



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA

TÍTULO DE INGENIERO EN ALIMENTOS

Mejoramiento de la calidad sanitaria del queso amasado.

TRABAJO DE TITULACIÓN.

AUTORA: Orellana Sánchez, Karen Gianella

DIRECTOR: Castillo Carrión, Maritza Janneth, Mg.Sc

LOJA-ECUADOR

2015

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Magister Sc.

Castillo Carrión Maritza Janneth

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación “Mejoramiento de la calidad sanitaria del queso amasado”, realizado por Karen Gianella Orellana Sánchez ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, septiembre de 2015

f).....

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Orellana Sánchez Karen Gianella declaro ser autora del presente trabajo de titulación: Mejoramiento de la calidad sanitaria del queso amasado, de la Titulación Ingeniería en Alimentos, siendo la Mg. Sc Maritza Janneth Castillo Carrión directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art.88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f).....

Karen Gianella Orellana Sánchez

CI: 1104638901

DEDICATORIA

“La familia es una de las joyas más preciadas que uno puede tener ellos están contigo en cada momento de tu vida, sin la familia no se puede conseguir la fuerza necesaria para lograr las metas.”

Mi Tesis la dedico con todo mi amor y cariño.

A ti DIOS que me diste la oportunidad de vivir y regalarme una familia maravillosa.

Con mucho amor dedico principalmente la presente tesis a mi hijo John Camilo, que bajo del cielo, para llenar de alegría mi vida, gracias porque eres mi inspiración y fortaleza, una sonrisa tuya ilumina mi mundo y me da las fuerzas necesarias para luchar y conseguir mis metas.

A mis padres y abuelitos, los seres más incondicionales que han estado conmigo en cada momento. Gracias por todo mamá, papá, mami Luchita y papito Miltón por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto les agradezco de todo corazón el que estén conmigo a mi lado.

A mi amado esposo que ha sido un impulso fundamental en mi carrera, que con su apoyo constante y amor incondicional ha sido amigo y compañero inseparable, fuente de sabiduría, calma y consejo en todo momento.

A mis hermanos Gina y Mario gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero muchísimo.

A mis tíos que siempre me apoyaron y confiaron en mí, en especial a mi tía Nuvia, gracias por tus consejos y tu amor, eres como una segunda mamá para mí.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento es para aquellas personas que de una u otra forma apoyaron al desarrollo de la presente investigación, debido a que supieron guiarme aclarándome inquietudes, brindándome sugerencias y regalándome parte de valioso tiempo para elaborar el presente trabajo.

Un agradecimiento especial a mi familia, por su inmenso amor, sacrificio y apoyo incondicional, por ser el regalo más bello que el Señor pudo darme.

A mi directora de tesis Mg.Sc Maritza Janneth Castillo Carrión, mi tribunal de tesis Mg.Sc Felipe Reyes y Mgs. Ruth Martínez que supieron guiarme con sus conocimientos, por su paciencia, amistad y apoyo incondicional en todo momento

Quisiera agradecer a todas las personas que me ayudaron y apoyaron para poder culminar este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE DE CONTENIDOS	vi
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCION	3
1. REVISIÓN DE LITERATURA	4
1.1 LECHE	5
1.1.1 COMPOCISIÓN DE LA LECHE	5
1.1.1.1 AGUA	5
1.1.1.2 PROTEÍNAS	6
1.1.1.3 GRASA	6
1.1.1.4 LACTOSA	6
1.1.1.5 ELEMENTOS MINERALES	7
1.1.1.6 VITAMINAS	7
1.1.2 MICROBIOLOGÍA DE LA LECHE	7
1.1.2.1 BACTERIAS LÁCTICAS	8
1.1.2.2 BACTERIAS ESPORULADAS	8
1.1.2.3 BACTERIAS PSICRÓTROFAS	8
1.1.2.4 BACTERIAS DE ORIGEN FECAL	9
1.2 QUESO	9
1.2.1 PRINCIPALES INSUMOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DEL QUESO	10
1.2.1.1 CUAJO EN POLVO	10
1.2.1.2 CULTIVO LÁCTICO	10
1.2.1.3 CLORURO DE CALCIO	10
1.2.1.4 CLORURO DE SODIO	11
1.2.2 PROCESO DE ELABORACIÓN	11
1.2.2.1 PASTEURIZACIÓN DE LA LECHE	11
1.2.2.2 COAGULACIÓN	11
1.2.2.3 CORTE DE LA CUAJADA Y DESUERADO	12

1.2.2.4 SALADO	13
1.2.2.5 MOLDEADO	13
1.2.2.6 EMPACADO	13
1.3 INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO EN LA LECHE	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GENERAL	16
2.2 OBJETIVO ESPECIFICO	16
3. METODOLOGÍA	17
3.1 MATERIA PRIMA	18
3.2 FORMULACIÓN	18
3.3 DIAGRAMA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN	18
3.4 EXPERIMENTACIÓN	18
3.4.1 PRUEBAS PRELIMINARES PARA DEFINIR EL MEJOR PRODUCTO	18
3.4.1.1 CANTIDAD Y TIPO DE CULTIVO	18
3.4.1.2 PH	19
3.4.1.3 INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO	19
3.4.2 MEJORAMIENTO DEL PRODUCTO SEGÚN EVALUACIÓN CON CONSUMIDORES	19
3.5 EVALUACIÓN SENSORIAL	20
3.5.1 EVALUACIÓN CON PANEL SEMIENTRENADO	20
3.5.2 EVALUACIÓN CON CONSUMIDORES	20
3.6 ANÁLISIS REALIZADOS EL MEJOR PRODUCTO	20
3.6.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS	20
3.6.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	21
3.7 DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTO	21
3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	21
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1 RESULTADO DE LAS PRUEBAS PRELIMINARES	24
4.1.1 CANTIDAD Y TIPO DE CULTIVO	24
4.1.2 INFLUENCIA DEL PH	24
4.1.3 TRATAMIENTO TÉRMICO	25
4.2 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS CON CONSUMIDORES	26
4.3 RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL MEJOR PRODUCTO	26
4.3.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS	27
4.3.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	28
CONCLUSIONES	29

RECOMENDACIONES	30
BIBLIOGRAFÍA	31
ÍNDICE DE FIGURAS	
FIGURA 1: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACIÓN DE QUESO AMASADO	19
INDICE DE TABLAS	
TABLA 1: COMPOSICIÓN DE LA LECHE	5
TABLA 2: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS	20
TABLA 3: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS	21
TABLA 4: EVALUACIÓN SENSORIAL SOBRE EL CULTIVO	23
TABLA 5: EVALUACIÓN SENSORIAL SOBRE EL PH	24
TABLA 6: EVALUACIÓN SENSORIAL SOBRE EL TRATAMIENTO TÉRMICO	26
TABLA 7: EVALUACIÓN SENSORIAL AL CONSUMIDOR	25
TABLA 8: RESULTADO DE LOS ANÁLISIS FISICO QUÍMICOS	26
ANEXOS	33
ANEXO 1: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL EN LAS PRUEBAS PRELIMINARES	34
ANEXO 2: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PRUEBAS PRELIMINARES	35

RESUMEN

El queso amasado es un producto tradicional de la ciudad de Loja-Ecuador elaborado artesanalmente empleando leche cruda de vaca, lo cual supone un alto riesgo para la salud del consumidor; debido a los microorganismos patógenos que puedan estar presentes. Esta situación conduce a plantear la presente investigación que busca obtener un producto inocuo para el consumo humano y con características sensoriales similares al producto tradicional. Se estudió la influencia de la cantidad y tipo de cultivo, pH, tratamiento térmico y condiciones de prensado; sobre las características sensoriales del producto. Para establecer el mejor tratamiento se trabajó con un panel de jueces semientrenado, resultado que fue luego corroborado por consumidores habituales de este producto. Se realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos al producto final, siguiendo métodos estandarizados. El mejor tratamiento seleccionado, presentó características de olor agradable, color blanco característico, sabor ligeramente ácido y un nivel de firmeza que gusta al consumidor. Según el contenido de grasa (38.25g/100g) y proteína (15.58g/100g), el queso elaborado se lo considera “para rebanar o cortar” y por su humedad (61.22g/100g) como “semiblando”. El rendimiento obtenido fue 12.72%.

Palabras Claves: queso, leche cruda, inocuidad, características sensoriales.

ABSTRACT

The Kneading cheese is a traditional product of the city of Loja-Ecuador, which is produced employing traditional methods and using raw cow's milk, which represents a high risk for health of people who eat it; due to pathogenic microorganisms that may be present. This situation leads to raise the present investigation looking to obtain a similar product with sensory features as the traditional and safe for human consumption,

The influence of the quantity and type of crop, pH, heat treatment and pressing conditions were studied; on the sensory characteristics of the product. To establish the best treatment we worked with a panel of judges semiskilled, the same it was corroborated later by regular consumers of this product. Physico-chemical and microbiological analyzes were performed on the final product, following standard methods. The treatment selected as the best presented features pleasant odor characteristic white color, nice flavor and slightly acidic with a level of firmness that consumers like. According to the fat content (38.25g/100g) and protein (15.58g/100g), processed cheese is considered "to slice or chop" and moisture (61.22g/100g) as "semi-soft". The yield was 12.72%.

Key words: cheese, raw milk, safety, sensory characteristics.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Loja-Ecuador cuenta con una importante producción lechera, pero solo una parte de esta producción llega a las plantas lácteas para su industrialización, el resto es procesada artesanalmente, generalmente bajo condiciones sanitarias deficientes lo que conduce a la obtención de productos de baja calidad microbiológica.

El queso amasado es un producto tradicional que forma parte de la dieta de la población Lojaña, por tal motivo su elaboración se convierte en una de las actividades productivas de mayor importancia en la región. El principal inconveniente que presenta este producto es su deficiente calidad microbiológica, por cuanto en su gran mayoría se elabora con leche cruda, es decir sin recibir un tratamiento térmico que elimine los microorganismos patógenos presentes.

En los años 2007 y 2008, el Centro de Transferencia de Tecnología e Investigación Agroindustrial (CETTIA) de la Universidad Técnica Particular de Loja, realizó un estudio sobre la calidad sanitaria del “Quesillo lojano”, un producto similar al queso amasado y que también se elabora con leche cruda. El estudio reveló la presencia de microorganismos patógenos como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria s.p.p* y Levaduras (Castillo et al., 2008), lo que corrobora el riesgo de consumo de estos alimentos que se fabrican bajo condiciones inadecuadas.

El queso elaborado con leche cruda es un producto considerado de “alto riesgo” (Kely Martino Zagovalov et al., 2005), el cual por su elevada actividad de agua y al ser elaborado de manera artesanal y bajo condiciones sanitarias inadecuadas, se convierte en un excelente sustrato para los microorganismos y en un vehículo de transmisión de enfermedades como: salmonelosis, brucelosis, tuberculosis bovina; además se suman las malas prácticas de almacenamiento y comercialización al que es sometido antes de llegar al consumidor, lo que incrementa el nivel de contaminación y riesgo para la salud del consumidor.

La finalidad del presente trabajo fue mejorar la calidad sanitaria del queso amasado lojano, incorporando en el proceso de elaboración el tratamiento de pasteurización que asegure su inocuidad y tomando en cuenta que las características sensoriales deben acercarse a las del producto tradicional que está acostumbrado a consumir la población. Este trabajo pretende brindar una alternativa viable de procesamiento, que pueda ser aplicada por los productores de este alimento y con ello, obtener un producto de buena calidad microbiológica que no represente un riesgo para la salud del consumidor.

I. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Leche

La leche es el producto de la secreción normal de la glándula mamaria de animales bovinos sanos, obtenido por uno o varios ordeños diarios, higiénicos completos e ininterrumpidos, (Agudelo & Bedoya, 2005), es blanca y opaca, posee un sabor dulce y un pH cercano a 7 (Hernández, 2003), la cual debe cumplir con las características físicas y microbiológicas establecidas en la norma INEN para leche cruda (NTE INEN 9, 2012).

1.1.1 Composición de la leche.

La leche es una compleja mezcla de distintas sustancias, presentes en suspensión o emulsión y otras en forma de solución verdadera, presenta sustancias definidas: agua, grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales; a las cuales se les denomina extracto seco o sólidos totales. Los sólidos totales varían por múltiples factores como: la raza, el tipo de alimentación, el medio ambiente y el estado sanitario de la vaca, entre otros (Agudelo & Bedoya, 2005).

En la tabla 1 se indican los principales componentes de la leche de vaca.

Tabla 1: Composición de la leche

Componentes	Leche de Vaca g/100g
Agua	87.5
Grasa	3.5
Proteína	3.3
Lactosa	4.7
Cenizas	0.7
Vitaminas	0.007

Fuente: Agudelo Gómez & Bedoya Mejía (2005)

1.1.1.1 Agua.

El contenido de agua en la leche representa el 87% del contenido total de la leche. Por su importante contenido de agua, la leche permite que la distribución de sus componentes sea relativamente uniforme y de esta forma cualquier cantidad de leche, por pequeña que sea, contiene casi todos los nutrimentos disponibles (Cámara Nacional de Industriales de la leche, 2011).

1.1.1.2 Proteínas.

La leche representa una invaluable fuente de proteínas de alta calidad. Su contenido en proteínas es del 3.5g/100g (variando desde el 2.9 al 3.9g/100g). Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: la caseína que representa el 80% de las proteínas totales, y las proteínas séricas que constituyen el 20% (Agudelo & Bedoya, 2005).

- **Caseína.** En la transformación de la leche en queso, las caseínas (α_{s1} , α_{s2} , β y κ) forman la red proteica conocida como coágulo que a su vez juega un rol tecnológico importante en la formación de la cuajada y el rendimiento final en la producción de queso (Escobar et al., 2014).
- **Proteínas del Suero.** El valor nutritivo de las proteínas del suero está en un 60% , sobre todo por su contenido en lisina y aminoácidos azufrados, por lo que se emplean ampliamente en la industria alimentaria para la elaboración de diversos productos alimentarios, entre otros las fórmulas de inicio y continuación para lactantes (Rodríguez Rivera & Simón Magro, 2008).

1.1.1.3 Grasa.

Los lípidos se encuentran entre los componentes más importantes de la leche ya que confieren características únicas de sabor y aroma al queso (CANILEC, 2011), además de influir en el cuerpo y textura, ya que un queso elaborado sin grasa generalmente tiene una consistencia dura e insípida y no desarrolla el aroma y sabor típico (Calderón et al., 2007).

1.1.1.4 Lactosa.

Su importancia radica en que muchos microorganismos metabolizan la lactosa como sustrato y producen compuestos de interés sensorial y nutritivo, al ser el principal factor en el control de la fermentación y maduración de los productos lácteos, está relacionada con la textura y solubilidad de algunos alimentos congelados como: helados, flanes, y juega un papel muy importante en el color y sabor de los productos tratados con altas temperaturas como la ultrapasteurización (Revilla, 1982).

1.1.1.5 Elementos minerales.

En la fase acuosa continua se encuentran disueltas, conjuntamente con la lactosa y compuestos nitrogenados solubles, sales minerales como citratos, fosfatos y cloruros de Ca, K, Mg, Na y trazas de Fe. En la fase coloidal están en suspensión micelas de caseína insoluble que contienen aproximadamente un 20% del Ca y P unidos a su estructura y sales compuestas de fosfato de Ca coloidal, citratos y Mg en proporciones fijas, que contribuyen a estabilizar las micelas (Closa et al., 2003).

1.1.1.6 Vitaminas.

La leche fresca, recién ordeñada es una fuente importante de vitaminas hidrosolubles (A, D, E y K) y liposolubles (riboflavina, B₆, B₁₂, C, biotina, niacina), los diversos tratamientos térmicos a los que se somete la leche inducen fuertes pérdidas de las más termosensibles principalmente las hidrosolubles.

Las vitaminas A, D, E, y K se encuentran interaccionando con los glóbulos de grasa, principalmente en la membrana, la primera se presenta en mayor proporción que las otras tres, su contenido en la leche depende de la dieta del animal; mientras que en el suero se localizan las vitaminas hidrosolubles, tales como riboflavina, B₆, B₁₂, C, biotina, niacina, tiamina, folatos y ácido pantoténico; sus concentraciones no dependen tanto de la dieta de la vaca y permanecen más o menos constantes en la leche (Badui Dergal, 2006).

1.1.2 Microbiología de la leche.

La leche es un excelente sustrato para el crecimiento microbiano debido a su elevada actividad del agua, su pH (6.5-6.7) y su abundante aporte de nutrientes, por lo que es importante tener un conocimiento adecuado de la microbiología de la leche cuando se planea introducir alguna mejora en su procesamiento.

Según Bourgeois et al. (2000) las principales fuentes de contaminación de la leche son:

- Heces y tegumentos del animal: Coliformes, *Bacillus*, *Clostridium*, *Salmonella*.
- Suelo: *Streptomyces*, bacterias esporuladas, esporas de hongos.
- Aire y agua: Flora diversa.

- Equipos de ordeños y almacenamiento de la leche: Flora láctica, micrococcos, lactobacilos, *Chromobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, levaduras.
- Manipuladores: Estafilococos procedentes de las manos y otros gérmenes de expectoración y de origen fecal.

Los grupos de microorganismos más importantes en lactología desde un punto de vista funcional se pueden dividir en: bacterias lácticas, bacterias esporuladas, bacterias psicrotrofas, bacterias de origen y microorganismos patógenos (Ordóñez Pereda et al., 1998).

1.1.2.1 Bacterias lácticas.

Estos microorganismos metabolizan la lactosa produciendo ácido láctico, son de interés en la industria láctea ya que forman parte de los denominados cultivos iniciadores cuyo destino en la adición a leche pasteurizada para la preparación de los distintos productos lácteos como: queso, leches fermentadas, mantequilla, cremas ácidas.

Estas bacterias ya sean mesófilas o termófilas dejan de multiplicarse activamente por debajo de los 8-10°C, las más frecuentemente implicadas son *Lactococcus Lactis* subsp. *cremoris* y *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* por encontrarse siempre en tasas muy elevadas.

1.1.2.2 Bacterias esporuladas.

En la microbiota de la leche pueden existir formas esporuladas, principalmente del género *Bacillus* y *Clostridium*, si se desea preparar leche microbiológicamente estable, es necesario destruir las formas bacterianas más termorresistentes, las esporas, lo que solo se puede lograr sometiendo la leche a un tratamiento térmico superior a los 100°C.

La pasteurización de la leche no destruye las formas esporuladas, por lo que, si están presentes en ella, van a pasar al queso.

1.1.2.3 Bacterias psicrótrofas.

Son bacterias que sobreviven a temperaturas de refrigeración (4-8°C) y provocan efectos desagradables como aumento de la viscosidad de la leche y la aparición de sabores amargos en los productos lácteos como: leches fermentadas, queso, mantequilla.

Las proteasas son enzimas exógenas producidas por las bacterias psicrotrofas, en especial del género *Pseudomonas* spp., que atacan principalmente a la β -caseína y κ -caseína y el resultado es la aparición de sabores amargos y un aumento de la viscosidad de la leche. Entre estas se encuentran *Pseudomonas* spp., *Flavobacterium* spp., *Acinetobacter* spp. y enterobacterias.

1.1.2.4 Bacterias de origen fecal.

La presencia de tasas elevadas de bacterias fecales en la leche cruda constituye un índice de la obtención y manipulación de la leche en condiciones higiénicas deficientes. Los coliformes metabolizan la lactosa produciendo ácido láctico y dióxido de carbono, el primero origina un aumento de la acidez y el CO₂ producido por los coliformes adquiere importancia en los quesos, al quedar atrapado en la masa del queso dando lugar a la formación de un gran número de agujeros.

Algunos microorganismos de este tipo como *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Leptospira*, *Listeria monocytogenes* enteropatógenos son un peligro para la salud.

1.2 Queso

El queso es la cuajada formada al coagular la leche de ciertos mamíferos por la adición de cuajo o enzimas coagulantes y/o por el ácido láctico producido por la actividad de determinados microorganismos normalmente presentes en la leche o intencionadamente añadidos a ella (Ordóñez Pereda et al., 1998). El proceso de fabricación propiamente dicho consta de 4 etapas: estandarización de la leche, coagulación, desuerado y maduración (Jeantet et al., 2007).

Existen alrededor de 1000 variedades de queso en todo el mundo, sin embargo los distintos nombres dados a los quesos en diferentes regiones, obedecen a tamaños, formas y

diferencias menos significativas en los procesos (García Garibay et al., 2004).

Dentro de esta clasificación se encuentra el queso amasado lojano el cual según la norma INEN para queso fresco no madurado (NTE INEN 1528, 2012), es un queso preparado a partir de leche, adicionado de cuajo, acidificado naturalmente, secado, molido y nuevamente prensado; la característica es su envoltura en hoja de achira.

La mayor parte de los quesos que se consumen actualmente proceden de la leche de vaca, una condición fundamental en la elaboración del queso de buena calidad es usar leche de una buena calidad sanitaria, por lo que es necesario que el proceso de ordeño y manipulación de la leche sea efectuado en condiciones higiénicas adecuadas (Barrios Centeno, 2006).

La leche destinada para la elaboración de queso debe tener una composición química adecuada, y cumplir con los requisitos de la norma INEN para quesos frescos no madurados, la leche debe ser pasteurizada, y cumplir con los requisitos de la norma INEN para leche pasteurizada (NTE INEN 9, 2012).

1.2.1 Principales insumos utilizados en la elaboración de queso.

1.2.1.1 Cuajo en polvo.

El cuajo de origen microbiano se obtiene de la fermentación del microorganismo *Rhizormucor miehei*, el cual es un moho que produce enzimas coagulantes, utilizadas en la elaboración de todo tipo de quesos (Rivera Guerra, 2012). El cuajo debe presentar las siguientes características: poseer poder de coagulación o título de cuajo constante, la conservación será muy buena, deberá estar libre de bacterias y enzimas perjudiciales.

La temperatura óptima de la coagulación es de 33°C, la enzima se acerca a su temperatura óptima y como resultado se obtendrá un coágulo de consistencia y sinéresis mayor. Si la temperatura es menor a 33°C se tendrá un coagulo suelto, poco consistente, con sinéresis espontánea deficiente (Mahaut, 2004 y Santos, 2007).

1.2.1.2 Cultivo láctico.

La pasteurización además de eliminar las bacterias patógenas no esporuladas, destruye también la mayoría de la microbiota láctica naturalmente presente en la leche por lo que es necesario añadir después un cultivo iniciador compuesto por bacterias lácticas (Ordóñez Pereda et al., 1998). Los cultivos lácticos convierten la lactosa en ácido láctico y cumplen otras funciones como: inhibir microorganismos dañinos, aumentar la sinéresis, reducir el contenido de lactosa, producir aroma y sabor.

1.2.1.3 Cloruro de calcio.

La leche pasteurizada pierde algunas de sus propiedades coagulantes al producirse pérdidas (8-30%) de calcio soluble durante el tratamiento térmico, lo que conlleva un retraso en el tiempo de la coagulación. Para evitarlo suele añadirse Ca_2Cl , normalmente en la proporción de 1.2g/l (Ordóñez Pereda et al., 1998), las ventajas de uso es la de facilitar y acortar el tiempo de coagulación, dar mayor firmeza al coágulo, acelera la salida del suero y mejora la retención de grasa y de otros sólidos, disminuyendo así las pérdidas de rendimiento, una dosis excesiva puede ocasionar una cuajada dura, seca y originar una cuajada porosa (Daviau et al., 2000).

1.2.1.4 Cloruro de sodio.

El cloruro de sodio se agrega con la finalidad de potenciar el sabor en el queso e inhibir el crecimiento de bacterias no deseables, potenciar el crecimiento de las deseables y favorecer los cambios químicos en la cuajada (Ramírez López & Vélez Ruiz, 2012).

1.2.2 Proceso de elaboración.

1.2.2.1 Pasteurización de la leche.

La pasteurización de la leche es obligatoria para destruir los microorganismos potencialmente presentes en la leche cruda, las condiciones de pasteurización en el queso son las mismas que se utilizan para la leche destinada al consumo directo, es decir 72°C durante 15 segundos (proceso HTST o pasteurización rápida) o 64°C durante 30 minutos (proceso LTHT o pasteurización lenta), seguido de un enfriamiento inmediato hasta temperatura de refrigeración (Parra Arango et al., 2006).

1.2.2.2 Coagulación.

La coagulación de la leche consiste en la desestabilización o desnaturalización de las proteínas de la leche. Se puede realizar de dos maneras: agregando ácidos o por la acción de enzimas. Algunos factores que afectan la coagulación son la temperatura, el pH y los contenidos de calcio y fosfato en la leche (Hernández, 2003).

- **Coagulación enzimática.** Consiste en la transformación de la leche en estado líquido al estado de gel por acción de enzimas proteolíticas, generalmente de origen animal (quimosina) o vegetal (mohos). En la coagulación enzimática se pueden distinguir dos fases:
 - a. Fase primaria o enzimática, sucede por acción del cuajo, corresponde a la hidrólisis de la caseína κ a nivel del enlace entre fenilalanina (105) y metionina (106), al romperse la *k*-caseína queda de esta manera fragmentada en dos cadenas polipeptídicas; el segmento 1-105 que se ha denominado *para-k-caseína* y el 106-169 que se corresponde con el llamado *glicomacropéptido*. La *para-k-caseína* queda integrada con el resto de las caseínas y el glicomacropéptido muy soluble, se separa de la estructura micelar y pasa al suero (Ordóñez Pereda et al., 1998).
 - b. Fase secundaria, no empieza hasta que se ha hidrolizado el 85-90% de la *k*-caseína y consiste en la precipitación de la *para-k-caseína* (Jeantet et al., 2007).
- **Coagulación ácida.** Es aquella durante la cual se produce una precipitación de las caseínas al descender el pH hasta su punto isoeléctrico (pH=4.6), lo que se consigue por acidificación biológica con la ayuda de fermentos lácticos que transforman la lactosa en ácido láctico, o por acidificación química (con ácidos orgánicos) (Del Castillo Shelly & Mestres Lagarriga, 2004).
- **Coagulación mixta.** Es el resultado de la acción conjunta del cuajo y la acidificación.

1.2.2.3 Corte de la cuajada y desuerado.

Una vez que la cuajada ha obtenido la consistencia deseada, se procede a su corte, que consiste en dividir el coágulo en porciones iguales con objeto de aumentar la superficie de desuerado, y facilitar la expulsión del suero contenido en el coágulo.

Tras el corte se realiza la agitación de la suspensión, con el fin de acelerar el desuerado e impedir la adherencia de los gránulos, al mismo tiempo, se comienza a elevar la temperatura de la cuajada hasta 38°C, este calentamiento disminuye el grado de hidratación de los gránulos de cuajada, favoreciendo su contracción e incrementando el desuerado; el calentamiento debe ir acompañado de una suave agitación para evitar que los granos de cuajada se sedimenten al fondo y se aplasten unos contra otros, tras alcanzar la temperatura de 38°C, se continúa agitando unos 5 minutos más y se procede a realizar el desuerado (Sánchez Pineda, 2003).

1.2.2.4 Salado.

Es una operación que se realiza en todas las variedades del queso, su finalidad es potenciar el sabor e inhibir el crecimiento de microorganismos indeseables (Ordóñez Pereda et al., 1998) se calcula la cantidad de sal a usar en proporción de 1.5-2.0%.

1.2.2.5 Moldeado.

Consiste en introducir la cuajada en moldes adecuados para darle la forma típica de cada variedad, estos moldes están provistos de pequeños orificios por donde drena parte del suero aun retenido en el queso, y dependiendo del tipo de queso, se somete a un prensado más o menos intenso.

1.2.2.6 Empacado.

Se realiza al vacío, en empaques de plástico, una vez empacados los quesos se procede a almacenarlos a una temperatura de 5-10°C.

1.3 Influencia del tratamiento térmico en la leche

En la leche tratada térmicamente por encima de los 60°C, tienen lugar importantes cambios que incluyen: desnaturalización y agregación de las proteínas del suero, interacción de las proteínas del suero con la k-caseína, reacciones de Maillard entre lactosa y proteínas, cambios en la estructura de las micelas, disminución del pH, inactivación de proteasas nativas de la leche y de algunas bacterias acidolácticas que afectan la proteólisis (Raventós Santamaria, 2005).

Cuanto más alto es el tratamiento térmico, más acentuada es la disminución de la fuerza del gel que se obtiene en ausencia de proteínas solubles. El factor principal de la inapropiada coagulación enzimática en la leche tratada térmicamente, es atribuido a la distribución del calcio entre la fase sérica y la fase micelar; la leche que ha sido tratada a altas temperaturas muestran prolongados tiempos de coagulación y formas coágulos finos que retienen más agua que lo normal (Sbodio et al., 2010).

También provoca la disminución significativa de péptidos de cadena corta y aminoácidos libres, compuestos precursores de aromas y sabores en el queso (Tunick y Van Hekken, 2010) y origina quesos con alto contenido de humedad con respecto a los elaborados con leche cruda.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Brindar una alternativa para la producción de queso amasado lojano, que contribuya al consumo de productos saludables e inocuos.

2.2 Objetivo específico

Obtener un queso amasado con similares características al producto tradicional y con una calidad sanitaria adecuada para su consumo.

III. METODOLOGÍA

3.1 Materia prima

La leche empleada en la elaboración del queso amasado, fue suministrada por la empresa de lácteos ECOLAC CIA. LTDA. Se utilizó leche cruda y fresca de vaca procedente del cantón Loja, la misma que cumplió con las especificaciones de densidad, grasa, acidez, proteína, cenizas y punto de congelación; para leche cruda, que se establecen en la respectiva norma INEN (NTE INEN 9, 2012).

3.2 Formulación

En la formulación del queso amasado se utilizó: leche entera de vaca, cloruro de calcio, cultivo láctico, ácido cítrico, cuajo en polvo y cloruro de sodio. Las cantidades de los ingredientes se detallan en el documento registrado como secreto industrial con número de aplicación 20151701003P01337.

3.3 Diagrama del proceso de elaboración

En la figura 1 se muestra el diagrama general del proceso de elaboración del queso, que fue aplicado en este proyecto. El detalle y la descripción de cada etapa se encuentran en el documento de secreto industrial, generado a partir de este proyecto.

3.4 Experimentación

3.4.1 Pruebas preliminares para definir el mejor producto.

3.4.1.1 Cantidad y tipo de cultivo.

Se trabajó con dos tipos de cultivo un mesófilo (*Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus diacetylactis* y *Streptococcus thermophilus*) y un termófilo (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*); disponibles en el mercado local, los cuales se probaron en dos cantidades diferentes de acuerdo a las especificaciones establecidas en las fichas técnicas de cada uno.

3.4.1.2 pH.

Con la cantidad y tipo de cultivo a usar, se probó la influencia de la acidificación de la cuajada en las características sensoriales del queso (olor, color, sabor, firmeza). Se probaron 4 niveles de pH en un rango de 5.8 a 6.4.

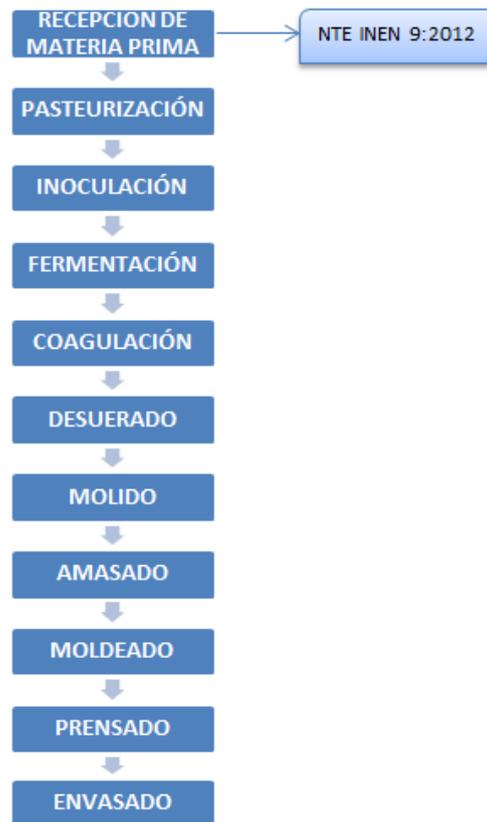


Figura 1: Diagrama de flujo de la elaboración de queso amasado.

3.4.1.3 Influencia del tratamiento térmico.

Se pasteurizó a dos temperaturas diferentes 72 y 75°C durante 15, 20 y 30 segundos; para observar el efecto del tratamiento térmico en las características organolépticas del queso y su carga microbiana.

3.4.2 Mejoramiento del producto según evaluación con consumidores.

El mejor producto que resultó de las pruebas preliminares, se evaluó con consumidores; a partir de lo cual se propuso mejorar la firmeza del queso. Se probaron distintos tiempos de reposo de la cuajada luego del desuerado, el peso usado para prensar el queso y el tiempo de prensado.

3.5 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó en dos fases:

3.5.1 Evaluación con panel semientrenado.

En la primera fase la evaluación sensorial se realizó con un panel semientrenado de catadores compuesto por 7 personas, esta evaluación se utilizó para las pruebas preliminares realizadas al producto.

Se aplicó la técnica de grupos de discusión, usando una escala hedónica de 5 puntos (1= me disgusta mucho y 5=me gusta mucho) para evaluar: olor, color, sabor, firmeza y grado de aceptación. La ficha utilizada se indica en el Anexo 1.

Las muestras se evaluaron el primer día de elaboración, entregando a cada catador 5 gramos de queso a una temperatura de 4-5°C. Las muestras fueron codificadas con números aleatorios.

3.5.2 Evaluación con consumidores.

Al mejor tratamiento obtenido en la primera fase, se le realizó una evaluación sensorial con consumidores habituales de queso. La evaluación se aplicó a un grupo de 37 personas compuesto por 15 hombres y 22 mujeres. Los atributos sensoriales evaluados fueron: olor, color, sabor, firmeza y grado de aceptación, mediante la misma escala hedónica usada en la primera fase (Anexo 1).

El producto se dio a probar en las mismas condiciones descritas en el apartado anterior.

3.6 Análisis realizados la mejor producto

3.6.1 Análisis físico-químicos.

Se realizaron los análisis de: pH, acidez, grasa, proteína, humedad y cenizas; según los métodos indicados en la tabla 2. Todos los análisis se realizaron el primer día de elaboración del queso.

Tabla 2: Análisis físico-químicos realizados.

Análisis	Método de ensayo
pH	NMX-F-099-1970
Acidez (% ácido láctico)	AOAC 920.124
Grasa (%)	NTE INEN 63
Proteína (%)	AOAC 2001.14
Humedad (%)	AOAC 926.08
Cenizas (%)	AOAC 935.42

3.6.2 Análisis microbiológicos.

Los análisis microbiológicos se realizaron con el fin de establecer indicadores de calidad del queso amasado. Se analizó el queso el primer día de elaboración, los microorganismos evaluados y los métodos empleados se indican en la tabla 3.

Tabla 3: Análisis microbiológicos realizados.

Microorganismo	Método de ensayo
<i>Escherichia coli</i>	AOAC 991.14
<i>Staphylococcus aureus</i>	AOAC 2001.05
Enterobacteriaceae	AOAC 2003.01

Fuente: NTE INEN 1528. Norma general para quesos frescos no madurados.

3.7 Determinación de rendimiento

El rendimiento se calculó en función de la relación de kilogramos de queso obtenido luego del prensado y el volumen de leche utilizado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$R = \frac{Mt}{V} * 100$$

Dónde:

R = Rendimiento del queso (%),

Mt = Masa total del queso obtenido luego del prensado (kg),

V = Volumen de leche procesado (litros)

3.8 Análisis estadístico

Con la finalidad de establecer el mejor tratamiento en cada una de las pruebas realizadas, los resultados de la evaluación sensorial se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y

posterior a ello para establecer los tratamientos diferentes, se aplicó una prueba de rangos múltiples de Tukey, con un nivel de significancia de $p < 0.05$. El tratamiento de los datos se realizó mediante el programa Minitab® Statistical Software, versión 16.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados de las pruebas preliminares

4.1.1 Cantidad y tipo de cultivo.

Como se aprecia en la Tabla 4, la cantidad y tipo de cultivo no influyó ($p>0.05$) en los atributos de olor y color del queso elaborado. Al utilizar el cultivo mesófilo en las diferentes concentraciones, los tratamientos T1 y T2 presentaron características de un queso cremoso, muy suave y con poca firmeza, especialmente el tratamiento 1 recibió las calificaciones más bajas ($p<0.05$) en cuanto a sabor, firmeza y grado de aceptación; mientras que al usar el cultivo termófilo en la mayor proporción (T3), se obtuvo características de un queso cremoso, suave y que luego de 5 días de almacenamiento adquirió un sabor amargo; lo cual posiblemente se debe a que el cultivo siguió actuando en el producto. Sensorialmente se lograron resultados satisfactorios en el queso elaborado con la menor cantidad de cultivo termófilo (T4), el cual presentó cierta cremosidad y firmeza al tacto, este producto obtuvo un puntaje entre “ni me gusta, ni me disgusta” a “me gusta ligeramente” dentro de la escala hedónica utilizada.

Tabla 4: Evaluación sensorial sobre el cultivo

Atributos	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Olor	3.86±1.21 ^a	4.00±1.29 ^a	4.00±0.93 ^a	3.86±1.21 ^a
Color	3.93±0.61 ^a	4.29±0.76 ^a	4.14±1.21 ^a	4.14±0.90 ^a
Sabor	2.14±0.69 ^b	3.64±0.75 ^a	3.21±0.57 ^a	3.50±0.87 ^a
Firmeza	1.71±0.76 ^b	4.00±1.00 ^a	4.29±0.76 ^a	4.29±0.49 ^a
Grado de Aceptación	2.21±0.70 ^b	3.86±0.38 ^a	3.79±0.64 ^a	3.93±0.61 ^a
Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa entre las muestras ($p<0.05$). n = 7				

4.1.2 Influencia del pH.

Los tratamientos T7 y T8 elaborados con valores de pH menores a 6, presentaron una cuajada defectuosa, de acuerdo al panel de evaluación sensorial se consideró que tenían poca firmeza y una textura cremosa. El tratamiento 7 (Tabla 5, Anexo 2) fue el que obtuvo las calificaciones más bajas ($p<0.05$) en cuanto a firmeza y aceptación general. Por otro lado los tratamientos T5 y T6 con valores de pH mayores a 6, recibieron la mejor calificación para la firmeza ($p<0.05$) y presentaron un sabor ligeramente ácido que agradó al panel. El tratamiento seleccionado entre encontró de manera general en una calificación de 4 “me gusta ligeramente” y 5 “me gusta mucho”.

Cuando se acidifica la leche se produce una desmineralización de las micelas (Pires, Alessi, & Gatti, 1999) en donde el fosfato de calcio coloidal se retira de las micelas de caseína y los niveles de calcio en el suero incrementan. En un pH alcalino los enlaces disulfuro intramoleculares que ayudan a mantener la estructura secundaria de las proteínas de suero de leche se rompen más fácilmente (Law & Leaver, 2000).

Según estudios realizados por Pires et al. (1999), indican que a valores de pH inferiores a 6.4 se observan cantidades importantes de proteínas caseínicas en el suero, mientras que al acidificar la leche a un pH de 6.2 hay un aumento apreciable de calcio en el suero debido a la solubilización del fosfato de calcio coloidal (Law & Leaver, 2000), el tiempo de coagulación es más corto a medida que desciende el pH a partir del normal de la leche. La dureza del gel también aumenta a medida que disminuye el pH, sin embargo a valores inferiores a 6.0 la dureza disminuye porque se dejan de sentir los efectos de la desmineralización de las caseínas por acidificación (Ordóñez Pereda et al., 1998)

Tabla 5: Evaluación sensorial sobre el pH

Atributos	Tratamientos			
	T5	T6	T7	T8
Olor	3.57±0.53 ^a	4.00±0.82 ^a	3.43±0.98 ^a	3.93±0.61 ^a
Color	4.00±0.58 ^a	4.14±0.69 ^a	3.57±1.27 ^a	3.93±0.61 ^a
Sabor	3.50±0.96 ^a	3.57±1.13 ^a	3.07±1.17 ^a	3.64±1.38 ^a
Firmeza	4.00±0.96 ^a	3.64±0.94 ^{ab}	2.29±0.91 ^b	2.71±1.50 ^{ab}
Grado de Aceptación	3.43±0.73 ^{ab}	3.71±0.64 ^a	2.43±1.10 ^b	3.00±0.87 ^{ab}
Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa entre las muestras ($p < 0.05$). n = 7				

4.1.3 Tratamiento térmico.

El tratamiento térmico aplicado antes de la adición del cuajo, altera las propiedades de coagulación de la leche, las principales consecuencias son un ligero aumento en el tiempo de coagulación y la reducción de la firmeza de la cuajada (Grappin & Beuvier, 1997), pero a pesar de las desventajas de la pasteurización, algunas de las ventajas son: mejor control de desarrollo del sabor, destrucción de las bacterias patógenas y un mayor rendimiento en el queso (Publishers, 1999).

De acuerdo a los resultados de la evaluación sensorial, no existió diferencia significativa en ninguno de los tratamientos en cuanto a olor, color, sabor y firmeza del queso (Tabla 6). Así

mismo ninguno de los tratamientos presentó carga microbiana por lo que a partir de estos resultados, se podía elegir cualquiera de ellos.

La elección del tratamiento térmico se decidió de acuerdo a los parámetros de pasteurización que la empresa que fabricaría el producto aplica.

Tabla 6: Evaluación sensorial sobre el tratamiento térmico

Atributos	Tratamientos					
	T9	T10	T11	T12	T13	T14
Olor	4.00±1.15 ^a	4.57±0.53 ^a	4.43±0.53 ^a	4.14±0.64 ^a	4.43±0.49 ^a	4.29±0.45 ^a
Color	4.57±0.79 ^a	4.50±0.76 ^a	4.57±0.53 ^a	4.71±0.49 ^a	4.57±0.53 ^a	4.64±0.48 ^a
Sabor	4.00±1.00 ^a	4.43±0.84 ^a	4.14±0.69 ^a	4.14±0.69 ^a	4.36±0.75 ^a	4.29±0.49 ^a
Firmeza	4.00±0.82 ^a	4.36±0.48 ^a	3.57±0.53 ^a	4.14±0.69 ^a	4.14±0.38 ^a	3.93±0.19 ^a
Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa entre las muestras ($p < 0.05$). n = 7						

4.2 Resultados de las pruebas con consumidores

Como se muestra en la tabla 7, el mejor producto que resultó de las pruebas preliminares, obtuvo por parte de los consumidores calificaciones entre 4 “me gusta ligeramente” y 5 “me gusta mucho” para el olor, color y sabor. Mientras que para la firmeza la calificación estuvo entre 3 “Ni me gusta, ni me disgusta” y 4 “me gusta ligeramente”, por cuanto indicaron que faltaba consistencia al producto para mejorar su corte y sensación en la boca.

Tabla 7: Evaluación sensorial al consumidor

ATRIBUTOS			
Olor	Color	Sabor	Firmeza
4.08±0.80	4.76±0.43	4.32±0.58	3.84±0.96

n = 37

Las variables estudiadas para mejorar la firmeza del queso, influyeron positivamente en la nueva degustación del producto, ya que los consumidores mejoraron su apreciación del mismo, otorgándole una calificación más alta (4.67±0.52) en el nivel de “me gusta mucho”. Se debe indicar que el prensado es una etapa importante en el proceso de elaboración de queso, por cuanto es la que da forma, permite la eliminación de suero remanente y acidificación de la masa, y contribuye a la formación de la corteza. En esta última evaluación el 90% de los consumidores indicaron que les gusta el producto y que lo comprarían.

4.3 Resultados de análisis del mejor producto

4.3.1 Análisis físico-químicos.

En la tabla 4 se resumen los análisis físico químicos realizados al mejor tratamiento para su caracterización.

Tabla 8: Resultado de los análisis físico-químicos

Análisis	Resultado
pH	6.43±0.01
Acidez (% ácido láctico)	0.19±0.01
Grasa (%)	38.25±0.01
Proteína (%)	15.58±0.02
Humedad (%)	61.22±0.16
Cenizas (%)	2.51±0.01

Como se puede observar en la tabla 4, el pH del queso fue de 6.43 y la acidez 0.19%, lo que lo enmarca en un producto ligeramente ácido. Estos valores son parecidos a los determinados por Gonzalez Ramírez (2010) en un estudio en el cual se evaluó la calidad fisicoquímica del queso fresco elaborado artesanalmente en “Sehualaca, Municipio de Minatitlán, Veracruz” y su cambio durante el periodo de épocas secas y lluvias, en donde el pH promedio del queso fresco fue de 6.41 y 0.197% de acidez en épocas secas. La presencia de fermentos lácticos en el queso y la consecuente producción de ácido láctico por fermentación de la lactosa, provocan el descenso normal del pH del producto durante su elaboración; estos valores continúan descendiendo, se estabilizan e incluso vuelven a incrementarse hacia la neutralidad como en el caso de algunos quesos madurados (Martegani, 2006).

Según el porcentaje de grasa obtenido (38.25%), el queso elaborado podría clasificarse como “Semidescremado o bajo en grasa” según la normativa Ecuatoriana (NTE INEN 1528, 2012) o como queso procesado para rebanar o cortar, de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-F-092-1970, el valor de grasa obtenido fue similar al reportado por Espinoza Calle (2012) que fue de 39.79% en un proyecto de elaboración de queso fresco con la adición de diferentes niveles de harina de yuca. Se debe indicar que la leche usada en la fabricación del queso tuvo un contenido inicial de grasa de 3.5%.

Al referirnos al contenido de proteína se obtuvo un valor de 15.58%, valor que se encuentra dentro de lo establecido (mínimo 10%) por la Norma Mexicana NMX –F-092-1970 “Calidad para quesos procesados” para un queso procesado para rebanar o cortar. El valor obtenido

es menor al reportado por González Ramírez (2010) en un estudio de caracterización de queso fresco elaborado artesanalmente que es de 17.4%.

Por el valor de humedad que presenta el queso obtenido (61.22%) se lo cataloga como un “queso semiblando” cuyo valor máximo indicado por la Norma INEN 1528 para este tipo de quesos es de 65%. El valor de humedad del queso elaborado es similar al reportado por Zambrano Dávalos (2010) para queso fresco, cuyo valor estuvo alrededor del 64%. Se debe considerar que el queso fresco se caracteriza por presentar una humedad elevada, lo que implica que el producto tenga una actividad de agua alta ($a_w > 0.85$), haciendo posible el desarrollo de mohos, levaduras y bacterias patógenas; lo cual se encuentra asociado al deterioro microbiológico del producto una vida útil más corta en comparación con otros tipos de queso (Bourgeois et al., 2000).

La norma Mexicana NMX –F-092-1970 “Calidad para quesos procesados” indica que el valor mínimo de cenizas que debe tener un queso para rebanar o cortar es de 0.5%; cumpliendo con este valor el queso amasado elaborado en el presente trabajo. Las cenizas representan la fracción correspondiente a los minerales del alimento, las cenizas permanecen como residuo luego de la calcinación de la materia orgánica a 550°C, a esta temperatura se produce una pérdida de ciertos minerales como el Ca y el P, y la volatilización de otros como Na, K y Cl, la fracción resultante se denomina cenizas (Caravaca Rodríguez et al., 2005).

4.3.2 Análisis microbiológicos.

Los resultados del análisis microbiológico aplicado al queso amasado, demostraron que el tratamiento térmico de pasteurización empleado, fue eficaz para destruir a los microorganismos patógenos *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*; a más de los incluidos en el grupo indicador Enterobacteriaceas que también fue evaluado; cumpliendo de esta forma los requisitos establecidos por la norma NTE INEN 1528 para quesos frescos no madurados y catalogando al producto como de “buena calidad”.

Se debe indicar además que en la buena calidad del producto obtenido, reflejan las normas básicas de higiene que se siguieron durante todo el proceso de elaboración.

CONCLUSIONES

- El tratamiento de pasteurización aplicado, influyó negativamente en las características de la leche empleada en el proceso de elaboración del queso amasado, lo que hizo necesario incluir algunos ingredientes y modificar ciertos parámetros; que ayudaron a mejorar las características sensoriales del producto.
- Se logró obtener un queso amasado pasteurizado con características sensoriales similares al producto tradicional y con una buena calidad sanitaria que cumple con lo exigido por la normativa Ecuatoriana.
- El producto obtenido presentó las siguientes características sensoriales: olor agradable, color blanco característico, sabor agradable ligeramente ácido y con un nivel de firmeza que gusta al consumidor.
- El rendimiento obtenido en la elaboración del queso amasado fue de 12.72%.

RECOMENDACIONES

- La leche puede contener un alto contenido de microorganismos provenientes del proceso de ordeño y/o transporte; por lo que es indispensable tomar medidas como: limpieza de equipos, materiales; adecuada higiene personal; temperaturas de refrigeración; etc., para obtener leche de calidad adecuada que permita la elaboración de queso inocuo.
- Para asegurar la inocuidad del queso elaborado, es de suma importancia mantener la cadena de frío durante el almacenamiento, distribución y comercialización a una temperatura de $4\pm 2^{\circ}\text{C}$; y su transporte debe realizarse en condiciones idóneas que garanticen el mantenimiento del producto.
- Sería recomendable realizar el estudio de la vida útil del producto para establecer su tiempo de consumo.

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, D. A., & Bedoya, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 38-42.
- Badui Dergal, S., (2006). Leche. *Química de los alimentos* (pp. 603-629). México: Pearson Educación.
- Barrios Centeno, H.X., (2006). *Evaluación y mejoramiento de la calidad microbilógica de queso fresco a base de leche no pasteurizada, elaborado artesanalmente y comercializado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala* (tesis de pregrado) . Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Bourgeois, C.M., Mescle, J.F., & Zucca, J. (2000). *Microbiología Alimentaria*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Caravaca Rodríguez, F.P., Castel Genís, J.M., Guzmán Guerrero, J.L., Delgado Pertíñez, M., Mena Guerrero, Y., Alcalde Aldea, M.J., & González Redondo, P. (2005). *Bases de la producción animal*. Sevilla, España.
- Calderón , A., Rodríguez , V., & Vélez , S. (2007). Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 12, 912-920.
- CANILEC (Cámara Nacional de Industriales de la Leche). (2011). *El Libro Blanco de la leche y los productos lácteos*. México, D.F.: Litho Offset Imprenta
- Castillo, M., Tandazo, D., Landázuri, A., Piedra, L., Pineda, E., Riofrío A., & Cumbicus, E. (2008). *Evaluación de la calidad higiénico sanitaria y determinación de las características organolépticas y físico-químicas del queso que se expende en los mercados de la ciudad de Loja*.
- Closa, S.J., De Landeta, M., Andérica, D., Pighín, A., & Cufre, J.A. (2003). Contenido de nutrientes minerales en leches de vaca y derivados de Argentina. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 53(3), 320-324.
- Daviau, C., Pierre, A., Famelart, M.H., Gouedran-Che, H., Jacod, D., Gamier, M., & Maubois, J.L. (2000). Characterisation of whey drainage kinetics during soft cheese manufacture in relation with the physicochemical and technological factors, pH and renneting, casein concentration and ionic strength of milk. *Le Lait*, 80(4), 417-432.
- Del Castillo Shelly, R.R., & Mestres Lagarriga, J. (2004). *Productos lácteos. Tecnología*. Barcelona, España: Ediciones UPC.
- Escobar Gianni, D., Pelaggio Ettlin, R., Grille, L., Colzada Sellanes, E., Rampoldi, C., Carro Techera, S., Delucchi Zapparati, M., Viola, N., Nolla, J., Reinares, R., Chilibroste, P., & Piedrabuena Perdomo, L. (2014). Efecto del perfil de caseínas, recuento de células somáticas y composición de la leche en el rendimiento del queso Dambo. *INNOTEC*, 0(9), 31-42.
- Espinoza Calle, M.L., (2012). *Elaboración de queso fresco con diferentes niveles de harina de yuca (0.5, 1 y 1.5%) como retenedor de suero* (tesis de pregrado) . Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Bourgeois, C.M., Mescle, J.F., & Zucca, J. (2000). *Microbiología Alimentaria*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- García Garibay, Quintero Ramírez, & López Munguía. (2004). *BIOTECNOLOGÍA ALIMENTARIA*. México, D.F.: Limusa S.A.
- Gonzalez Ramírez, Edgar Pasiano. (2010). *Caracterización de la composición química del queso fresco elaborado artesanalmente en Sehuatla municipio de Minatitlán, Veracruz*. Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Grappin, Rémy, & Beuvier, Eric. (1997). Possible Implications of Milk Pasteurization on the Manufacture and Sensory Quality of Ripened Cheese. *International Dairy Journal*, vol 7.(12), 751-761.
- Hernández, H. (2003). *MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL*. UNED

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1528:2012, *Norma General para quesos frescos no madurados.Requisitos*. Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN, Quito-Ecuador, 2012.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9:2012, *Leche Cruda.Requisitos*. Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN, Quito-Ecuador, 2012.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 10:2012, *Leche Pasteurizada.Requisitos*. Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN, Quito-Ecuador, 2012.
- Norma Mexicana NMX-F-092-1970, *Calidad para quesos procesados. Normas Mexicanas*. Dirección general de normas, México, 1970.
- Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P., & Brulé, G. (2007). *Ciencia de los alimentos*. Zaragoza,España: Editorial Acribia.
- Kely Martino Zagovalov, Tamara, Leyva Castillo, Virginia, Pérez Chang, Anay, de los Reyes, Maritza, Suárez Herrera, Francisco, & Lara Ortiz, César. (2005). Determinación de *Listeria spp*: en quesos y embutidos comercializados en Cuba. *Revista Cubana de Salud Pública*, 31, 0-0.
- Law, Andrew J.R, & Leaver, Jeffrey. (2000). Effect of pH on the Thermal Denaturation of Whey Proteins in Milk. *J. Agric Food Chem*, 48(3), 672-679.
- Mahaut, M., Jeantet, R., Brulé, G., & Schuck, P. (2004) *Productos lácteos industriales*. Zaragoza,España: Acribia S.A.
- Martegani, Héctor. (2006). Elaboración general de quesos frescos.
- Ordóñez Pereda, J.A., Cambero Rodríguez, M.I., Fernández Álvarez, L., García Sanza, M.L., Selgas Cortecero, M.D., & De la Hoz Perales, L. (1998). *Tecnología de los Alimentos*.Madrid, España: Editorial Síntesis.
- Parra Arango, J.L., Pinzón, S.M., Correal, W.A., Cerinza, O.J., Rodríguez, N., & Rojas Barreto, A. (2006). *Buenas prácticas de ordeño manual para mejorar la calidad de la leche*. Colombia.
- Pires, Miryam S., Alessi, Adriana, & Gatti, Carlos A. (1999). Estudio de laboratorio del efecto de las concentraciones de calcio y caseína, el pH y la temperatura sobre la incorporación de proteínas lácteas al coágulo obtenido por acción enzimática. *Química Nova*, 22, 497-500.
- Publishers, Aspen. (1999). *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (Vol. vol 1.). New York.
- Ramírez López, C., & Vélez Ruiz, J.F. (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 6(2), 131-148.
- Raventós Santamaria, M. (2005). *Industria Alimentaria. Tecnologías Emergentes*. Barcelona,España: Ediciones UPC.
- Revilla, A., (1982). *TECNOLOGÍA DE LA LECHE*. San José, Costa Rica: Levantex
- Rivera Guerra, V.E., (2012). *EVALUACIÓN DE DISTINTOS CUAJOS NATUARLES Y PROCESADOS (BOVINOS, OVINOS Y CUY) PARA LA REALIZACIÓN DEL QUESO FRESCO* (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Rodríguez Rivera, V.M., & Simón Magro, E. (2008). *BASES DE LA ALIMENTACIÓN HUMANA*.España: NETBIBLO.
- Sánchez Pineda, M.T., (2003). *PROCESOS DE ELABORACIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS*. Madrid,España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Santos, M.A., (2007). *Leche y sus derivados*. México: Trillas.
- Sbodio, O.A., Tercero, E.J., Zannier, M.S., & Revelli, G.R. (2010). Tratamiento Térmico de Leche: Influencia del pH y CaCl₂ en la Elaboración de Queso Cuartirolo. *Información tecnológica*, 21(5) , 107-116.
- Tunick, M.H & Van Hekken, D.L. (2010). Rheology and texture of commercial queso fresco cheeses made from raw and pasteurized milk. *Journal of food Quality*. 33(1). 204-215.
- UNIFEM (United Nations Development Fund for Women). (1998). *PROCESAMIENTO DE LÁCTEOS*. Lima, Perú: (A. G. E. Tarea Ed. Vol. vol.4). Lima, Perú: Tarea, asociación gráfica educativa.
- Zambrano Dávalos, M.C. (2010). *ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO CON LA UTILIZACIÓN DE UN FERMENTO PROBIÓTICO (Lactobacillus acidophilus)* (tesis de pregrado) . Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 1

Anexo 1: Fichas de evaluación sensorial

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL USADA EN LAS PRUEBAS PRELIMINARES

NOMBRES Y APELLIDOS	FECHA
-------------------------------------	-----------------------

PRODUCTO: Queso amasado

INDICACIONES:

Pruebe la muestra que se le presenta y califíquela en los atributos que se le indican.
Coloque una X en el casillero correspondiente, según el nivel de agrado que tiene de la misma.

Nivel de agrado	OLOR	COLOR	SABOR	FIRMEZA	GRADO DE ACEPTACIÓN
Me gusta mucho					
Me gusta ligeramente					
Ni me gusta ni me disgusta					
Me disgusta ligeramente					
Me disgusta mucho					

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....

¡Gracias!

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL APLICADA AL CONSUMIDOR

NOMBRES Y APELLIDOS	FECHA
-------------------------------------	-----------------------

PRODUCTO: Queso amasado

INDICACIONES:

Pruebe la muestra que se le presenta y califíquela en los atributos que se le indican.

Coloque una X en el casillero correspondiente, según el nivel de agrado que tiene de la misma.

Nivel de agrado	OLOR	COLOR	SABOR	FIRMEZA
Me gusta mucho				
Me gusta ligeramente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta ligeramente				
Me disgusta mucho				

EVALUACIÓN GENERAL:

LE GUSTA EL ALIMENTO SI NO

COMPRARÍA ESTE ALIMENTO SI NO

COMENTARIOS:

.....
.....
.....

¡Gracias!

ANEXO 2

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PRUEBAS PRELIMINARES

PRIMERA EVALUACIÓN: Cantidad y tipo de cultivo

ANOVA unidireccional: OLOR

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	3	0,14	0,05	0,03	0,991
Error	24	33,71	1,40		
Total	27	33,86			

S = 1,185 R-cuad. = 0,42% R-cuad. (ajustado) = 0,00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T3	7	4,000	A
T2	7	4,000	A
T4	7	3,857	A
T1	7	3,857	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: COLOR

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	3	0,455	0,152	0,19	0,903
Error	24	19,357	0,807		
Total	27	19,813			

S = 0,8981 R-cuad. = 2,30% R-cuad. (ajustado) = 0,00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T2	7	4,2857	A
T4	7	4,1429	A
T3	7	4,1429	A
T1	7	3,9286	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: SABOR

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	3	9,670	3,223	6,12	0,003
Error	24	12,643	0,527		
Total	27	22,313			

S = 0,7258 R-cuad. = 43,34% R-cuad. (ajustado) = 36,25%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T2	7	3,6429	A
T4	7	3,5000	A
T3	7	3,2143	A
T1	7	2,1429	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: FIRMEZA

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	3	32,571	10,857	18,24	0,000
Error	24	14,286	0,595		
Total	27	46,857			

S = 0,7715 R-cuad. = 69,51% R-cuad.(ajustado) = 65,70%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T4	7	4,2857	A
T3	7	4,2857	A
T2	7	4,0000	A
T1	7	1,7143	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: GRADO DE ACEPTACIÓN

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	3	14,241	4,747	13,52	0,000
Error	24	8,429	0,351		
Total	27	22,670			

S = 0,5926 R-cuad. = 62,82% R-cuad.(ajustado) = 58,17%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T4	7	3,9286	A
T2	7	3,8571	A
T3	7	3,7857	A
T1	7	2,2143	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

SEGUNDA EVALUACIÓN: Influencia del pH

ANOVA unidireccional: OLOR

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	3	1,598	0,533	0,94	0,438
Error	24	13,643	0,568		
Total	27	15,241			

S = 0,7540 R-cuad. = 10,49% R-cuad.(ajustado) = 0,00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T6	7	4,0000	A
T8	7	3,9286	A
T5	7	3,5714	A
T7	7	3,4286	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: COLOR

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	3	1,241	0,414	0,59	0,627
Error	24	16,786	0,699		
Total	27	18,027			

S = 0,8363 R-cuad. = 6,88% R-cuad.(ajustado) = 0,00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T6	7	4,1429	A
T5	7	4,0000	A
T8	7	3,9286	A
T7	7	3,5714	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: SABOR

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	3	1,38	0,46	0,34	0,798
Error	24	32,79	1,37		
Total	27	34,17			

S = 1,169 R-cuad. = 4,05% R-cuad.(ajustado) = 0,00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T8	7	3,643	A
T6	7	3,571	A
T5	7	3,500	A
T7	7	3,071	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: FIRMEZA

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	3	13,31	4,44	3,65	0,027
Error	24	29,21	1,22		
Total	27	42,53			

S = 1,103 R-cuad. = 31,30% R-cuad.(ajustado) = 22,72%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T5	7	4,000	A
T6	7	3,643	A B
T8	7	2,714	A B
T7	7	2,286	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: GRADO DE ACEPTACIÓN

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	3	6,571	2,190	3,03	0,049
Error	24	17,357	0,723		
Total	27	23,929			

S = 0,8504 R-cuad. = 27,46% R-cuad.(ajustado) = 18,40%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T6	7	3,7143	A
T5	7	3,4286	A B
T8	7	3,0000	A B
T7	7	2,4286	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

TERCERA EVALUACIÓN: Tratamiento térmico

ANOVA unidireccional: OLOR

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	5	1,548	0,310	0,64	0,671
Error	36	17,429	0,484		
Total	41	18,976			

S = 0,6958 R-cuad. = 8,16% R-cuad. (ajustado) = 0,00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T10	7	4,5714	A
T13	7	4,4286	A
T11	7	4,4286	A
T14	7	4,2857	A
T12	7	4,1429	A
T9	7	4,0000	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: COLOR

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	5	0,190	0,038	0,10	0,991
Error	36	13,429	0,373		
Total	41	13,619			

S = 0,6108 R-cuad. = 1,40% R-cuad. (ajustado) = 0,00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T12	7	4,7143	A
T14	7	4,6429	A
T13	7	4,5714	A
T11	7	4,5714	A
T9	7	4,5714	A
T10	7	4,5000	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: SABOR

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	5	0,887	0,177	0,31	0,905
Error	36	20,714	0,575		
Total	41	21,601			

S = 0,7585 R-cuad. = 4,11% R-cuad. (ajustado) = 0,00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T10	7	4,4286	A
T13	7	4,3571	A
T14	7	4,2857	A
T12	7	4,1429	A
T11	7	4,1429	A
T9	7	4,0000	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: FIRMEZA

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	5	2,476	0,495	1,62	0,179
Error	36	11,000	0,306		
Total	41	13,476			

S = 0,5528 R-cuad. = 18,37% R-cuad.(ajustado) = 7,04%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

	N	Media	Agrupación
T10	7	4,3571	A
T13	7	4,1429	A
T12	7	4,1429	A
T9	7	4,0000	A
T14	7	3,9286	A
T11	7	3,5714	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.