboratorio de Lácticos: Ing. Lourdes Rocio Ramos Makliff MSc.
- Estudiante Marcillo Salazar Yessenia Natali.

Se utilizaron las siguientes materias primas, materiales, reactivos y equipos:

Materia prima

- Leche de vaca
- Cultivo iniciadores para quesería DANESCO
- Cuajo líquido MARSHALL DANESCO
- Sal refinada calidad alimentaria

Materiales de laboratorio

Vaso de precipitación	250mL; 2000mL
Buretas	25cm ³ ; 50cm ³
Pipetas aforada	10mL, 11 ml
Matraces aforado	50cm ³ ; 100cm ³ ;

Matraz Erlenmeyer	100cm ³ ; 500cm ³
Matraz Kjeldahl	500cm ³
Varilla de vidrios	8mm
Tamices de ensayo	2mm
Termómetro	Mercurio
Probeta graduada	500MI

Reactivos

- Ácido sulfúrico
- Solución 0.1N de ácido sulfúrico
- Solución concentrada de hidróxido de sodio
- Solución de hidróxido de sodio 0.1N
- Solución de sulfúrico alcalino o solución de tiosulfato de sodio
- Sulfato de potássio o sulfato de sódio anhidrido
- Oxido mercúrico, o mercurio metálico
- Solución alcohólica de rojo de metilo
- Alcohol isomilico
- Agua destilada
- Ácido clorhídrico
- Azul metileno

Equipos

- Centrifugador de Gerber
- Estufa ajustado 103°C ± 2°C
- Balanza analítica 0.1mg; 0,2g
- Picnómetro
- Cronómetro
- Desecador
- Baño de agua
- Baño termostático
- Aparato de Kjeldhal

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Análisis físico-químico y microbiológico de la materia prima

Tabla 6. Análisis físico – químico de la materia prima

Parámetro	Valor
Densidad	1,28
Acidez %	0,15
pH	6,44
Grasa %	4,17
Proteína %	4,64
Solidos Totales %	29,46
Reductasa (h)	4,33
Coliformes fecales (NMP/g)	$4,6 \times 10^7$
E. Coli (UFC/g)	$4,6 \times 10^7$
Staphylococcus aureus (UFC/g)	$4,5 \times 10^4$
Listeria monocytogenes (25g)	Ausencia
Salmonella spp (25g)	Ausencia

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

En la tabla 6 indico las características promedio de la materia prima utilizada en el proyecto de investigación, cumple con los parámetros fisicoquímicos y de Reductasa permitidos por las normas NTE-INEN-0009 (2008) para leche cruda, aunque se observa la apariencia de ciertos microorganismos patógenos que solicitan ser eliminados con el tratamiento térmico para la producción del queso de hoja.

4.1.2. Análisis físico-químico del suero

El efecto simple de la acidez (Factor A) y temperatura del hilado (Factor B), se presentan en la Tabla 7.

El nivel de acidez en el hilado tuvo efecto ($p < 0.05$) sobre la composición química del suero resultante, de manera que el incremento del nivel de acidez aumentó el contenido de los elementos evaluados, con 1.10 % se obtuvieron: sólidos totales 7.15%, pH 5.80 y grasa

0.050%, no obstante, el contenido de proteína disminuyó con el nivel más alto de acidez de 1.10 % se obtuvo 0.89%.

Se observó que a mayor temperatura del hilado disminuyen ($p < 0,05$) los valores de pH, grasa y proteína mientras que en los sólidos totales no se presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) con 68 °C se obtuvieron valores de 5,56, 0,045, 1,25 y 6,89 en respectivamente en estos elementos.

Tabla 7. Efecto de la acidez y temperatura del hilado sobre la composición físico – química del suero.

Factores	Variables			
	Sólidos Totales	pH	Grasa	Proteína
A. Acidez				
1,10 %	7,15 ^a	5,80 ^a	0,050 ^a	0,89 ^b
0,87 %	5,53 ^b	5,12 ^b	0,035 ^b	1,34 ^a
B. Temperatura				
68 °C	6,89 ^a	5,56 ^a	0,045 ^a	1,25 ^a
80 °C	6,79 ^a	5,37 ^b	0,040 ^b	0,98 ^b
CV %	2.57	1.92	6.85	5.43
P< Acidez	0,003	<.0001	<.0001	<.0001
P< Temperatura	0,3317	0,0140	0,0179	<.0001

CV: Coeficiente de Variación; P<: Probabilidad; ^{abcd} Promedios en cada columna con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$).

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

El efecto de la combinación de los factores acidez y temperatura del hilado (A x B) se presentan en la Tabla 8.

El tratamiento T2 (Acidez del suero 1,10 % + temperatura de hilado 80 °C) presentó el mayor ($p < 0,05$) valor de sólidos totales con 7,51% mientras T4 (Acidez del suero 0,87 % + temperatura de hilado 80°C) obtuvo el valor más bajo con 6,07% en esta variable.

El pH fue superior ($p < 0,05$) en el tratamiento T3 (Acidez del suero 0,87 % + temperatura de hilado 68°C) con 5,95 mientras T1 y T2 que reportaron los valores más bajos fueron estadísticamente iguales con 5,17 y 5,08.

El contenido de grasa fue superior ($p < 0,05$) en T1 y T2 con 0,05% cada uno mientras T4 reportó el valor más bajo con 0,03%. El contenido de proteína del suero fue mayor ($p < 0,05$) en T3 con 1,43% mientras T2 obtuvo 0,71% respectivamente.

Tabla 8. Efecto de la combinación de los factores (acidez y temperatura del hilado) sobre la composición físico-química del suero.

Tratamientos	Variables			
	Sólidos Totales	pH	Grasa	Proteína
T1	6,79 ^b	5,17 ^c	0,05 ^a	1,07 ^c
T2	7,51 ^a	5,08 ^c	0,05 ^a	0,71 ^d
T3	7,00 ^b	5,95 ^a	0,04 ^b	1,43 ^a
T4	6,07 ^c	5,66 ^b	0,03 ^c	1,25 ^b
CV %	2,57	1,92	6,85	5,43
P< Acidez xTemperatura	<.0001	<.0001	0,0179	0,359

T1: Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 68°C; T2: Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 80°C; T3: Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 68°C; T4: Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 80°C; CV: Coeficiente de Variación; P<: Probabilidad; ^{abcd} Promedios en cada columna con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$).

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

Con relación a los sólidos totales se obtuvo valores que se encuentran relacionados en comparación con los presentados por Hernández (2014) que realizó una investigación de caracterización de los sueros de quesos frescos y acidificados que presenta valores entre 6%-7%, sobresaliendo el T2 (Acidez del suero 1,10 % + temperatura de hilado 80°C) con un mayor contenido de sólidos totales.

En lo que respecta a proteína los valores se encuentran entre 0,71%-1,43% estando estas interacciones por debajo de lo requerido por la NTE-INEN-2594 (2011) que expresa con una cantidad mínima de 8% de proteínas lácteas para sueros obtenidos como subproductos del proceso de queso, en relación con la grasa que se obtuvo resultados de 0,03%-0,05% estando por debajo de lo requerido por la norma NTE-INEN-2594 (2011) que exige en el suero lácteo como subproducto obtenga un máximo del 0,3% de grasa láctea, lo que indica que no puede ser aplicada para un subproducto. pH 4,8- 6,4 el mismo que se encuentra dentro rango establecido de dicha norma.

4.1.3. Análisis físico-químico del queso

El efecto simple de la acidez (Factor A) y temperatura del hilado (Factor B) sobre la composición físico-química del queso tipo “De Hoja” se muestran en la Tabla 9. Se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) en los parámetros de composición físico-química evaluada con excepción del pH donde no existió diferencia ($p > 0,05$).

El nivel de acidez en el hilado incrementó el contenido de acidez y grasa del queso tipo “De hoja”, con 0,87 % se obtuvieron 1,23 y 33,15% de acidez y grasa respectivamente. De manera inversa en el nivel de acidez de 1,10 % se reportó el mayor contenido de sólidos totales con 43,54% y proteína con 30,83%. De esta manera indica que un nivel bajo de acidez en el hilado mejora las características físico-química del queso tipo “De Hoja” en el contenido de grasa y la proteína.

Con excepción del pH la temperatura del hilado tuvo efecto significativo ($p < 0,05$) en la composición físico-química del queso tipo “De hoja”, se observó que el incremento de la temperatura del hilado disminuye la acidez y grasa del queso mientras incrementa el contenido de sólidos totales y proteína respectivamente (Tabla 9).

Tabla 9. Efecto de la acidez y temperatura del hilado sobre la composición físico-química del queso tipo “De Hoja”.

Factores	Variables				
	Sólidos Totales	Acidez	pH	Grasa	Proteína
A. Acidez					
1,10 %	43,54 ^a	0,95 ^b	5,09 ^a	24,31 ^b	30,83 ^a
0,87 %	41,89 ^b	1,23 ^a	4,88 ^a	33,15 ^a	23,68 ^b
B. Temperatura					
68 °C	42,10 ^b	1,17 ^a	4,91 ^a	30,97 ^a	25,62 ^b
80 °C	43,30 ^a	1,02 ^b	5,06 ^a	26,49 ^b	28,90 ^a
CV %	0,61	6,16	3,99	0,90	1,28
P< Acidez	<.0001	<.0001	0,1058	<.0001	<.0001
P< Temperatura	<.0001	0,0044	0,2292	<.0001	<.0001

CV: Coeficiente de Variación; P<: Probabilidad; ^{abcd} Promedios en cada columna con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0,05$).

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

Maldonado *et al.*, [38], por su parte encontraron que el queso telita se determina por mostrar alto contenido de grasa de un 46,93% en base seca (bs), pH 5,2 y 0,56%, de acidez, proteína de 43,71% casi iguales a los reportados el presente trabajo.

En la Tabla 10, se presenta el efecto de la combinación de los factores acidez y temperatura (A x B) sobre la composición físico-química del queso tipo “De Hoja”. Se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) en los parámetros evaluados con excepción del pH. En el tratamiento T1 (Acidez del suero 1,10 % + temperatura de hilado 68 °C), reportó el mayor ($p < 0,05$) contenido de sólidos totales con 44,24% mientras T3 (Acidez del suero 0,87 % + temperatura de hilado 68 °C) obtuvo el valor más bajo con 41,35%.

El mayor ($p < 0,05$) valor de acidez se expresó en el tratamiento T3 con 1,43, los demás tratamientos fueron estadísticamente iguales. El mayor ($p < 0,05$) contenido de grasa se presentó en el tratamiento T4 (Acidez del suero 0,87 % + temperatura de hilado 80°C) con 36,37% mientras T2 (Acidez del suero 1,10 % + temperatura de hilado 80°C) obtuvo 16,61% siendo este el menor valor. Inversamente proporcional en estos tratamientos se obtuvo el menor contenido de proteína T4 con 19,96% y T2 con 37,84%, se demuestra que a mayor contenido de grasa menor proporción de proteína en el queso, dando un mejor valor nutricional el tratamiento T2 por su bajo contenido de grasa y mayor nivel proteico.

Tabla 10. Efecto de la combinación de los factores (acidez y temperatura del hilado) sobre la composición físico-química del queso tipo “De Hoja”.

Tratamientos	Variables				
	Sólidos Totales %	Acidez	Ph	Grasa%	Proteína%
T1	42,85 ^b	0,91 ^b	5,11 ^a	32,01 ^b	23,83 ^c
T2	44,24 ^a	0,99 ^b	5,08 ^a	16,61 ^d	37,84 ^a
T3	41,35 ^c	1,43 ^a	4,72 ^a	29,93 ^c	27,41 ^b
T4	42,36 ^b	1,04 ^b	5,05 ^a	36,37 ^a	19,96 ^d
CV %	0,61	6,16	3,99	0,90	1,28
P< Acidez x Temperatura	0,2452	0,0003	0,1569	<.0001	<.0001

T1: Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 68°C; T2: Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 80°C; T3: Acidez del suero 0.87% + temperatura de hilado 68°C; T4: Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 80°C; CV: Coeficiente de Variación; P<: Probabilidad; ^{abcd} Promedios en cada columna con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$).

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

En la tabla 10 se observa que los valores obtenidos en pH en la investigación entre 4,72-5,11, sin embargo, que no existe normativa que detalle un valor promedio citado en quesos, pero basados a la investigación de Granados et al. (2010) y Ramírez et al. (2010) Obtienen valores entre 5,2-5,6 al tecnificar el queso de Capa y caracterizar el Quesillo, ambos de origen Colombiano, en lo que compete a la conservación del queso de pasta hilada Barreiro (2006) define que un menor pH disminuye el tiempo de desarrollo de microorganismos y en

quesos recomienda valores cercanos a 4,7, en este caso se encuentra el T3 (Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 68 °C) con un menor pH de 4,72.

En grasa el queso de hoja logrado se encuentra entre 16,61% - 32,01% de grasa en su composición, estando estos resultados por debajo de los valores requeridos por la norma NTE INEN 0082 (2011) para el queso Mozzarella que exige mínimo 45% de grasa en extracto seco de igual manera con la norma NTE INEN 0079 (2012) del queso provolone acepto con la norma PROY-NMX-F-733-COFOCALEC (2012) que plantea una grasa mínima al 22% de la composición del queso Oaxaca, por lo cual ningún tratamiento cumple esta composición.

En el porcentaje de proteína que se obtuvo en los diferentes tratamientos se encuentran resultados entre 19,96% - 37,84% la cual se encuentra el T2 (Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 80 °C) por debajo de los valores exigidos en el queso Oaxaca por la norma NMX-F-733-COFOCALEC (2012) que dispone un valor mínimo del 21,5% de proteína en la composición en el queso Oaxaca, mientras Granados et al. (2010) en la caracterización del queso capa obtiene el 24% de proteína, Granados et al. (2010) describe en el queso telita del 15%-21%, y en el caso del queso mozzarella (13,5%-23,7%) descrito por Villegas (2005), los categorías y valores en cuanto a la optimización en crecer el valor nutritivo del producto en este punto se encuentra dentro del rango el T1 (Acidez 1.10 % + temperatura 68 °C).

4.1.4. Análisis sensorial del queso

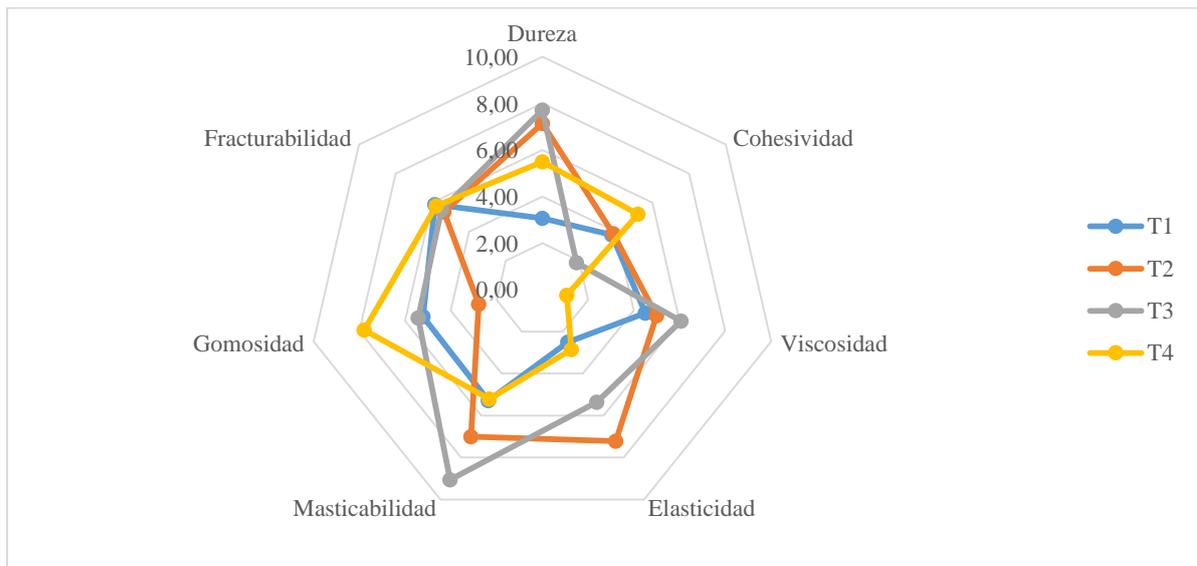
El resultado del análisis sensorial de textura del queso tipo “De Hoja” en los factores acidez (A) y temperatura del hilado (B) se presentan en la Tabla 11. La acidez no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) en la percepción de cohesión y fracturabilidad del queso tipo “De Hoja”, mientras los parámetros de dureza, masticabilidad y gomosidad se acentuaron ($p < 0,05$) con el nivel de acidez de 0,87 % en estos dos últimos la intensidad fue mayor al nivel intermedio de referencia. La percepción de los parámetros de viscosidad y elasticidad fueron mayores ($p < 0,05$) con el nivel de acidez de 1,10 % con un nivel de intensidad menos al intermedio de referencia de la escala.

La temperatura del hilado nos indicó efecto ($p > 0,05$) en la percepción de dureza, gomosidad y fracturabilidad en estos parámetros la intensidad estuvo en el nivel intermedio de la escala de referencia. La atribución de viscosidad y masticabilidad fue acentuada con la temperatura de 68% con valores que superaron la intensidad intermedia de la escala. El incremento de la temperatura del hilado aumento ($p < 0,05$) la percepción de cohesión y elasticidad no obstante obtuvieron una intensidad intermedia.

En la combinación de los factores acidez y temperatura del hilado (A x B), sobre el análisis sensorial de textura del queso tipo “De Hoja” (Tabla 11), la únicamente el parámetro de fracturabilidad no manifestó diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$). La percepción de dureza y elasticidad fueron mayores ($p < 0,05$) en T2 (Acidez del suero 1,10 % + temperatura de hilado 80°C) con un nivel superior al intermedio de referencia de la escala de intensidad. El tratamiento T4 (Acidez del suero 0,87 % + temperatura de hilado 80°C) presentó mayor cualidad de cohesión y gomosidad con mayor intensidad en este último parámetro. La atribución de viscosidad y masticabilidad se acentuaron en el tratamiento T3 (Acidez del suero 0,87 % + temperatura de hilado 68°C) con este último parámetro el mayor valor en la escala de intensidad de referencia.

En la Figura 3, se indica de manera consolidada el valor comparativo de los parámetros evaluados en el análisis sensorial de textura del queso tipo “De hoja”.

Figura 3. Análisis sensorial de textura del queso tipo “De Hoja”



T1: Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 68°C; T2: Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 80°C; T3: Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 68°C; T4: Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 80°C

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

Efecto de la acidez y temperatura del hilado sobre el análisis sensorial de olor y sabor del queso tipo “De Hoja” se muestra en la Tabla 12.

La percepción de olor a leche se acentuó ($p < 0,05$) en un nivel de intensidad mayor al intermedio de la escala con el nivel de acidez de 1,10 % y con la temperatura de 68 °C, se determinó que de manera independiente el incremento de acidez y temperatura del hilado reducen ($p < 0,05$) las atribuciones de cremosidad, oleosidad, color marfil, pastosidad y sabor amargo del queso tipo “De hoja” no obstante incrementan ($p < 0,05$) la percepción del nivel de sal, cabe señalar que no sobrepasaron el nivel intermedio de la escala de intensidad en ninguno de los casos.

Efecto de la combinación de los factores acidez y temperatura del hilado (A x B) sobre el análisis sensorial de olor y sabor del queso tipo “De Hoja” se presentan en la Tabla 12, no se encontró diferencias significativas ($p > 0,05$) en las atribuciones sensoriales de olor a leche y sabor amargo. La percepción de cremosidad, oleosidad, color marfil y pastosidad fue mayor ($p < 0,05$) en el tratamiento T1 (Acidez del suero 1,10 % + temperatura de hilado 68°C), mientras T4 obtuvo la menor ($p < 0,05$) valoración de intensidad las atribuciones de cremosidad. T3 el menor ($p < 0,05$) valor en las características de color marfil y pastosidad respectivamente. El nivel de sal fue mayor en T4 y menor en T1 ($p < 0,05$).

Tabla 11. Efecto de la acidez y temperatura del hilado sobre el análisis sensorial de textura del queso tipo “De Hoja”.

Factores	Parámetros						
	Dureza	Cohesión	Viscosidad	Elasticidad	Masticabilidad	Gomosidad	Fracturabilidad
A. Acidez							
1,10 %	5,10 ^b	3,82 ^a	4,75 ^a	4,85 ^a	6,14 ^b	4,00 ^b	5,60 ^a
0,87 %	6,60 ^a	3,53 ^a	3,57 ^b	4,10 ^b	7,13 ^a	6,60 ^a	5,64 ^a
B. Temperatura							
68 °C	5,39 ^a	2,82 ^b	5,28 ^a	3,92 ^b	7,17 ^a	5,32 ^a	5,67 ^a
80 °C	6,32 ^a	4,53 ^a	3,03 ^b	5,03 ^a	6,10 ^b	5,28 ^a	5,57 ^a
CV %	29,05	19,27	16,21	12,99	11,33	13,60	10,97
P< Acidez	0,0284	0,2971	0,0001	0,0023	0,0019	<.0001	0,8796
P< Temperatura	0,1618	<.0001	<.0001	<.0001	0,0010	0,8969	0,6502

Valores expresados en escala de 0 a 10 que refleja la intensidad percibida en cada parámetro; CV: Coeficiente de Variación; P<: Probabilidad; ^{abcd} Promedios en cada columna con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey p≤0.05).

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

Tabla 12. Efecto de la combinación de los factores (acidez y temperatura del hilado) sobre el análisis sensorial de textura del queso tipo “De Hoja”.

Tratamientos	Parámetros						
	Dureza	Cohesión	Viscosidad	Elasticidad	Masticabilidad	Gomosidad	Fracturabilidad
T1	3,07 ^b	3,78 ^b	4,50 ^b	2,50 ^c	5,28 ^c	5,21 ^b	5,85 ^a
T2	7,14 ^a	3,85 ^b	5,00 ^b	7,21 ^a	7,00 ^b	2,78 ^c	5,35 ^a
T3	7,71 ^a	1,85 ^c	6,07 ^a	5,35 ^b	9,05 ^a	5,42 ^b	5,50 ^a
T4	5,50 ^{ab}	5,21 ^a	1,07 ^c	2,85 ^c	5,21 ^c	7,78 ^a	5,78 ^a
CV %	29,05	19,27	16,21	12,99	11,33	13,60	10,97
P< Acidez x	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0,1051

Valores expresados en escala de 0 a 10 que refleja la intensidad percibida en cada parámetro; T1: Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 68°C; T2: Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 80°C; T3: Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 68°C; T4: Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 80°C; CV: Coeficiente de Variación; P<: Probabilidad; ^{abcd} Promedios en cada columna con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey p≤0.05).

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

Tabla 13. Efecto de la acidez y temperatura del hilado sobre el análisis sensorial de olor y sabor del queso tipo “De Hoja”.

Factores	Parámetros						
	Olor leche	Cremosidad	Oleosidad	Color Marfil	Pastosidad	Sabor amargo	Nivel de sal
A. Acidez							
1,10 %	6,32 ^a	4,82 ^a	3,00 ^a	5,15 ^a	4,03 ^a	1,14 ^a	3,85 ^b
0,87 %	5,32 ^b	4,14 ^b	1,82 ^b	4,41 ^b	1,85 ^b	0,5 ^b	4,82 ^a
B. Temperatura							
68 °C	6,32 ^a	5,00 ^a	3,03 ^a	4,60 ^a	3,42 ^a	1,10 ^a	4,01 ^b
80 °C	5,32 ^b	3,96 ^b	1,78 ^b	4,96 ^a	2,46 ^b	0,54 ^b	4,67 ^a
CV %	11,20	15,10	20,11	10,09	25,85	56,18	9,13
P< Acidez	0,0005	0,0140	<.0001	0,0004	<.0001	0,0012	<.0001
P< Temperatura	0,0005	0,0005	<.0001	0,10621	0,0027	0,0039	0,0002

Valores expresados en escala de 0 a 10 que refleja la intensidad percibida en cada parámetro; CV: Coeficiente de Variación; P<: Probabilidad; ^{abcd} Promedios en cada columna con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$).

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

Tabla 14. Efecto de la combinación de los factores (acidez y temperatura del hilado) sobre el análisis sensorial de olor y sabor del queso tipo “De Hoja”.

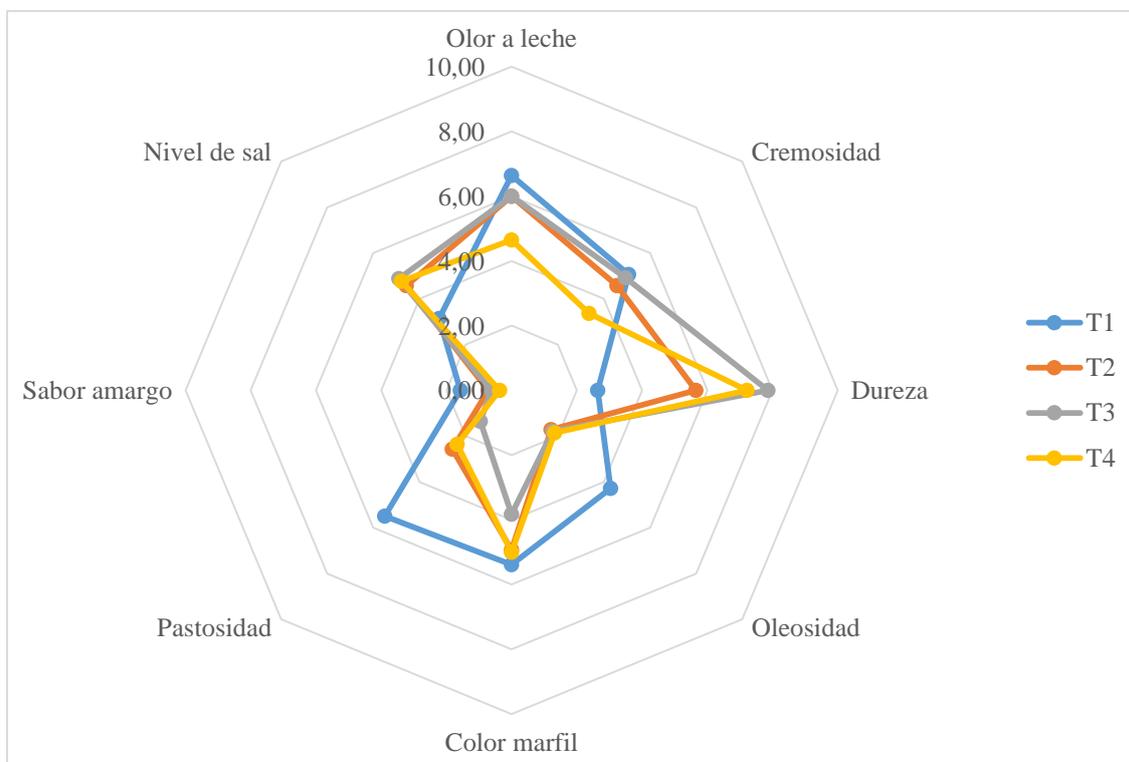
Tratamientos	Parámetros						
	Olor leche	Cremosidad	Oleosidad	Color Marfil	Pastosidad	Sabor amargo	Nivel de sal
T1	6,64 ^a	5,07 ^a	4,28 ^a	5,38 ^a	5,50 ^a	1,57 ^a	3,14 ^b
T2	6,00 ^a	4,57 ^a	1,71 ^b	4,92 ^a	2,57 ^b	0,71 ^a	4,57 ^a
T3	6,00 ^a	4,92 ^a	1,78 ^b	3,82 ^b	1,35 ^c	0,62 ^a	4,88 ^a
T4	4,64 ^a	3,35 ^b	1,85 ^b	5,00 ^a	2,35 ^{bc}	0,37 ^a	7,77 ^a
CV %	11,20	15,10	20,11	10,09	25,85	56,18	9,13
P< Acidez x	0,1604	0,0470	<.0001	0,0002	<.0001	0,0983	<.0001

Valores expresados en escala de 0 a 10 que refleja la intensidad percibida en cada parámetro; T1: Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 68°C; T2: Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 80°C; T3: Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 68°C; T4: Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 80°C; CV: Coeficiente de Variación; P<: Probabilidad; ^{abcd} Promedios en cada columna con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$).

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

En la Figura 4, se muestra de manera consolidada el valor comparativo de los parámetros evaluados en el análisis sensorial de olor y sabor del queso tipo “De hoja”.

Figura 4. Análisis sensorial de olor y sabor del queso tipo “De Hoja”.



T1: Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 68°C; T2: Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 80°C; T3: Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 68°C; T4: Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 80°C

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

4.1.5. Indicadores para el hilado del queso

En la Tabla 15, se indica el efecto de la acidez y temperatura del hilado sobre el rendimiento, prueba de estiramiento y grado de penetración de la cuajada del queso tipo “De Hoja”.

El rendimiento fue inversamente proporcional al nivel de acidez del hilado del queso tipo “de hoja”. El mayor ($p < 0,05$) rendimiento se obtuvo con 1,10 % con un valor de 9,53% en comparación a 8,07% obtenido con 0,87 %. La temperatura del hilado mejoró ($p < 0,05$) el rendimiento con un valor de 10,02% con 80 °C, mientras que solo se obtuvo un rendimiento de 7,58% con 68 °C respectivamente. Granados., [45] determinaron un rendimiento de 10%

y 11% en el queso hilado de capa I artesanal y tecnificado respectivamente superiores a los reportados en el presente trabajo de investigación.

En la prueba de estiramiento la acidez disminuyó ($p < 0,05$) este parámetro evaluado, con 0,87 % se obtuvo 7,50 cm mientras que con 1,10 % 8,00 cm de estiramiento, no obstante el aumento de temperatura del hilado incrementó el estiramiento de tal manera que con 80 °C se obtuvo 8,50 y con 68 °C 7,00 cm de estiramiento.

Tabla 15. Efecto de la acidez y temperatura del hilado sobre el rendimiento, prueba de estiramiento y grado de penetración de la cuajada del queso tipo “De Hoja”.

Factores	Variables		
	Rendimiento (%)	Estiramiento (cm)	Penetración
A. Acidez			
1,10 %	9,53 ^a	8,00 ^a	1,90 ^a
0,87 %	8,07 ^b	7,50 ^b	1,90 ^a
B. Temperatura			
68 °C	7,58 ^b	7,00 ^b	1,90 ^a
80 °C	10,02 ^a	8,50 ^a	1,90 ^a
CV %	3,48	3,47	0,0
P< Acidez	<.0001	0,0123	-
P< Temperatura	<.0001	<.0001	-

CV: Coeficiente de Variación; P<: Probabilidad; ^{abcd} Promedios en cada columna con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0,05$).

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

El efecto de la combinación de los factores acidez y temperatura del hilado (A x B) sobre el rendimiento, prueba de estiramiento y grado de penetración de la cuajada del queso tipo “De Hoja” se muestran en la tabla 16.

El tratamiento con mayor ($p < 0,05$) rendimiento fue T4 (Acidez del suero 0,87 % + temperatura de hilado 80°C) con 11,67% mientras T3 obtuvo el menor ($p < 0,05$) promedio con 7,39% respectivamente. El tratamiento con mayor ($p < 0,05$) estiramiento fue T2 (Acidez del suero 1,10 % + temperatura de hilado 80°C) con 9 cm y los de menor estiramiento T1 y T3 con 7,00 cm.

En el grado de penetración no se presentó diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) en todos los tratamientos se obtuvo un valor de 1,90. Zúñiga, 2007 [1], estudio la dureza del queso Edam a través de la técnica de penetrometría y análisis de perfil de textura (TPA). Los resultados estadísticos indicaron que la dureza del producto incrementó con el tiempo de maduración, pero estos valores dependen de la técnica de medición ($P < 0,05$) por lo que

puede deberse a que en la presente investigación no se haya encontrado diferencias significativas.

Tabla 16. Efecto de la combinación de los factores (acidez y temperatura del hilado) sobre el rendimiento, prueba de estiramiento y grado de penetración de la cuajada del queso tipo “De Hoja”.

Tratamientos	Variables		
	Rendimiento	Estiramiento	Penetración
T1	7,78 ^{bc}	7,00 ^c	1,90 ^a
T2	8,36 ^b	9,00 ^a	1,90 ^a
T3	7,39 ^c	7,00 ^c	1,90 ^a
T4	11,67 ^a	8,00 ^b	1,90 ^a
CV %	3,48	3,47	0,00
P< Acidez x	<.0001	0,0123	-

T1: Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 68°C; T2: Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 80°C; T3: Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 68°C; T4: Acidez del suero 96.7 °D + temperatura de hilado 80°C; CV: Coeficiente de Variación; P<: Probabilidad; ^{abcd} Promedios en cada columna con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey p≤0.05).

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

4.1.6. Análisis microbiológico del queso

Tabla 17. Análisis microbiológicos del queso

Indicador	Valor Promedio	Valores a cumplir según NTE-INEN-1528 (2012)	
		m	M
Coliformes fecales (NMP/g)	< 3	2x10 ²	10 ³
E. Coli (UFC/g)	5.0 x 10 ²	<10	10
Staphylococcus aureus (UFC/g)	10 ²	10	10 ²
Listeria monocytogenes (25g)	Ausente	Ausencia	-
Salmonella (25g)	Ausente	Ausencia	-

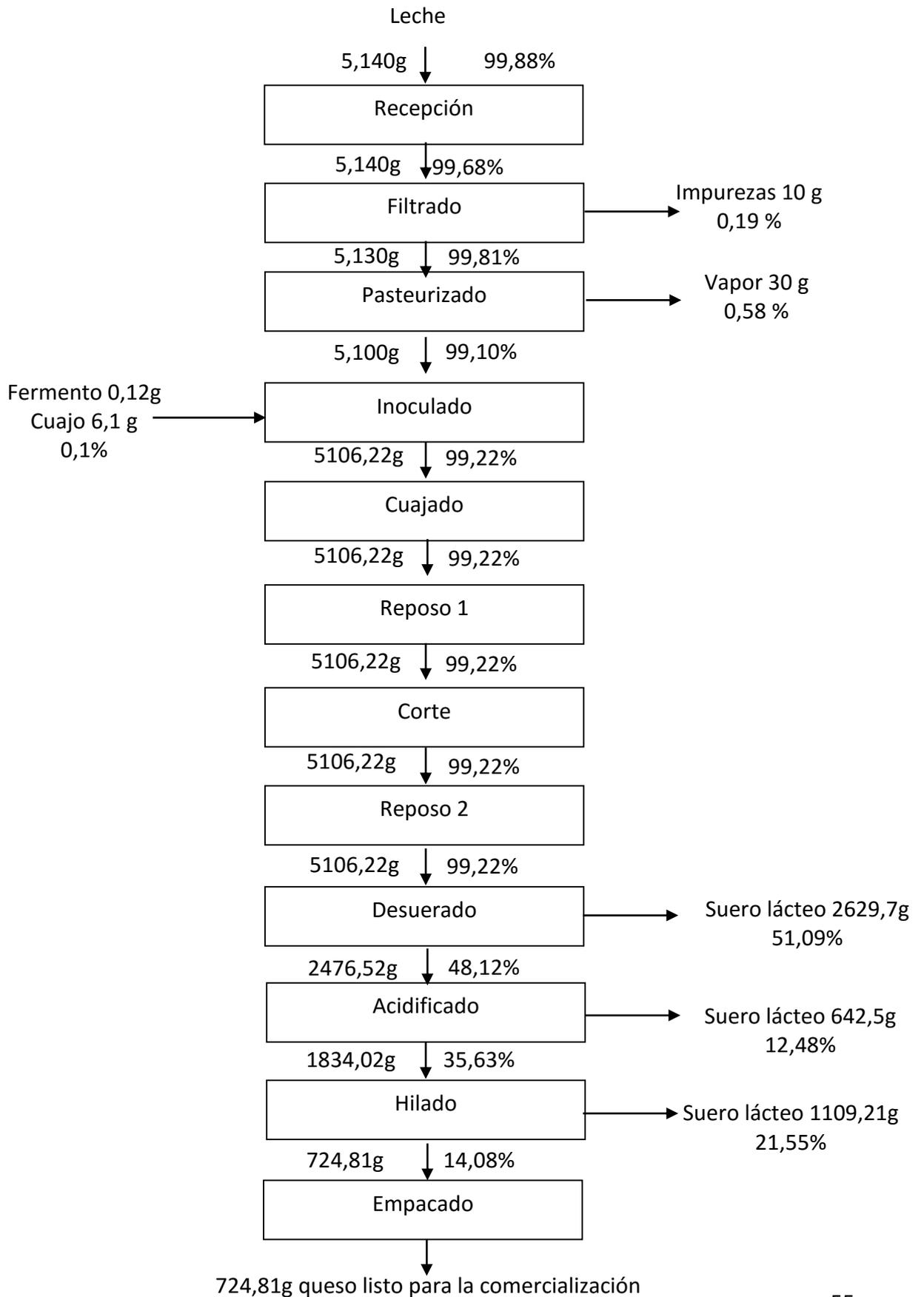
m: Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad

M: Índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

Se evaluó las características microbiológicas del queso de hoja obtenido bajo las medidas planteadas en el proceso de acidez y temperatura del hilado, los mismo que se encuentran dentro del rango indicado por las NTE-INEN-1528 (2012) con ausencia de contaminación, lo que garantiza que el producto es inocuo y seguro para el consumidor.

4.1.7. Balance de materia del mejor tratamiento del queso de pasta hilada



Rendimiento

$$\% R = \frac{P_F}{P_I} \times 100\%$$

$$\% R = \frac{724,81}{5146,22 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\% R = 0,1408 \times 100 \%$$

$$\% R = 14,08 \%$$

Peso de insumos

Materia prima	5140,00 g
Fermento	0,12 g
Cuajo	6,1 g
P. Total	5146,22

4.1.8. Costo por tratamiento del queso de pasta hilada

El costo de producción de cada tratamiento se presenta en la Tabla 17, el tratamiento T4 (Acidez del suero 0,87 % + temperatura de hilado 80°C) presento el menor costo de producción debido al mayor rendimiento con un costo de USD 7,12 por kilogramo de queso de pasta hilada procesado, el tratamiento con mayor costo fue T3 (Acidez del suero 0,87 % + temperatura de hilado 68°C) con USD 11,25 por kilogramo de queso de pasta hilada procesado respectivamente. Arciniega [14], evaluó la acción del ácido cítrico (100%), ácido láctico (100%) y la combinación de ácido cítrico y láctico (50/50) en el queso de pasta hilada tipo mozzarella donde determinó que el costo para producir un kilogramo del mejor tratamiento de queso mozzarella con ácido láctico es de USD 4,66 inferior a lo reportado en la presente investigación.

Tabla 18. Costo de producción de los tratamientos

Insumos	Insumos		Costos / tratamiento			
	Cantida d	Unida d	T1	T2	T3	T4
Leche	5140	g	3,750	3,750	3,750	3,750
Fermento	0,115	g	0,048	0,048	0,048	0,048
Cuajo	5	ml	0,150	0,150	0,150	0,150
Agua	2	litro	0,200	0,200	0,200	0,200
Sal	250	g	0,125	0,125	0,125	0,125
Total costo fijo			4,27	4,27	4,27	4,27
Rendimiento %			7,78	8,36	7,39	11,67

Conversión a queso Kg	0,40	0,43	0,38	0,60
Costo de Producción USD por kg	10,69	9,94	11,25	7,12

T1: Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 68°C; T2: Acidez del suero 1.10 % + temperatura de hilado 80°C; T3: Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 68°C; T4: Acidez del suero 0.87 % + temperatura de hilado 80°C.

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

4.1.9. Tratamiento de Hipótesis

Acorde al Factor A (Acidez del suero), en los análisis de la prueba de estiramiento y rendimiento aceptamos la hipótesis alternativa y determinamos que a0 (8,00/9,53) existe mayor estiramiento/rendimiento siendo este el mejor tratamiento; mientras que en el a1 (7,50/ 8,07) existe diferencia significativa, pero con un rango menor a a0.

En cuanto al Factor B (temperatura del hilado), en los análisis de la prueba de rendimiento/estiramiento se acepta la hipótesis alternativa y se establece que al niveles b1 (80°C) como mejor tratamiento por obtener los mejores valores (10,02/8,50), mientras que en el nivel b0 (68°C) los valores son bajos (7,58/7,00) en relación al nivel b1.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La acidez del suero y la temperatura de hilado tuvieron efecto ($p < 0,05$) sobre la composición físico-química del queso de pasta hilada a excepción del pH que no tuvo diferencias ($p > 0,05$) significativas, el contenido de sólidos totales disminuye conforme al aumento del nivel de acidez no obstante, disminuyen con el incremento de la temperatura del hilado.
- El tratamiento T2 (Acidez del suero 1,10 % + temperatura de hilado 80°C) presentó el mayor ($p < 0,05$) contenido de proteína y sólidos totales y la menor ($p < 0,05$) proporción de grasa.
- En el análisis sensorial de la textura del queso la atribución de viscosidad y elasticidad disminuyó ($p < 0,05$) con el nivel más alto de acidez (0,87 %), mientras que las características de dureza, masticabilidad y gomosidad se acentuaron con este nivel (0,87 %), en este factor no se presentaron diferencias ($p < 0,05$) en la cohesión y fracturabilidad. El incremento de la temperatura del hilado aumentó la percepción sensorial de cohesión y elasticidad mientras disminuyeron las características de viscosidad y masticabilidad, mientras la dureza, gomosidad y fracturabilidad no presentaron diferencias ($p > 0,05$).
- En el análisis sensorial del olor y sabor del queso de manera independiente el incremento de acidez y temperatura del hilado reduce ($p < 0,05$) las características sensoriales de olor a leche, cremosidad, oleosidad, color marfil, pastosidad y sabor amargo del queso tipo “De hoja” no obstante incrementa ($p < 0,05$) la percepción del nivel de sal.
- En la combinación de los factores no se encontraron diferencias ($p < 0,05$) en la percepción de olor a leche y sabor amargo, T1 (Acidez del suero 1,10 % + temperatura de hilado 68°C) presentó el mayor valor en la característica de oleosidad, mientras T4 (Acidez del suero 0,87 % + temperatura de hilado 80°C) el mayor nivel de sal.

- El mayor ($p < 0,05$) rendimiento se observó con 1,10 % de acidez y 80 °C respectivamente, de igual manera esta tendencia se observó en la prueba de estiramiento mientras en el grado de penetración no existió diferencia ($p > 0,05$).
- El tratamiento T4 (Acidez del suero 0,87 % + temperatura de hilado 80°C) presentó el mayor ($p < 0,05$) rendimiento, mientras T2 (Acidez del suero 1,10 %+ temperatura de hilado 80°C) el mayor valor de estiramiento.
- El tratamiento con menor costo de producción fue T4 (Acidez del suero 0,87 % + temperatura de hilado 80°C) debido a su mayor rendimiento.

5.2. Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos se recomienda:

- En la composición físico-química se recomienda el tratamiento T2 (Acidez del suero 1,10 %+ temperatura de hilado 80°C) el mismo que presentó el mayor contenido de proteína de 37,84 % y sólidos totales con 44,24 % y la menor proporción de grasa con un porcentaje de 16,61.
- Tomar en consideración para futuras investigaciones que el incremento de acidez y temperatura del hilado reduce las características sensoriales de olor a leche, cremosidad, oleosidad, color marfil, pastosidad y sabor amargo del queso e incrementa la percepción del nivel de sal.
- Utilizar el tratamiento T4 (Acidez del suero 0,87 % + temperatura de hilado 80°C) en cual obtuvo el mayor rendimiento, y menor costo de producción.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

Literatura citada

- [1] L. Zúñiga, H. Ciro y J. Osorio, «Estudio de la dureza del queso EDAM por medio de análisis de perfil de textura y penetrometría por esfera,» *Rev.Fac.Nal.Agr.*, vol. 60, nº 1, pp. 3797-3811, 2007.
- [2] R. Barz y C. Cremer, «Procedimiento de preparación de queso mozzarella aceptable sin envejecimiento». España Patente ES 2 084 080 T3, 1 Mayo 1996.
- [3] INEC. Norma Técnica Ecuatoriana., NTE INEN 0009 (2008): Leche cruda. Requisitos, Quito-Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización , 2008.
- [4] INEN. Norma Técnica Ecuatoriana, «NTE INEN 1528 (2012): Norma general para quesos frescos no madurados. Requisitos,» Instituto Ecuatoriano de Normalización , Quito-Ecuador, 2012.
- [5] NT-INEN-0064, «Quesos Determinación del contenido de grasas,» Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito - Ecuador, 1974.
- [6] INEC. Norma Técnica Ecuatoriana., NTE INEN 0011 (1984). Leche. Determinación de la densidad relativa, Quito-Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1984.
- [7] INEC. Norma Técnica Ecuatoriana., NTE INEN 0013 (1984): Leche. Determinación de la acidez titulable, Quito-Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1984.
- [8] NT-INEN-0012, « Leche. Determinación del contenido de grasa.,» Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1973..
- [9] NT-INEN-0016, «Leche.Determinación de proteínas,» Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1984.
- [10] NT-INEN-0014, «Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas.,» Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1984.
- [11] S. Jiménez, «Queso, cuajada y requesón,» de *Leche: de la producción al consumo. Módulo 03. Derivados Lácteos*, Madrid-España, IMC, 2012, pp. 33-46.

- [12] COVENIN 3822:2003 Norma Venezolana, Queso de pasta hilada, Caracas-Venezuela: FONDONORMA, 2003.
- [13] J. Ramírez-Navas, «Propiedades funcionales de los quesos,» *Tecnología Láctea Latinoamericana*, n° 64, 2010.
- [14] A. Arciniega, «Evaluación de ácido cítrico y láctico en la elaboración de queso Zamorella,» Zamorano, Honduras, 2010.
- [15] D. Mercanti, Wolf, Irma, C. Meinardi, M. Candiotti y C. Zalazar, «Influencia del contenido graso y de otras variables sobre la capacidad de fusión del queso Cremoso Argentino,» *Grasas y Aceites*, vol. 55, n° 3, pp. 296-302, 2004.
- [16] A. Pisabarro de Lucas, *Microbiología General: Introducción, morfología y estructura de los microorganismos*, 2005.
- [17] D. Molina, «Diseño de las bases del sistema de gestión de inocuidad para la elaboración de queso Oxaca en Pymes,» México DF., 2014.
- [18] NTE-INEN-1529-14, «Control microbiológico de los alimentos. *Staphylococcus aureus*. Recuento en placa de siembra por extensión en superficie,» Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito - Ecuador, 1998.
- [19] NTE INEN 1529-5, Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aeróbicos mesófilos, Quito-Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2006.
- [20] NTE INEN 1529-13, Control microbiológico de los alimentos. Enterobacteriaceae. Recuento en placa por siembra en profundidad, Quito-Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1998.
- [21] NT-INEN-1529-10, «Determinación de la cantidad de microorganismos Mohos y Levaduras. Recuento en placa por siembra en profundidad,» Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1998.

- [22] M. Medina y S. Regatillo, «Principios básicos para la fabricación del queso,» Madrid, 2000.
- [23] C. Manríquez, «Elaboración de queso de pasta cocida e hilada (Queso Oaxaca), queso Fresco, queso Panela, Chongos Zamoranos y Leche condensada,» Universidad Autónoma Metropolitana. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Licenciatura Ingeniería de los Alimentos., Iztapalpa-México, 1999.
- [24] L. González y M. Franco, «Perfil microbiológico del queso de aro consumido en la Cañada Oaxaqueña,» *Braz. J. Food. Technol.*, vol. 18, nº 3, pp. 250-257, 2015.
- [25] S. Ramírez-Nolla y J. Vélez-Ruiz, «Queso Oaxaca: panorama del proceso de elaboración, características fisicoquímicas y estudios recientes de un queso típico mexicano,» *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, vol. 6, nº 1, pp. 1-12, 2012.
- [26] DANISCO Andino, «Economía & Productividad: Pastas Hiladas Oferta de Producto Danisco,» SAFI-APD, 2011.
- [27] M. Londoño, «Caracterización del queso momposino y comparación con otros elaborados con adición o no de cultivos iniciadores,» Medellín, 2009.
- [28] L. Real, «Industria láctea con mejores condiciones de producción,» *Gestión*, nº 226, pp. 36-39.
- [29] J. Ramírez, M. Osorio y A. Rodríguez , «El Quesillo: un queso colombiano de pasta hilada,» Cali, 2010.
- [30] S. Borbomet, P. Urrestarazu y R. Pelaggio, Quesos artesanales: Conceptos generales y recomendaciones prácticas y productividad, LATU, 2010.
- [31] CODEX STAN 262-2006, «Norma del Codex para la Mozzarella,» Codex Standard 262-2006, 2006.
- [32] INEC. Norma Técnica Ecuatoriana., «NTE INEN 0082-2011. Queso Mozzarella. Requisitos,» Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito-Ecuador, 2011.

- [33] CBG COMERCIAL INDUSTRIES, «El Provolone: Un poco de historia,» Girona-España, 2009.
- [34] A. Castro, C. Novoa, N. Algecira y G. Buitrago, «Reología y textura de quesos bajos en grasa,» *RECyT*, vol. 16, n° 22, pp. 58-66, 2014.
- [35] L. Costabel, M. Pauletti y D. De Piante, «Influencia del proceso de elaboración en la capacidad de fusión del queso mozzarella,» INTA, Santa Fé - Argentina, 2007.
- [36] A. Villegas, «Dos famosos quesos de pasta hilada (filata): El Oaxaca y el Mozzarella,» Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Ingeniería Agroindustrial, México DF., 2004.
- [37] C. Novoa y N. López, «Evaluación de la vida útil sensorial del queso doble crema con dos niveles de grasa,» *Rev. Med. Vet. Zoot.*, n° 55, pp. 91-99, 2008.
- [38] R. Maldonado, M. Rodríguez, L. Llanca, Y. Román, R. Isturiz, O. Giménez, L. Gámez y B. Meléndez, «Esquema tecnológico general y caracterización del queso hilado tipo telita,» *Agronomía Trop.*, vol. 61, n° 3-4, pp. 177-188, 2011.
- [39] M. Erazo y S. Trujillo, «Optimización de parámetros técnicos en el proceso de elaboración de queso doble crema,» Universidad Técnica del Norte. Tesis Ingeniería Agroindustrial, Ibarra-Ecuador, 2014.
- [40] A. Chuquimarca, «Diseño e implementación de un Sistema de Aseguramiento y Control de la Calidad en la producción de queso fresco de la Agroempresa “La Quesera” perteneciente a la organización COCIHC,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, Riobamba-Ecuador, 2009.
- [41] C. Granados, L. Meza, R. Paba y D. Acevedo, «Elaboración de Queso de Capa a partir de Leche de Búfala del Municipio Carmen de Bolívar (Colombia),» *Información Tecnológica*, vol. 25, n° 6, pp. 39-44, 2014.
- [42] B. García, «Caracterización físico-química de diversos tipos de quesos elaborados en el Valle de Tulacingo Hgo con el fin de proponer normas de calidad,» Tulancingo-México, 2006.

- [43] I. Nieto, J. Karlen, R. Oliszewski, B. Aymar, B. Aymar y J. Picotti, «Caracterización del perfil sensorial del quesillo, queso de pasta hilada tradicional del noroeste argentino,» pp. 1-2, 2013.
- [44] R. Murieles, «Elaboración de queso de capa a partir de leche de ganado vacuno con adición de cultivos lácticos para mejorar su calidad y productividad industrial,» Universidad de Cartagena. Facultad de Ingeniería, Cartagena de Indias, 2012.
- [45] C. Granados, G. Urbina y D. Acevedo, «Tecnificación, caracterización fisicoquímica y microbiológica del queso de capa de Mompox Colombia,» *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, vol. 8, nº 2, pp. 41-45, 2010.
- [46] G. Negrini, «Leche parda: Resultados de una prueba de caseificación,» de *Conferencia mundial de la raza parda*, Verona-Italia, 2004.
- [47] M. Portilla y L. Caballero, «Influencia de la materia grasa y acidez de la leche sobre las características físico-químicas del queso pera tipo Chitaga,» *Revista Bistua*, pp. 1-17, 2010.
- [48] M. López, «Mejoramiento de vida de anaquel en queso tradicional rancharo y queso de pasta hilada (Oaxaca),» Universidad Iberoamericana. Tesis Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, México DF., 2004.
- [49] Departamento Agrometeorológico del INIAP, «Información Agrometeorológica de la Finca Experimental "La María",» Quevedo, Ecuador, 2014.
- [50] NT-INEN-0013, «Leche. Determinación de acidez titulable.,» Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1984.
- [51] NT-INEN-00973, «Agua potable. Determinación del pH.,» Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1984.
- [52] AOAC, *Official Methods of Analysis*, 13ra ed., Washington, EUA: Association of Official Analytical Chemists, 1990.

- [53] J. Espinosa, Evaluación Sensorial, La Habana: Editorial Universitaria. Ministerio de Educación Superior, 2007.
- [54] C. Duarte y M. Castellanos, «Combinación de métodos para evaluar la calidad sensorial de helados Nestlé,» de *Memorias CICTA 12.*, La Habana, 2013.
- [55] NT-INEN-1529, «Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y E. coli,» Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1990.
- [56] NT-INEN-1529-15, «Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección,» . Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1996.
- [57] ISO-11290-1, «Listeria, Agar Cromogénico,» Manual básico de Microbiología, 2004.
- [58] NRIAL-027, «Método instrumental para determinar la firmeza de la cuajada para su elaboración,» Ministerio de la Industria Alimenticia, La Habana - Cuba, 1990.
- [59] S. Gunasekaran y M. Mehmet, Cheese rheology and texture, Boca Raton, Florida: CRC Press LLC, 2000 N.W., 2003.
- [60] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. Versión 9.0, «User's guide,» Cary, Estados Unidos, 2004.
- [61] NTE-INEN-63, «Quesos determinacion del contenido de humedad,» Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito - Ecuador, 1974.
- [62] A. Hernández, S. Rodríguez y J. Díaz, «Utilización de leches ácidas en la elaboración de un queso fresco tipo pasta hilada,» *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, vol. 20, nº 3, pp. 23-27, 2010.
- [63] NT-INEN-0009, «Leche cruda.Requisitos,» Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito -Ecuador, 2008.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

Anexos.

Anexo 1. Formulario de encuesta de los análisis sensoriales del queso hilado tipo “De

Imagen 1. Formulario de encuesta del análisis sensorial de textura del queso hilado tipo
“De hoja”

Muchas gracias por la participación en la encuesta para el análisis del perfil de textura, a continuación se detallan instrucciones a seguir en la etapa de catación del producto.

Instrucciones.

- Usted recibirá 15 muestras experimentales de queso tipo hoja las cuales deberá evaluar considerando el nivel de intensidad del atributo descrito.
- Por favor pruebe las muestras en el orden indicado en la boleta y responda las preguntas utilizando la escala presentada, marcando con una raya vertical tomando en cuenta su nivel de agrado.
- Enjuáguese la boca con un poco de agua antes de pasar a la muestra siguiente.

¿Con que intensidad detecta la dureza del queso?

Muy baja | Intermedia | Alta

¿Qué nivel de cohesividad observa?

Nula | Intermedia | Alta

¿Qué nivel de viscosidad nota?

Nula | Intermedia | Alta

¿Qué nivel de elasticidad detecta?

Muy Baja | Intermedia | Alta

¿Qué nivel de masticabilidad aprecia?

Muy bajo | Intermedio | Alto

¿Qué nivel de gomosidad detecta?

Nula | Intermedio | Alto

¿Qué nivel de fracturabilidad aprecia?

Muy baja | Intermedia | Alta

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 2. Formulario de encuesta del análisis sensorial de olor y sabor del Queso tipo “De Hoja”

Muchas gracias por la participación en la encuesta para el análisis descriptivo y aceptación sensorial, a continuación se detallan instrucciones a seguir en la segunda etapa de catación del producto.

Instrucciones.

- Usted recibirá 15 muestras experimentales de queso tipo hoja las cuales deberá evaluar considerando el nivel de intensidad del atributo descrito.
- Por favor pruebe las muestras en el orden indicado en la boleta y responda las preguntas utilizando la escala presentada, marcando con una raya vertical tomando en cuenta su nivel de agrado.
- Enjuáguese la boca con un poco de agua antes de pasar a la muestra siguiente.

¿Con que intensidad detecta el olor característico de la leche?

Nulo | Intermedio | Muy intenso

¿Qué nivel de cremosidad detecta?

Nulo | Intermedio | Excesivo

¿Qué nivel de oleosidad percibe?

Nula | Intermedia | Excesiva

¿Con que intensidad observa el color marfil en el queso?

Nulo | Intermedio | Alto

¿Qué nivel de pastosidad aprecia?

Nula | Intermedia | Muy alta

¿Qué nivel de amargo aprecia?

Nulo | Intermedio | Muy acentuado

¿Qué nivel de sal aprecia?

Nula | Intermedia | Muy elevada

Elaborado por: Marcillo Y., (2016)

Anexo 2. Imágenes de la investigación.

Imagen 3. Recepción de la leche



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 4. Pasteurización



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 5. Adición del fermento



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 6. Adición del cuajo



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 7. Penetración de la cuajada



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 8. Corte de la Cuajada



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 9. Medición de pH



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 10. Amasado



Imagen 11. Hilado



Imagen 12. Cortado



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 13. Enrollado



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 14. Empacado y sellado



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Anexo 3. Análisis físico-químico del queso, suero y leche.

Imagen 15. Análisis de pH.



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 16. Análisis acidez



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 17. Proteína



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 18. Titulación de proteína



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 19. Análisis de grasa



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 20. Solidos totales



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 21. Análisis de reductasa



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Anexo 4. Análisis sensoriales

Imagen 22. Producto



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 23. Preparación para catación



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Imagen 24. Panel de catación



Tomado por: Marcillo Y., (2016)

Anexo 5. Ficha técnica del cuajo

Ilustración 11. Fichas del cuajo

 cimpa® s.a.s. Insumos y tecnología para la Industria alimentaria	FICHA TÉCNICA CUAJO LIQ. MARSCHALL MARZYME POR 1 LITRO (10/100)	CI-260 / 02
		Versión 001
		Página 1 de 3
		Fecha de Emisión:06-08-13

Descripción

Cuajo líquido poco denso, color caramelo y olor característico de los cuajos de origen microbiano.

Áreas de aplicación

Producto diseñado para quesos frescos.

Beneficios

Coagulante en lácteos.

Dosis

10 ml disuelto en agua cuajan 100 litros de leche en aproximadamente 45 min. de 32 a 35°C.

En medio vaso de agua, diluir 10 ml de cuajo líquido MARSCHALL MARZYME por 1 litro (10/100) por cada 100 litros de leche a cuajar. Adicionar a la leche, que debe estar entre 32°C y 35°C, agitar durante 2 ó 3 minutos. Dejar en reposo durante 45 minutos, hasta que cuaje.

Instrucciones generales de uso

Se coloca la cantidad de cuajo a usar en un recipiente y se agrega dos a cuatro veces su volumen en agua fría libre de cloro, se debe agitar el envase antes de usarlo.

Composición

Ingrediente activo: Coagulante de origen microbiano, grado alimenticio. Enzima de tipo proteasa producida por la fermentación de un cultivo purificado de la especie fungal *Rhizomucor* sp.

Especificaciones físico-químicas

Aspecto físico:	líquido ámbar oscuro libre de grumos y partículas extrañas.
Olor:	característico
pH:	4.5 a 5.0
Peso específico:	1.10 a 1.12 a 25°C (77°F)
Solubilidad en agua:	completamente miscible.
Punto de fusión:	no aplica
Punto de ebullición:	no disponible

 <p>Insumos y tecnología para la industria alimentaria</p>	FICHA TÉCNICA CUAJO LIQ. MARSCHALL MARZYME POR 1 LITRO (10/100)	CI-260 / 02
		Versión 001
		Página 2 de 3
		Fecha de Emisión:06-08-13

Presión de vapor: no disponible
Densidad de vapor: no disponible

Garrafa por 1 litro.
Potencia 580 a 595 IMCU/ml
10 ml cuajan 100 litros de leche.

Especificaciones microbiológicas

No aplica.

Especificaciones de metales pesados

No aplica.

Datos nutricionales

No aplica.

Almacenamiento

Para su conservación, el producto se debe almacenar en lugar fresco y seco.
Vida útil esperada: su potencia permanece invariable por un periodo de 24 meses a partir de la fecha de manufactura.

Embalaje

Garrafa por 1 litro.
Caja corrugada por 24 garrafas.

Pureza y legislación

Deben siempre consultarse las regulaciones locales en materia de alimentación referentes a la situación de este producto, ya que la legislación sobre su uso puede variar de un país a otro. Podemos facilitar más información sobre el estado legal de ese producto a petición.

Seguridad y manipulación

La hoja de seguridad del material está disponible según se requiera.

País de origen

Colombia.

ANEXO 9. Ficha técnica del cultivo láctico usado en proceso de Queso de hoja

	FICHA TÉCNICA	CI-260 / 02
	CUAJO LIQ.	Versión 001
	MARSCHALL	Página 3 de 3
	MARZYME POR 1 LITRO (10/100)	Fecha de Emisión:06-08-13

Certificación Kosher

Disponible según requerimiento.

GMO

No aplica.

Alérgenos

No aplica.



CIMPA S.A.S. declara que los resultados reportados en el presente certificado, son tomados de la información suministrada por nuestro Proveedor, por lo tanto se fundamenta en sus técnicas de análisis autorizados. Dicha información no exime a Nuestros Clientes de realizar sus propios análisis.

Ilustración 12. Ficha técnica de la fundas para envasar

 Insumos y tecnología para la industria alimentaria	FICHA TECNICA CHOOZIT MA 4001 LYO 5 DCU	CI – 260 / 02
		Versión 001
		Página 1 de 4
		Fecha de Emisión: 25-04-13

DANISCO

Descripción

Cultivo láctico concentrado liofilizado para inoculación de leche directa y sus bases.

Áreas de aplicación

Lácteos.

Beneficios

Acidificación, aroma diacetilo.

Dosis

Queso de pasta blanda	5 - 10 DCU / 100 l de leche
Queso semiduro	5 - 10 DCU / 100 l de leche
Kumis	5 DCU / 50 l de leche

Las cantidades de inoculación deben considerarse como indicativas. Otros cultivos complementarios pueden ser requeridos dependiendo de la tecnología, contenido de materia grasa y propiedades del producto deseado.

No aceptamos ninguna responsabilidad en caso de aplicaciones indebidas.

Instrucciones de uso

Conservar a temperatura <4°C en ambiente seco.

Cuando conserve a temperatura bajo cero, mantenga el sachet a temperatura ambiente por 30 a 60 minutos antes de abrir, de lo contrario puede afectar su funcionamiento. Exposiciones prolongadas a temperatura ambiente reducen la fuerza del cultivo. Controle antes de usar que el cultivo tenga forma de polvo. Adicionar directamente a la leche. Evite la formación de aire y espuma en la leche.

Recomendación importante: Si se formó una masa sólida en el producto, no utilizarlo. Para controlar la contaminación de bacteriófagos, asegurar que la planta y los equipos estén limpios y desinfectados con productos apropiados a intervalos regulares. Evitar cualquier sistema que regrese suero a la línea de proceso para limitar la propagación de fagos.

No aceptamos ninguna responsabilidad en caso de aplicación indebida.

Composición

Lactococcus lactis subsp. lactis
Lactococcus lactis subsp. cremoris
Lactococcus lactis subsp. lactis biovar. diacetylactis
Streptococcus thermophilus

Características

- Cultivos mesófilos heterofermentativos.
- Inoculación directa en tina

Una alternativa de rotación se encuentra disponible a su requerimiento.

Especificaciones físico-químicas

Cuantitativa/Actividad estandarizada

Test medio:

Leche reconstituida esterilizada(10% sólidos) calentar 20 min a 110°C. Estandarizar a pH 6.60

Temperatura de inoculación:	30 °C
Tasa de inoculación:	6.25 DCU / 100 l
Delta pH:	0.9
Tiempo para alcanzar el delta pH:	<= 6 horas

Especificaciones microbiológicas

Control de calidad Microbiológico - métodos y valores estándar.

Bacteria no ácido láctica	< 500 CFU/g
Enterobacterias	< 10 CFU/g
Levaduras y Mohos	< 10 CFU/g
Enterococci	< 100 CFU/g
Clostridia esporulada	< 10 CFU/g
Coagulase-positive	< 10 CFU/g
Staphylococci	
Listeria monocytogenes	neg. / 25 g
Salmonella spp	neg. / 25 g

Los métodos analíticos estan disponibles por la petición

Especificaciones de metales pesados

No aplica.

Datos nutricionales

No aplica.

Almacenamiento

18 meses de fecha de producción a < 4°C

Embalaje

Los sobres están hechos con 3 capas de material (polietileno, aluminio y poliéster). La siguiente información esta impresa en cada sachet, tamaño de envase, No. de lote y vida útil.

Cantidad

Unidad de venta: 1 caja con 50 sobres.

Pureza y legislación

CHOOZIT MA 4001 LYO 5 DCU cumple con todas las normativas de la UE.

Las regulaciones locales sobre este producto deberían ser siempre consultadas, ya que la legislación en cuanto al uso en la alimentación puede variar en función de cada país.

Seguridad y manipulación

La ficha de seguridad esta disponible bajo petición.

País de origen

Francia.

Certificación Kosher

Certificación Kosher OUD

Certificación Halal

Certificado por Halal Food Council of Europe (HFCE)

GMO

CHOOZIT MA 4001 LYO 5 DCU no consiste, no contiene, no está producido por organismos genéticamente modificados de acuerdo a la Regulacion 1829/2003 (UE) y la Regulación 1830/2003 (UE) del Parlamento Europeo en la Reunión del 22 de septiembre del 2003.

Información adicional

Certificación ISO 9001
Certificación ISO 22000
Certificación FSSC 22000

Alérgenos

Esta tabla indica la presencia de los producto alérgenos y derivados siguientes:

Si	No	Alérgenos	Descripción de los componentes
	X	Trigo	
	X	Otros cereales que contengan gluten	
	X	Crustáceos	
	X	Huevos	
	X	Pescado	
	X	Cacahuetes	
	X	Soja	
	X	Leche (incluida la lactosa)	Utilizado como nutriente de fermentación.*
	X	Frutos de cascara	
	X	Apio	
	X	Mostaza	
	X	Granos de sésamo	
	X	Anhidrido sulfuroso y sulfitos (>10mg/kg)	
	X	Altramuces	
	X	Moluscos	

*Utilizado como nutriente de fermentación. Se considera que los nutrientes de fermentación están excluidos de los requerimientos de etiquetado de alérgenos de Estados Unidos y la Unión Europea.

Las regulaciones locales deberán siempre ser consultadas ya que los requerimientos de etiquetado de alérgenos pueden variar en función del país.

CONTROL DE CALIDAD



CIMPA S.A.S, declara que los resultados reportados en el presente certificado, son tomados de la información suministrada por nuestro Proveedor, por lo tanto se fundamenta en sus técnicas de análisis autorizados. Dicha información no exime a Nuestros Clientes de realizar sus propios análisis.

Anexo 6. Informe del laboratorio sobre los análisis microbiológicos

Imagen 25. Informe de análisis microbiológico del queso “de hoja”



LABOLAB
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 164827
Hoja 1 de 1

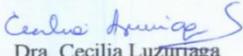
NOMBRE DEL CLIENTE: Yessenia Natalia Marcillo Salazar
DIRECCIÓN: Cda. Progreso, Los Ríos Quevedo
FECHA DE RECEPCIÓN: 18 de octubre del 2016
MUESTRA: Queso fresco (muestra abierta)
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Blando color blanco amarillento
FECHA DE ELABORACIÓN: 17 de octubre del 2016
FECHA DE VENCIMIENTO: ---
LOTE: ---
ENVASE: Funda de polietileno ziploc
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 18 – 24 de octubre del 2016
REFERENCIA: 164827
MUESTREO: Por cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 25°C 50%HR

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO	VALOR DE REFERENCIA
Recuento de Coliformes fecales (NMP/g)*	PEEMi/LA/07 INEN 1529-8	< 3	---
Recuento de <i>Escherichia coli</i> (ufc/g)	PEEMi/LA/20 INEN 1529-7	< 10	Max 10
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g)*	PEEMi/LA/04 AOAC 2003.08	5.0 x 10 ²	Máx 10 ²
Detección de <i>Listeria monocytogenes</i> (25g)*	AOAC 997.03	Ausencia	Ausencia
Detección de <i>Salmonella</i> spp (25g)	PEEMi/LA/05 INEN 1529-15	Ausencia	Ausencia

“Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° OAE LE 1C 06-001”
* Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Nota: El recuento de *Staphylococcus aureus* NO cumple con valores de referencia


Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL


ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACIÓN SANITARIA
Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros
Av. Pérez Guerrero Oe 21-11 y Versalles - Of. 12 B - 2do. Piso - Telfs.: 2563-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel.: 0999590-412
e-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecialuzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec
Quito - Ecuador

www.labolab.com.ec

Fuente: LABOLAB S.A., (2016)

Imagen 26. Informe microbiológico de la leche

LABOLAB
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 164856
Hoja 1 de 1

NOMBRE DEL CLIENTE: Yessenia Natalia Marcillo Salazar
DIRECCIÓN: Cdla. Progreso, Los Ríos Quevedo
FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de octubre del 2016
MUESTRA: Leche cruda
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Líquido color blanco
FECHA DE ELABORACIÓN: 19 de octubre del 2016
FECHA DE VENCIMIENTO: ---
LOTE: ---
ENVASE: Frasco estéril
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 20 – 24 de octubre del 2016
REFERENCIA: 164856
MUESTREADO: Por cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 25°C 52%HR

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Recuento de Coliformes fecales (NMP/ml)*	PEEMi/LA/07 INEN 1529-8	4.6 x 10 ⁷
Recuento de <i>Escherichia coli</i> (NMP/ml)*	PEEMi/LA07 INEN 1529-8	4.6 x 10 ⁷
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g)*	PEEMi/LA/04 AOAC 2003.08	4.5 x 10 ⁴
Detección de <i>Listeria monocytogenes</i> (25g)*	AOAC 997.03	Ausencia
Detección de <i>Salmonella</i> spp (25g)	PEEMi/LA/05 INEN 1529-15	Ausencia

*Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° OAE LE 1C 06-001"
* Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Cecilia Luzuriaga
Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL

LABOLAB
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACIÓN SANITARIA
Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros
Av. Pérez Guerrero Oe 21-11 y Versalles - Of. 12 B - 2do. Piso - Telfs.: 2563-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel.: 0999590-412
e-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / ceciliacruzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec
Quito - Ecuador

www.labolab.com.ec

Fuente: LABOLAB S.A., (2016)