

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Evaluación del efecto de la enzima lactasa en la elaboración de un queso amasado deslactosado bajo en grasa”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Alimentos

AUTOR: Aupas Narvaez Jhonn Kevyn

TUTORA: Dra. Yambay Vallejo Wilman Jenny, MSc.

Tulcán, 2024.

CERTIFICADO DE LA TUTORA

Certifico que el estudiante Aupas Narvaez Jhonn Kevyn con el número de cédula 0401937321 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: “Evaluación del efecto de la enzima lactasa en la elaboración de un queso amasado deslactosado bajo en grasa”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

Dra. Yambay Vallejo Wilman Jenny, MSc.

TUTORA

Tulcán, febrero de 2024

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Aupas Narvaez Jhonn Kevyn, con cédula de identidad número 0401937321 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Aupas Narvaez Jhonn Kevyn

AUTOR

Tulcán, febrero de 2024

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Aupas Narvaez Jhonn Kevyn declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación del efecto de la enzima lactasa en la elaboración de un queso amasado deslactosado bajo en grasa" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Aupas Narvaez Jhonn Kevyn

AUTOR

Tulcán, febrero de 2024

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo. En primer lugar, a mi tutora de tesis, por su guía, dedicación y paciencia a lo largo de todo el proceso. Sus comentarios y sugerencias fueron fundamentales para lograr un trabajo de calidad. También quiero agradecer a mi familia, quienes me brindaron su apoyo incondicional, su motivación y su comprensión durante los momentos más difíciles de esta etapa.

Agradezco a mis amigos y compañeros de estudio, quienes me acompañaron en esta travesía y me brindaron su ayuda en todo momento. También a las personas que generosamente accedieron a participar en la investigación, ya que sin su colaboración no hubiera sido posible obtener los resultados necesarios. En definitiva, este logro no es solo mío, sino de todas las personas que contribuyeron de alguna forma en su realización. Nuevamente, muchas gracias a todos.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, quienes me han brindado amor, apoyo y educación durante toda mi vida, gracias por inculcarme valores como la perseverancia y la dedicación, y por motivarme a alcanzar mis metas académicas y personales. Quiero dedicar este trabajo a mis amigos y seres queridos, quienes siempre me han brindado su compañía y apoyo incondicional en los momentos más difíciles. Sin su aliento y motivación, no hubiera sido posible culminar este importante proyecto en mi vida, reitero mis agradecimientos a todos ellos, este logro también es suyo.

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
I. EL PROBLEMA	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3. JUSTIFICACIÓN	18
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	19
1.4.1. Objetivo General.....	19
1.4.2. Objetivos Específicos	19
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	19
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.2. MARCO TEÓRICO	23
2.2.1. La leche	23
2.2.2. Composición química de la leche.....	24
2.2.3. Lactosa.....	24
2.2.4. Propiedades Físicas de la leche	26
2.2.5. Parámetros de la calidad de la leche.....	26
2.2.6. Clasificación de la leche	27
2.2.7. Estandarización de la leche	28
2.2.8. Enzimas presentes en la leche	28
2.2.9. Enzima	30
2.2.10. Queso.....	32

2.2.11. Clasificación de los quesos.....	34
2.2.12. Generalidades del proceso de elaboración de quesos.....	35
2.2.13. Queso amasado.....	36
III. METODOLOGÍA.....	37
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.....	37
3.1.1. Enfoque.....	37
3.1.2. Tipo de Investigación.....	37
3.2. HIPÓTESIS.....	38
3.2.1. Hipótesis nula (Ho).....	38
3.2.2. Hipótesis alternativa (Hi).....	38
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	38
3.3.1. Operacionalización de las variables.....	39
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS.....	41
3.4.1. Métodos.....	41
3.4.2. Análisis de parámetros fisicoquímicos del queso amasado.....	44
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	48
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
4.1. RESULTADOS.....	50
4.1.1. Análisis fisicoquímico de la leche.....	50
4.1.2. Hidrólisis de la lactosa en la leche.....	50
4.1.3. Análisis fisicoquímico de los quesos amasados deslactosados bajo en grasa.....	51
4.1.4. Análisis sensorial del queso amasado deslactosado bajo en grasa de los tratamientos.....	53
4.1.5. Análisis microbiológicos.....	57
4.1.6. Análisis del Perfil de Textura.....	57
4.2. DISCUSIÓN.....	58
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62

5.1. CONCLUSIONES.....	62
5.2. RECOMENDACIONES.....	63
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
VII. ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la leche	24
Tabla 2. Composición y valor calórico de algunos tipos de quesos frescos.....	34
Tabla 3. Requisitos específicos según la noma NTE INEN 1528	35
Tabla 4. Contenido de parámetros nutricionales del queso amasado.....	36
Tabla 5. Operacionalización de variables involucradas en la primera fase.....	39
Tabla 6. Operacionalización de variables involucradas en la segunda fase, leche descremada y deslactosada.....	40
Tabla 7. Ponderación de los atributos para la evaluación sensorial.....	48
Tabla 8. Tratamientos con arreglo factorial 2 ² para la primera fase.....	48
Tabla 9. Combinaciones de los factores para los cuatro tratamientos en la obtención de leche descremada y deslactosada.....	48
Tabla 10. Tratamientos con arreglo factorial 2 ² para la segunda fase.....	49
Tabla 11. Combinaciones de los factores para los cuatro tratamientos.....	49
Tabla 12. Parámetros fisicoquímicos de la leche entera y descremada.	50
Tabla 13. Estandarización de la leche.	50
Tabla 14. Hidrólisis de la lactosa de la leche.....	51
Tabla 15. Análisis fisicoquímicos del queso amasado.....	52
Tabla 16 Media de los parámetros sensoriales de los diferentes tratamientos.....	56
Tabla 17 Análisis microbiológico de los tratamientos de queso amasado deslactosado bajo en grasa.....	57
Tabla 18. Análisis del Perfil de Textura del queso amasado deslactosado bajo en grasa T1.	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química de la lactosa.....	25
Figura 2. Síntesis de la lactosa.....	25
Figura 3. Estructura química de la lactosa.....	28
Figura 4. Mecanismo de acción β -Galactosidasa.....	29
Figura 5. Proceso de hidrólisis de la lactosa.....	29
Figura 6. Equipo CryoStarl.	31
Figura 7. Diagrama de flujo del deslactosado de la leche descremada.....	41
Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de queso amasado deslactosado bajo en grasa.....	43
Figura 9. Evaluación sensorial del atributo apariencia del queso amasado deslactosado bajo en grasa.....	53
Figura 10. Evaluación sensorial del atributo color del queso amasado deslactosado bajo en grasa.....	54
Figura 11. Evaluación sensorial del atributo olor del queso amasado deslactosado bajo en grasa.....	54
Figura 12. Evaluación sensorial del atributo sabor del queso amasado deslactosado bajo en grasa.....	55
Figura 13. Evaluación sensorial del atributo textura del queso amasado deslactosado bajo en grasa.....	55
Figura 14. Evaluación sensorial del atributo aceptabilidad en general del queso amasado deslactosado bajo en grasa.....	56
Figura 15. Recepción de la leche.....	72
Figura 16. Determinación del punto crioscópico de la leche.	72
Figura 17. Control de calidad de la leche.....	72
Figura 18. Determinación del pH.....	72
Figura 19. Determinación de la acidez.....	72
Figura 20. Estandarización de la leche.....	72

Figura 21. Proceso de hidrólisis de la leche.....	73
Figura 22. Enzima lactasa.....	73
Figura 23. Monitoreo de los tiempos óptimos.....	73
Figura 24. Determinación del punto crioscopio de la leche estandarizada.	73
Figura 25. Elaboración del queso amasado deslactosado bajo en grasa.	74
Figura 26. Rasposo de la cuajada	74
Figura 27. Empacado al vacío del queso amasado	74
Figura 28. Determinación microbiológica.	74
Figura 29. Determinación de lactosa método Felhing.....	74
Figura 30. Titulación para determinar proteína.	74
Figura 31. Determinación del porcentaje de cenizas.	75
Figura 32. Determinación del contenido de humedad.	75
Figura 33. Determinación de la acidez titulable.....	75
Figura 34. Evaluación sensorial.....	75

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	69
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	70
Anexo 3. Primera fase proceso de estandarización y deslactosado de la leche.....	72
Anexo 4. Segunda fase elaboración del queso amasado delactosado bajo en grasa	74
Anexo 5. Hoja de evaluación sensorial.....	76
Anexo 6. Ficha técnica de la enzima lactasa.....	77
Anexo 7. Determinación gravimétrica de lactosa, glucosa, maltosa, sacarosa y azúcar invertida a partir del peso de óxido cuproso, método de Fehling.	78
Anexo 8, Análisis estadístico de los parámetros fisicoquímicos del queso amasado deslactosado bajo en grasa.....	79
Anexo 9. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1520:2012.....	82

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la enzima lactasa en la elaboración del queso amasado deslactosado bajo en grasa. En la primera fase de esta investigación, se estandarizó la leche a 0,5 % y 1,0 % de contenido en materia grasa; y se realizó la hidrólisis de la lactosa, mediante el uso de la enzima lactasa, para lo cual se consideraron concentraciones de 2,0 mL/L y 0,5 mL/L y se trabajó a una temperatura de 40 °C hasta alcanzar el 99 % de la hidrólisis; en la segunda fase con la leche de los dos mejores tratamientos T1 y T2 se elaboraron quesos amasados, cuyas características fueron comparadas con quesos testigos elaborados con leche estandarizada sin deslactosar. Los quesos obtenidos en los cuatro tratamientos fueron evaluados sensorialmente por un panel de 60 jueces no entrenados, los resultados fueron analizados mediante el programa estadístico Infostat, de acuerdo al valor más alto de la media estadística de los atributos evaluados, se estableció que el mejor tratamiento fue el tratamiento T1, que corresponde al queso amasado elaborado con leche al 1,0 % de grasa y deslactosada con la enzima lactasa en una concentración del 2 mL/L. Los quesos elaborados en los cuatro tratamientos cumplen con los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos enunciados en la norma NTE INEN 1528, el uso de leche deslactosada y con bajo contenido de grasa tiene un impacto importante en el perfil de textura del producto final.

Palabras Claves: enzima lactasa, hidrólisis, estandarización, perfil de textura, queso amasado.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of the lactase enzyme in the production of low-fat lactose-free kneaded cheese. In the first phase of this research, milk was standardized to 0.5% and 1.0% fat content; and the hydrolysis of lactose was carried out, through the use of the lactase enzyme, for which concentrations of 2.0 mL/L and 0.5 mL/L were considered and worked at a temperature of 40 °C until reaching 99 % hydrolysis; In the second phase, kneaded cheeses were made with milk from the two best treatments T1 and T2, whose characteristics were compared with control cheeses made with standardized, non-lactose-free milk. The cheeses obtained in the four treatments were sensory evaluated by a panel of 60 untrained judges. The results were analyzed using the Infostat statistical program. According to the highest value of the statistical mean of the evaluated attributes, it was established that the best treatment was treatment T1, which corresponds to kneaded cheese made with milk at 1.0% fat and lactose-free with the lactase enzyme at a concentration of 2 mL/L. The cheeses made in the four treatments comply with the physicochemical and microbiological parameters stated. In the NTE INEN 1528 standard, the use of lactose-free and low-fat milk has an important impact on the texture profile of the final product.

Keywords: lactase enzyme, hydrolysis, standardization, texture profile, kneaded cheese.

INTRODUCCIÓN

La intolerancia a la lactosa es una condición prevalente en la población mundial, especialmente en los adultos. La lactosa es un azúcar presente en la leche y sus derivados, requiere ser hidrolizada por la enzima lactasa para su adecuada digestión. Las personas que presentan intolerancia a la lactosa tienen una producción insuficiente de la enzima lactasa y, lo que resulta en la experimentación de síntomas desagradables tras el consumo de productos lácteos (Centro de la Industria Láctea del Ecuador, 2020). En respuesta a este problema se han incorporado en el mercado diversas alternativas de productos deslactosados que incluyen los quesos. Sin embargo, la eliminación de la lactosa puede tener efectos adversos en la textura y el sabor de los productos elaborados como el queso.

Para aportar esta situación, se han propuesto enfoques alternativos, como el uso de la enzima lactasa en la elaboración de quesos. La enzima lactasa hidroliza la lactosa presente en la leche en glucosa y galactosa, resultando en una reducción de su concentración en los derivados lácteos.

En este estudio de investigación, se evaluó el efecto del uso de la enzima lactasa en la elaboración de un queso amasado deslactosado bajo en grasa. Además, se determinó el efecto en la calidad física, química, sensoriales y el perfil de textura, de esta manera se podría proporcionar una alternativa viable para las personas intolerantes a la lactosa que buscan disfrutar de este tipo de producto lácteo.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La intolerancia a la lactosa es una enfermedad que se da en muchas partes del mundo, ya que son incapaces de digerir la lactosa debido a una carencia de enzimas lactasa, lo que provoca diarrea, vómitos y retortijones abdominales. Se estima que alrededor del 75 % de la población mundial presenta esta alteración (Fidalgo, 2016).

De acuerdo con el Centro de la Industria Láctea del Ecuador (CIL, 2020) los índices de intolerancia a la lactosa de la población ecuatoriana se asemejan a los valores de los países vecinos, en términos generales el 70 % de la población mestiza es intolerante y el 30 % restante son tolerantes. De la genética de los ecuatorianos se desprende que mientras más genes europeos presentan en el individuo, es más tolerante a la lactosa y mientras más genes americanos afro se detectan, las personas son menos tolerantes. La intolerancia influye en el bajo consumo de leche y derivados lácteos, por ende, un aumento en la desnutrición.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) desde 1975 la obesidad se ha triplicado en todo el mundo, es una enfermedad causada por el consumo de grasas saturadas, se estima que aproximadamente en el 2016 el 13 % de la población adulta a nivel mundial eran obesas (un 11 % de los hombres y un 15 % de las mujeres). La encuesta Nacional de Salud y Nutrición, realizada en Ecuador (2018) señala que 6 de cada 10 de personas adultas presentan esta enfermedad, siendo más prevalente durante los 40 y 50 años, las mujeres (65,5 %) poseen la mayor frecuencia en comparación con los hombres (34,5 %) y son una de las principales causas de muerte en el país. Por este motivo el estado ecuatoriano en agosto 2014 implementó un sistema de etiquetado nutricional tipo semáforo a los alimentos procesados.

En este contexto, se evidencia la relevancia de la intolerancia a la lactosa y la incidencia de la obesidad, ambas vinculadas al consumo de productos ricos en

grasas saturadas, condiciones que impactan negativamente en la salud de los consumidores.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto del uso de leche deslactosada con bajo contenido de grasa en las características fisicoquímicas, sensoriales y el perfil de textura del queso amasado con bajo contenido de grasa?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La producción diaria de leche en Ecuador alcanza los 6.152.841 litros, lo que evidencia la importancia de este alimento en la dieta de la población debido a su alto valor nutritivo y beneficios para la salud. Sin embargo, el consumo per cápita anual de leche en el país es de 110 litros por persona, lo cual se encuentra por debajo de la recomendación de la FAO y OMS que establece un consumo mínimo de 180 litros de leche por habitante al año (CIL, 2021).

El sector lácteo es de gran importancia en la economía del Ecuador, ya que proporciona empleo directo e indirecto, valor agregado y contribuye al uso del territorio. Para la producción de leche y sus derivados se cría ganado, y la producción e industrialización de la leche genera alrededor de 1400 millones de dólares al año, con un costo oficial de 0,42 dólares por litro para los productores. La mayor parte de la producción lechera se concentra en la región Sierra con el 73 %, seguida por la Costa con el 19 % y la Amazonia con el 8 %. Sin embargo, el consumo per cápita de leche en Ecuador es bajo, con solo 110 litros por persona al año, lo que es inferior a la recomendación de la FAO y la OMS de 180 litros por persona al año (Cortez, 2019).

Según Benavides (2018), en el Ecuador, el consumo mensual de queso es de 1,36 millones de kilos de todas las variedades, lo que genera un rubro en el mercado de \$7,03 millones. En promedio, cada hogar consume alrededor de 2,5 unidades de queso de 500 gramos, lo que significa un gasto promedio de \$6,5 por mes. El 84,3 % de los hogares urbanos en las principales ciudades de Ecuador consumen queso, en gran parte debido al regreso de migrantes con nuevos hábitos alimenticios. El 81,5 % del mercado de quesos corresponde a la variedad fresca, incluyendo el queso amasado. El alto consumo de queso amasado lo convierte en una base alimentaria importante para la población carchense. Debido a esta alta demanda, los productores deben industrializar y comercializar las cantidades necesarias para satisfacer las necesidades de los consumidores.

El queso amasado, originario de San Gabriel, es un producto artesanal altamente apreciado y consumido por la población. Este delicioso alimento es elaborado principalmente con leche, que proporciona importantes nutrientes como calcio y proteínas, contribuyendo significativamente al valor nutricional y favoreciendo una alimentación saludable para mantener la buena salud (Arévalo, 2016).

Dada la importancia y producción significativa de la leche y sus derivados en la dieta de la población ecuatoriana, resulta esencial estudiar alternativas innovadoras que permitan mejorar la calidad nutricional de estos productos. En este contexto, una opción relevante podría ser el desarrollo de un queso amasado deslactosado y bajo en grasa, que brinde una alternativa más saludable para los consumidores y contribuya a reducir los índices de desnutrición, sobrepeso y obesidad en el país. Este trabajo de investigación promueve la alimentación sana y equilibrada para la población, proporcionando una opción diversificada y adaptada a las necesidades y preferencias de los consumidores.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la enzima lactasa en la elaboración de un queso amasado deslactosado bajo en grasa.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar el efecto de la enzima lactasa, en diferentes concentraciones durante la hidrólisis de la leche con bajo contenido de grasa.
- Determinar los tiempos óptimos de hidrólisis para alcanzar el 99 % de conversión de lactosa a glucosa y galactosa.
- Determinar las características físicas, químicas, sensoriales, textura, microbiológicas del queso amasado deslactosado bajo en grasa.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Cuál es el efecto de la concentración de la enzima lactasa en la hidrólisis de la lactosa en leche?

¿Cómo afecta el contenido de grasa de la leche en la hidrólisis de la lactosa con la enzima lactasa?

¿Cuál es la temperatura óptima para la hidrólisis de lactosa con la enzima lactasa?

¿Cuál es el tiempo necesario para obtener una hidrólisis del 99 % de la lactosa en la leche con la enzima lactasa?

¿Cómo afecta la hidrólisis de la lactosa a las propiedades fisicoquímicas del queso amasado bajo en grasa?

¿Las condiciones de asepsia en las que se realiza la hidrólisis de la lactosa influyen en la calidad microbiológica del queso amasado bajo en grasa?

¿Cuál es el efecto del uso de leche descremada y deslactosada en las características fisicoquímicas, sensoriales y de textura del queso amasado?

II.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los antecedentes que se tienen como base para el desarrollo del presente estudio son los siguientes:

En la Universidad Nacional Agraria la Molina, se llevó a cabo una investigación titulada "Efecto del hidrólisis de la lactosa en el perfil de textura de queso fresco normal y bajo en grasa", en la cual se consideró la estandarización de la leche con dos contenidos de grasa 2 % y 3 %, y la hidrólisis de la lactosa con la enzima HALACTASE 300 LAU en dosis de 4 mL/L, a una temperatura de 40 °C y consideró la evaluación del proceso cada 100 minutos. Posteriormente, con las leches deslactosadas se elaboraron quesos frescos, además, se consideró una muestra de referencia que fue elaborada con leche sin hidrólisis de lactosa. Se analizaron las características reológicas de cada tratamiento y se concluyó que con la leche estandarizada al 3 % se obtuvo un queso con mayor cohesividad, mientras que, el queso fresco elaborado con la leche al 2 % de grasa presentó mayor dureza y menor elasticidad. Es importante destacar que el contenido de grasa de la leche afectó las características reológicas del queso fresco sin lactosa (Antezana, 2015).

Delgado (2018) en su investigación sobre "Efecto de la lactasa en las propiedades fisicoquímicas de queso fresco y semimaduro", evaluó dos procesos de hidrólisis de la leche que se utilizó para la elaboración de quesos deslactosados. Empleó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, evaluó dos dosis de lactasa: 2,000 NLU/L (Unidades Neutras de Lactasa por litro de leche) durante 2 horas y 4000 NLU/L durante 1 hora y utilizó un control sin deslactosar, para los diferentes tipos de queso. En el análisis estadístico de los resultados se evidenció una correlación entre la dureza, grasa, humedad y rendimiento en el queso fresco. Además, se identificó una disminución significativa de humedad con respecto al queso control, se concluyó que los quesos presentaban mayor humedad cuando el contenido de enzima lactasa era mayor.

Bernys y Quezada (2015) llevaron a cabo una investigación sobre el efecto de la lactasa y cloruro de calcio en las propiedades, químicas y sensoriales del queso crema deslactosado Zamorano, su investigación tuvo como propósito de evaluar los efectos de la adición de enzima lactasa y cloruro de calcio en la elaboración de queso crema deslactosado. Aplicaron un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial, con tres concentraciones de lactasa (1,5; 2,0 o 2,5 mL/L) y dos niveles de CaCl_2 (29 mL/100 L de leche y 25 mL/100 L de leche) y se realizó una correlación con el control. Utilizó el método HPLC para determinar el perfil de azúcares en la leche deslactosada y comparar cuál es la hidrólisis de la lactosa. Concluyó que los niveles de lactasa y cloruro de calcio no indicaron un patrón en las propiedades físicas, químicas y sensoriales del queso crema deslactosado.

Juca y Pérez (2019) en trabajo de investigación "Determinación de lactosa en leche deslactosada y su comparación con la formulación aplicada en la empresa de Lácteos San Antonio", determinaron la concentración óptima de lactosa en leche deslactosada y por consiguiente el porcentaje de hidrólisis de lactosa, utilizando una enzima lactasa con su dosificación de 4 g/L, a un tiempo de reacción de 15 horas y temperatura de reacción 6 °C. Además, realizaron una comparación con los resultados obtenidos en la fórmula empleada en la empresa Lácteos San Antonio.

Martínez (2018) en su investigación sobre la producción de queso amasado fermentado bajo en grasa indica, que es importante considerar la estandarización de la materia prima en la elaboración de este tipo de queso. Evaluó tres porcentajes de descremado de la leche 10 %, 20 %, 30 % e hizo ajustes específicos en el proceso de producción para los dos tipos de cultivos microbianos. Los resultados indicaron que la grasa del queso presentó una media estadística de 42,32 % lo cual se considera un rango ideal para un queso semimaduro bajo en grasa. Además, la textura ideal firme del queso alcanzó niveles aproximados a 7,11 N.

En el trabajo de investigación "Condiciones de hidrólisis de las lactasas Lactozym Pure 6500 L y Saphera 2600 L, para la producción de leche deslactosada de cabra", realizada por Ramírez, Díaz, y Hernández (2019) en la Universidad Estatal de Guayaquil, se evaluaron lactasas comerciales: Lactozym Pure 6500 L y Saphera 2600 L, en concentraciones de 0,06 y 0,09 g/L para obtener leche deslactosada de cabra. Se utilizó leche de cabra, proveniente del cruce de cabras de raza Anglo nubian y criolla ecuatoriana. La leche se estandarizó al 3 % de grasa, la hidrólisis se realizó a diferentes temperaturas de 4 °C, 10 °C y 35 °C, se midió el punto crioscópico por

triplicado cada 30 minutos y se estimó el grado de hidrólisis en porcentaje en cada tratamiento. Se concluyó que la temperatura óptima para el proceso de hidrólisis fue de 35 °C, con una dosis de 0,06 g/L de la enzima y un tiempo de reacción de aproximadamente 90 minutos.

Pulido *et al.* (2018) en su investigación titulada "Caracterización nutricional, microbiológica y sensorial de queso fresco", en su primera fase evaluó diferentes parámetros de calidad de la leche, de los cuales elaboró diferentes quesos de los cuales se evaluaron los siguientes parámetros: humedad, proteína, ceniza, grasa, entre otros. Los quesos frescos analizados presentaron un alto contenido de proteína, grasa, cenizas y calcio.

Anchundia *et al.* (2019) en su estudio determinó si existe el cumplimiento de Norma INEN 1520 y 3067 de los quesos amasados, elaborados en diez fábricas de la Provincia del Carchi, analizó parámetros fisicoquímicos como cloruro de sodio, pH, acidez, cenizas, humedad y actividad del agua. Realizó una comparación entre los parámetros mediante un análisis de varianza. Encontró diferencias estadísticas significativas en algunos de los parámetros evaluados, los datos obtenidos de su *p* valor fue menor a 0,05 a excepción del porcentaje de cenizas y actividad de agua.

2.2. MARCO TEÓRICO

En la presente investigación, el marco teórico se centra en explorar y analizar los aspectos fundamentales relacionados con la leche su concepto, composición, requisitos de calidad, enzimas e hidrólisis de la lactosa de la leche, tipos de leche, proceso de estandarización. El queso su definición, composición, clasificación y elaboración, estos aspectos permitieron adquirir una comprensión profunda y contextualizada del fenómeno en estudio.

2.2.1. La leche

Desde tiempos antiguos, la leche ha sido un alimento importante para el ser humano, y se utiliza como materia prima en la elaboración de diferentes productos alimenticios como queso, mantequilla y yogurt. La leche es un alimento completo y nutritivo debido a su alta concentración de proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales, que son esenciales para el crecimiento y desarrollo humano. Además, la leche también contiene componentes bioactivos, como fosfolípidos, péptidos bioactivos y ácidos grasos, los cuales se han relacionado con diversos beneficios para la salud (Escobedo-Avellaneda *et al.*, 2018).

La definición de leche se refiere a la secreción mamaria normal de animales lecheros que se obtiene mediante uno o más ordeños sin agregar ni extraer nada, y que se destina para el consumo en forma líquida o para su elaboración posterior (Codex Alimentarius, 2018).

De acuerdo con el Instituto Nacional Ecuatoriano (NTE INEN 9, 2018) la leche es el producto obtenido de la ordeña completa y sin alteraciones de uno o varios animales mamíferos domésticos que estén en buen estado de salud y bien alimentados. Además, se indica que el producto no puede ser alterado por adición ni sustracción alguna, y la especie animal de la cual proviene debe estar indicada en la etiqueta.

2.2.2. Composición química de la leche

En la tabla 1 se indica la composición química de la leche, de acuerdo a la norma emitida por el Servicio Ecuatoriano de normalización (NTE INEN 9, 2012).

Tabla 1. Composición química de la leche

Composición química de la leche	Porcentaje (%)
Agua	87
Lactosa	5
Grasa	4
Proteína	3,50
Cenizas	0,5
Sólidos Totales	13

Fuente: (Araneda, 2022)

El conocimiento de la composición química de la leche es de fundamental importancia, pues influye en el rendimiento final para la elaboración de los diferentes derivados de la leche a nivel industrial.

2.2.3. Lactosa

Según Pascual (2019) indica que el principal hidrato de carbono en la leche es la lactosa, es el único carbohidrato libre tipo glúcido, en la leche las concentraciones de lactosa son de 40 g/L a 50 g/L.

Carreón (2022) indica que la lactosa es un azúcar con un bajo poder edulcorante, dentro de los carbohidratos y se lo clasifica como un oligosacárido. Está formado por dos monosacáridos como la galactosa y glucosa.

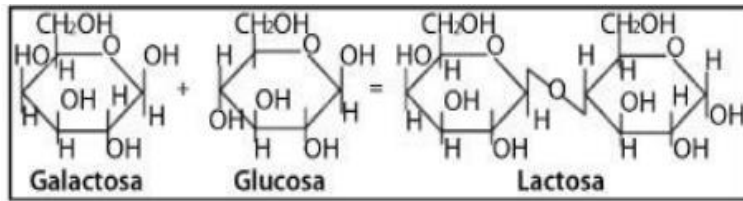


Figura 1. Estructura química de la lactosa.

Fuente: (Troncoso, 2014)

2.2.3.1. Proceso metabólico sobre la digestión de la lactosa en el organismo

La lactosa es el principal azúcar de origen natural que está presente en la leche y los derivados lácteos. Está formada por glucosa y galactosa, son dos azúcares simples que el cuerpo utiliza directamente como fuente de energía. La enzima lactasa descompone la lactosa en glucosa y galactosa (Pochteca, 2022).

2.2.3.1. Síntesis de la lactosa

La lactosa es un disacárido conformado de glucosa y galactosa ligados por un enlace glucídico β 1-4, también conocido como 4-O- β -D-galactosilpiranosil- α -D-glucopiranososa. Este hidrato de carbono específicamente se encuentra solo en la leche y es el principal azúcar en casi la mayoría de las razas o especies (Troncoso, 2016).

Martal (2016) indica la síntesis de la lactosa (figura 3) en la cual una molécula de glucosa se convierte a UDP -glucosa (UridinDifosfato-glucosa), seguidamente se transforma en UDP-galactosa. Otra molécula de glucosa sin modificación es usada para la síntesis de la lactosa.

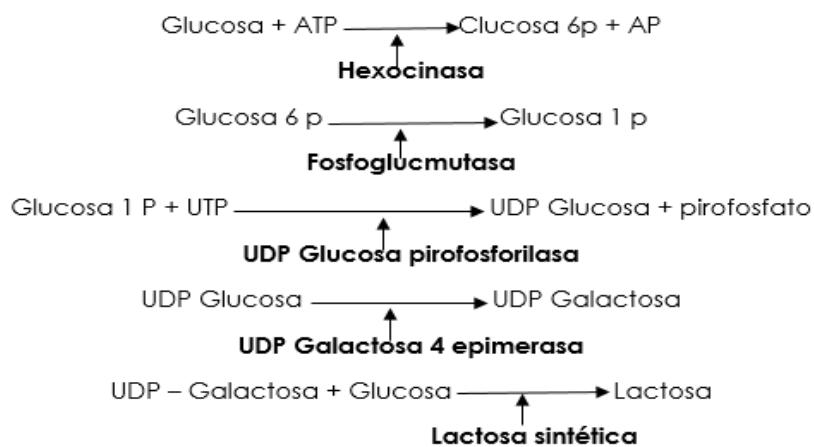


Figura 2. Síntesis de la lactosa

Fuente: (Carreón, 2022)

2.2.3.2. Intolerancia a la lactosa

La intolerancia a la lactosa es la incapacidad de digerir la lactosa debido a la falta de la enzima lactasa, responsable de hidrolizarla. La lactosa no digerida puede causar molestias gastrointestinales como dolor abdominal, hinchazón, gases y diarrea. Además, puede tener efectos negativos en la absorción de otros nutrientes importantes, como el calcio y la vitamina D (Centro de la Industria Láctea en el Ecuador, 2020).

La intolerancia a la lactosa puede ser un problema para algunas personas, la mayoría de las personas pueden tolerar pequeñas cantidades de lactosa en su dieta sin experimentar molestias. Además, hay muchos alimentos y productos lácteos bajos en lactosa disponibles en el mercado, como el queso madurado, el yogur y la leche sin lactosa. Estos productos son generalmente bien tolerados por personas con intolerancia a la lactosa y pueden proporcionar beneficios nutricionales importantes como proteínas, calcio y vitaminas (Mishra, 2015).

2.2.4. Propiedades Físicas de la leche

La leche es un líquido blanco con un ligero tinte amarillento y un olor característico que recuerda al animal que la produjo. Tiene un sabor suave y agradablemente dulce. La densidad o peso específico de la leche de vaca, a una temperatura de 15 grados centígrados, oscila entre 1,029 g/mL y 1,033 g/mL (Araneda, 2022).

2.2.5. Parámetros de la calidad de la leche

Según NTE INEN 009 (2012), la leche debe cumplir los siguientes parámetros de calidad:

Color: debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento.

Aspecto: debe ser homogéneo, libre de materiales extraños.

Olor: debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.

Densidad relativa: los rangos de la densidad de la leche a una temperatura de 15 °C están entre 1,029-1,033 g/mL, mientras que, leches a temperaturas de 20 °C esta entre 1,028-1,032 g/mL.

Materia grasa: la leche entera debe tener un contenido mínimo de grasa del 3 %.

Acidez titulable: la acidez de la leche debe situarse en un rango entre 0,13-0,17 % como ácido láctico.

pH: el pH de la leche es inversamente proporcional al de la acidez Dornic, y esta entre 6,6 y 6,8.

Sólidos totales: la leche debe contener un mínimo de 11,2 % sólidos totales.

Sólidos no graso: en la leche deben estar en un mínimo de 8,2 %.

Punto crioscópico: el punto de congelación que debe cumplir en grados Celsius se encuentra en el rango de -0,536 a -0,512, o en grados Fahrenheit (°F) entre -0,555 a -0,530

Proteína: la leche entera debe contener un mínimo de 2,9 %.

Lactosa: debe estar alrededor de un 4,7 %.

Reacción de estabilidad proteica: para la leche que se va a pasteurizar, no debe coagularse por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en peso o 75 % en volumen.

2.2.6. Clasificación de la leche

De acuerdo con el contenido de lactosa y grasa se clasifica en:

2.2.6.1. Leche deslactosada

Según Torres (2018) indica que la leche deslactosada es aquella que ha sido sometida al proceso de hidrólisis para reducir o eliminar la lactosa. Este tipo de leche ideal para personas que no toleran la lactosa, retiene los mismos nutrientes esenciales siendo una opción nutritiva.

2.2.6.2. Leche descremada

La leche descremada es aquella que ha sido sometida a un proceso de separación mecánica o física para reducir su contenido de grasa a menos del 0,5 % en peso, lo cual contrasta con el contenido de grasa de la leche entera de 3,2 % a 3,8 %. El proceso de eliminación de la grasa de la leche es una técnica comúnmente utilizada para obtener una versión más baja en calorías y grasas de la leche sin comprometer su contenido nutricional (Hui, 2019, p. 271).

2.2.6.3. Leche semidescremada

El contenido de materia grasa en este tipo de leche se encuentra entre 1,5 % y 1,8 %.

2.2.7. Estandarización de la leche

Consiste en mezclar leches que presentan concentraciones nutricionales diferentes, obteniendo como respuesta una concentración determinada de un componente en particular (López, 2016).

2.2.7.1. Cuadrado de Pearson

Según Ortiz (2020) menciona que el cuadrado de Pearson es una herramienta sencilla que sirve para balancear raciones, con relativas limitaciones. Esta técnica consiste en realizar un cuadro, en el extremo superior izquierdo se coloca el valor del parámetro de mayor concentración, en la parte inferior izquierda se coloca el valor del parámetro de menor concentración, en la parte central se coloca el valor del parámetro al que se desea llegar, se resta el valor superior izquierdo del valor central y el resultado se coloca en lado inferior derecho, también se resta el valor inferior izquierdo del valor central y el resultado se coloca en lado superior derecho, se realiza hacer una regla de tres para determinar las proporciones de la materia prima que se debe mezclar, para obtener la concentración del parámetro deseado, como se indica en la figura 3.

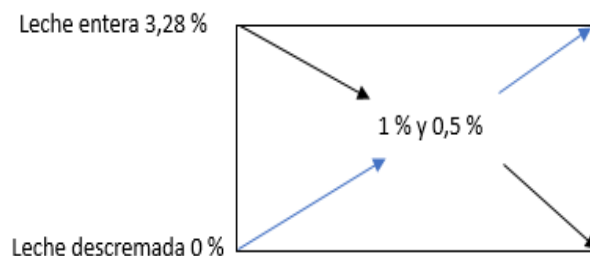


Figura 3. Estructura química de la lactosa.

Fuente: (Castillo, 2016)

2.2.8. Enzimas presentes en la leche

Según el Centro de la Industria Láctea en el Ecuador (2021) las enzimas son agentes biológicos que aceleran la velocidad de las reacciones químicas. A diferencia de los reactivos, las enzimas no se consumen en la reacción y pueden ser utilizadas múltiples veces. Tanto los organismos superiores como los microorganismos tienen la capacidad de producir enzimas, las cuales desempeñan un papel crucial en los cambios que ocurren en los alimentos, las enzimas tienen un sitio activo, que es la zona donde se une el sustrato para llevar a cabo la reacción. En el caso de la enzima

β -Galactosidasa (también conocida como lactasa), el centro activo está formado por un sulfhidrilo y un imidazol, el cual dona un par de electrones al oxígeno del enlace glucosídico de la lactosa, lo que provoca su ruptura. De esta manera, se descompone la lactosa en glucosa y galactosa.

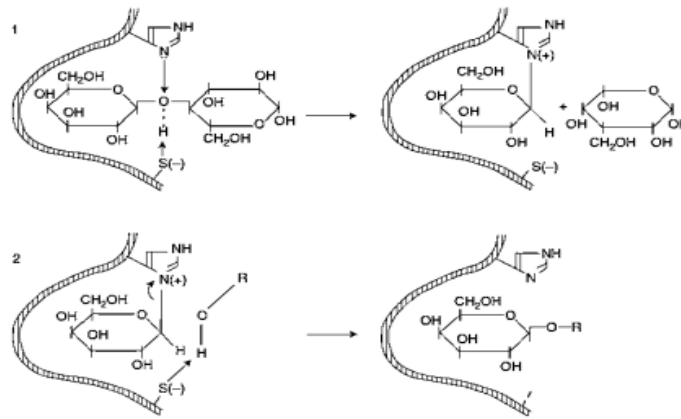


Figura 4. Mecanismo de acción β -Galactosidasa.
Fuente: (CIL, 2021)

La hidrólisis de la lactosa es un proceso que implica la adición de la enzima lactasa, lo que lleva a la separación de los dos monosacáridos que componen la lactosa (glucosa y galactosa).

Es importante tener en cuenta que la temperatura y el pH pueden afectar los parámetros cinéticos de la lactasa (Martal, 2016), en la figura 5 se detalla el proceso de hidrólisis.

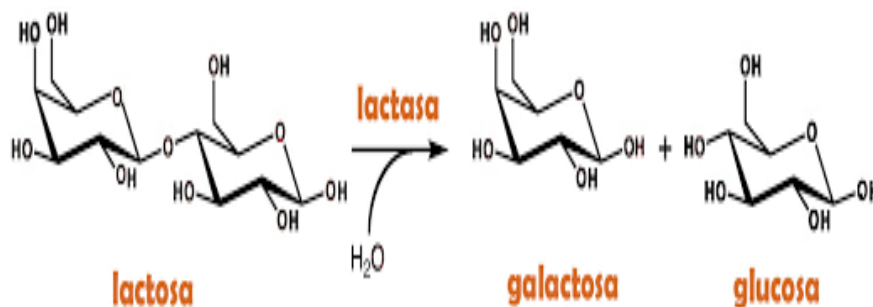


Figura 5. Proceso de hidrólisis de la lactosa
Fuente: (Martal, 2016)

Además, la leche contiene otras enzimas que pueden tener efectos positivos en la digestión y la salud. Según Guinee *et al.* (2017) entre las enzimas más comunes se encuentran la lactoperoxidasa, lipasa, fosfatasa alcalina y plasmina. La lactoperoxidasa es una enzima antioxidante que protege contra la oxidación de los lípidos en la leche y los productos lácteos. La lipasa es una enzima que descompone

los lípidos en ácidos grasos y glicerol, lo que puede afectar el sabor y la textura de los productos lácteos. La fosfatasa alcalina ayuda a mantener el equilibrio del calcio en el cuerpo y está presente en la leche cruda. La plasmina es una enzima que ayuda a digerir las proteínas de la leche.

A nivel industrial se han desarrollado enzimas que son utilizadas en la industria alimentaria, con la finalidad de facilitar los procesos en la elaboración de alimentos.

2.2.9. Enzima lactasa

Llamada también beta-galactosidasa, se emplea para la hidrólisis de la leche en la industria láctea. Existen enzimas que están diseñadas para ser utilizada en procesos de corta duración y a temperaturas elevadas, ofreciendo numerosos beneficios entre los cuales se detallan (DUPONT, 2020):

- Es de alta pureza
- Hidrólisis rápida a altas temperaturas
- De rápida acción en condiciones de refrigeración
- Utilizada para hidrólisis en línea (proceso continuo) y por lotes.

Este tipo de enzimas, son ampliamente utilizadas para la conversión de lactosa en glucosa y galactosa, muy utilizadas en la obtención de productos lácteos con bajo contenido de lactosa, incluyendo leche líquida, leche condensada y leche saborizada, así como, productos lácteos cultivados como queso, yogurt, bebidas de yogurt, helados y productos de suero. Por tanto, utilizada para la elaboración de productos lácteos aptos para consumidores con intolerancia a la lactosa (Consejo Departamental de Alimentación y Nutrición [CODAN], 2020).

2.2.9.1. Dosificación e instrucciones de usos

Para la presente investigación se utilizó una enzima comercial, en cuya ficha técnica se indicaba que el nivel de dosificación de la enzima lactasa debe determinarse mediante ensayos y debe ajustarse según las condiciones de uso de la enzima. La actividad de la enzima lactasa se mide en Unidades Neutras de Lactasa (NLU) por gramo o mililitro, y su dosificación se expresa en g o mL por litro de leche. Debe ser adicionada en leches pasteurizadas e inactivada completamente a una temperatura de 75 °C durante 15 segundos. Recalca que, puede ser utilizada en condiciones normales de hidrólisis por lotes y se sugiere utilizar una dosis del 0,05 % y 0,2 % p/v para lograr la hidrólisis en un plazo de 6 - 24 horas (CODAN, 2020).

2.2.9.2. Punto de Crioscopia

Es un método exacto y rápido, permite detectar el agua adicionada en la leche, importante mencionar que el punto de congelación de la leche normal es aproximadamente $-0,540\text{ }^{\circ}\text{H}$, valores diferentes determinan que la leche esta adulterada.

El punto de crioscopía está dado en grados milicelcius (m°C) y grados milihervet (m°H) con sus respectivos porcentajes de desviación según la base que se toma $-540\text{ m}^{\circ}\text{H}$ es igual a $-521.8\text{ m}^{\circ}\text{C}$. El descenso del punto de congelación es proporcional a la concentración de solutos en el agua, es decir que, la adición de agua implica la disminución de la concentración de solutos (ibidem).



Figura 6. Equipo CryoStarl.
Fuente: (Martínez, 2018)

2.2.9.3. Crioscopía en la determinación del porcentaje de hidrólisis

En el pasado, los métodos comúnmente utilizados para medir la hidrólisis enzimática de la lactosa eran el HPLC o los métodos enzimáticos/UV. Sin embargo, estos procedimientos requerían mucho tiempo, equipos especializados y personal capacitado. Actualmente, se ha adoptado la crioscopía como una de las técnicas más utilizada para la medición del hidrólisis enzimática de la lactosa (Pereira, 2021).

El contenido de minerales, lactosa y los sólidos presentes en la leche influye en su punto de congelación ($-0,560 - -0,530\text{ }^{\circ}\text{H}$) valor menor que el del agua destilada, lo que se debe principalmente a la presencia de estos compuestos (Cajamarca, 2022). Durante la hidrólisis enzimática de la lactosa, la molécula se divide en glucosa y galactosa, lo que aumenta la cantidad de solutos en la solución y disminuye el punto de congelación de esta.

Juca y Pérez (2010) indican que, para calcular el porcentaje de hidrólisis de la lactosa, se puede usar la técnica de la crioscopia, para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% \text{Hidrólisis alcanzada} = 350.77 \times (\text{Crioscopía final}) - \frac{(\text{Crioscopía inicial})}{0.00285}$$

2.2.10. Queso

En la normativa ecuatoriana NTE INEN 1528 (2012) se define al queso como un alimento que se clasifica según su consistencia en blando, semiduro, duro y extraduro, también puede ser madurado o no madurado y puede estar cubierto o no. Para que se considere queso, su contenido de proteína de suero y caseína no debe ser superior al de la leche y se obtiene a partir de la coagulación total o parcial de las proteínas de la leche.

El queso fresco se presenta con un color típicamente blanco, aunque puede variar dependiendo de su elaboración, se caracteriza por ser un producto que puede ser consumido inmediatamente después de su elaboración sin necesidad de sufrir cambios fisicoquímicos adicionales (NTE INEN 1528, 2012).

2.2.10.1. Contenido graso

En el queso el contenido graso es el componente mayoritario, el cual se descompone durante la maduración, contribuyendo al desarrollo de sabores y aromas característicos. Además, el queso contiene ácidos grasos esenciales como el ácido linoleico y araquidónico, que son ácidos grasos insaturados necesarios para la dieta humana y que se utilizan como fuente principal de energía (Instituto de Formación, Evaluación y Desarrollo [INLAC], 2018).

2.2.10.2. Proteína

El queso es una excelente fuente de proteínas, siendo la caseína su componente principal. Es importante destacar que el queso contiene todos los aminoácidos esenciales que nuestro cuerpo necesita para mantenerse saludable. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la cantidad de caseína presente en el queso puede variar debido a las pérdidas de proteína de suero que ocurren durante el proceso de elaboración (Martín, 2021).

2.2.10.3. Carbohidratos

El queso es un alimento que se compone principalmente de proteínas y grasas, y contiene lactosa como carbohidrato. La lactosa se transforma en ácido láctico mediante la acción de bacterias lácticas durante el proceso de elaboración del queso. Durante este proceso, gran parte de la lactosa se pierde en el suero, mientras que el resto se convierte en ácido láctico o lactatos, lo que depende del tipo de queso que se esté elaborando. En general, los quesos frescos contienen más lactosa que los quesos madurados (Anchundia , Jácome, Domínguez, y Torres, 2019).

2.2.10.4. Minerales, sales y vitaminas.

Según Bastidas (2018) el queso contiene una cantidad significativa de minerales y sales que oscilan entre el 1,2 % y el 4,5 % de su composición. Entre los minerales más importantes se encuentran el calcio, fósforo y hierro. Además, el contenido de sales puede variar en función del tiempo de fermentación del queso. En general, los quesos con un proceso de fermentación prolongado tienen mayor acidez y menor contenido de sales.

El queso es también una fuente importante de vitaminas solubles en agua, como la vitamina B2 y la vitamina B12. El contenido de vitaminas en el queso puede variar según el tipo de queso y su contenido de grasa. En general, los quesos con un mayor contenido de grasa también contienen mayores cantidades de vitaminas A y D (Bastidas, 2018).

2.2.10.5. Valor nutritivo.

El queso es un producto lácteo que ofrece un gran valor nutricional debido a su contenido en proteínas, grasas, vitaminas y minerales. Estos nutrientes son importantes para mantener una buena salud. Además, se ha observado que los quesos con menor cantidad de agua suelen tener una mayor concentración de nutrientes. En general, el queso es un alimento que puede ser beneficioso para la dieta humana (Arévalo, 2016).

En la tabla 2 se detalla la composición y el valor calórico de diferentes tipos de quesos, expresado en kcal por cada 100 g, cabe indicar que el valor calórico se define como la cantidad de calor producido por un gramo de alimento cuando es metabolizado por el organismo humano (Bastidas, 2018).

Tabla 2. Composición y valor calórico de algunos tipos de quesos frescos.

Tipo de queso	Humedad %	Grasa %	Proteína %	Sales minerales %	Valor Calórico Kcal/100g
Fresco	60-65	14,90	12-15	1-2	105
Ricota	74-75	7 - 8	11-12	3-4	174
Mozarella	60-61	16 - 17	19-20	3,6	225
Cottage	78-79	45,00	12-13	1-2	105

Fuente: (Bastidas, 2018)

2.2.11. Clasificación de los quesos

Los quesos se clasifican según:

- La leche con la que se haya elaborado
- Contenido de materia grasa
- Contenido de agua
- Periodo de maduración
- Texturas y aberturas
- Tipos de elaboración

Según Fernández (2017) desde tiempos antiguos se han utilizado diferentes tipos de leche para elaborar queso, y esta elección varía según la zona o región. Los tipos de leche más comúnmente utilizados en la elaboración de quesos son:

- Leche de vaca
- Leche de Oveja
- Mezcla de leche de vaca y oveja
- Leche de cabra
- Mezcla de leche de vaca, oveja y cabra
- Otros productos lácteos (nata, leche desnatada, suero).

En ciertos países se utiliza la leche de otros animales para la elaboración del queso tales como: búfala, Camelia, etc.

Según la norma NTE INEN 1528 (2012) los quesos frescos no madurados, ensayados con la norma ecuatoriana debe cumplir con los requisitos detallados en la tabla 3.

Tabla 3. Requisitos específicos según la norma NTE INEN 1528

Tipo o clase	Humedad % máx. NTE INEN 63	Contenido de grasa en extracto seco, % m/m mínimo NTE INEN 64
Semiduro	55	-
Duro	40	-
Semiblando	65	-
Blando	80	-
Rico en grasa	-	60
Entero ó graso	-	45
Semidescremado o bajo en grasa	-	20
Descremado ó magro	-	0,1

Fuente: (NTE INEN 1528, 2012)

De acuerdo con la norma NTE INEN 2604 (2012) según el contenido de agua los quesos se clasifican en:

- Extraduro <51 %
- Duro 49 % - 56 %
- Semiduro 54 % - 63 %
- Semiblando 61% - 69 %

Con base a la norma citada, atendiendo a su maduración o no los quesos se clasifican en:

- Frescos
- Semiduro
- Maduro
- Maduración por hongos
- Maduración por bacterias

Según las aberturas que presentan los quesos se clasifican en (ibidem):

- Con hoyos
- Sin hoyos

Tot formatge (2019) indica que los quesos según el tipo de elaboración y quien lo elabora se puede clasificar en:

2.2.12. Generalidades del proceso de elaboración de quesos

Los procedimientos para la fabricación de queso son bastante simples, pero implican fenómenos fisicoquímicos muy complejos, estos fenómenos inician a partir de la coagulación de la proteína mayoritaria de la leche, por la acción enzimática (cuajo) u otro coagulante de tipo ácido (comúnmente el ácido láctico). Su elaboración ha

variado, de acuerdo con los nuevos tipos de queso, pero los principios básicos son los mismos que hace 2000 años (Sánchez , 2015).

2.2.13. Queso amasado

Este tipo de queso es originario de la provincia del Carchi, ubicada en la zona ganadera de la Sierra ecuatoriana, específicamente en San Gabriel. Este producto es una variante del queso fresco que se obtiene al escurrir el suero, añadir sal refinada y molerlo en un molino de granos. Este proceso confiere al queso una textura granulosa y un sabor característico que lo hace muy popular entre los habitantes de la zona. Además, este queso es muy versátil y se puede combinar con una variedad de platos típicos (Arév alo, 2016).

2.2.13.1. Valor nutritivo del queso amasado

Según Arév alo (2016) es importante destacar el valor nutricional del queso amasado, en la Tabla 4 se detallan los parámetros nutricionales del queso amasado:

Tabla 4. Contenido de parámetros nutricionales del queso amasado.

Nutriente	Contenido en 30g (%)
Proteínas	29
Grasas	66
Carbohidratos	4

Fuente: (Arév alo, 2016)

III.METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

En este estudio se utilizó un enfoque cuantitativo (Sampieri *et al.* 2013) ya que se recolectaron y analizaron datos para responder a las preguntas de investigación y probar las hipótesis planteadas, se realizaron mediciones numéricas y se utilizó la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento.

Para realizar las mediciones numéricas se emplearon instrumentos en los análisis de la leche como el punto crioscópico, pH, acidez, sólidos no grasos, proteína, lactosa y grasa, en el queso amasado se realizaron análisis de humedad, proteína, grasa, cenizas, pH, lactosa, aerobios mesófilos, *E. Coli.* mohos y levaduras y perfil de textura.

También se realizó la evaluación sensorial para lo cual se utilizó una prueba con escala hedónica de 5 puntos y un panel de personas no entrenadas para obtener resultados objetivos en cuanto a los atributos de color, olor, sabor y el aspecto en general.

3.1.2. Tipo de Investigación

La Investigación experimental se define como aquella en la cual se manipulan de manera intencional una o más variables (causas), para analizar las consecuencias sobre una o más variables dependientes (efectos) (Calzadilla y Díaz, 2016).

En la presente investigación se manipularon intencionalmente las variables correspondientes al contenido de grasa de la leche y la concentración de lactasa que se utilizó en el proceso de deslactosado, estos factores influyeron en las características físicas, químicas, sensoriales y de textura (variables dependientes) del queso amasado deslactosado bajo en grasa. Cabe indicar que los análisis se desarrollaron en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

3.2. HIPÓTESIS

3.2.1. Hipótesis nula (H₀)

El uso de leche descremada y deslactosada en la elaboración del queso amasado no influye en sus características fisicoquímicas, sensoriales y de textura.

3.2.2. Hipótesis alternativa (H_i)

El uso de leche descremada y deslactosada en la elaboración del queso amasado influye en sus características fisicoquímicas, sensoriales y de textura.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

La presente investigación se desarrolló en dos fases, en la primera se realizó la estandarización y deslactosado de la leche. En la segunda fase se elaboraron los quesos amasados con las leches que fueron seleccionadas de acuerdo con el cumplimiento de parámetros establecidos.

Primera fase

Variable Independiente:

Porcentaje de grasa de la leche: 1,0 % y 0,5 %.

Concentración de la enzima lactasa: 2 mL/L y 0,5 mL/L.

Variable Dependiente:

Porcentaje de lactosa en la leche

Punto crioscópico

Segunda fase

Variable Independiente:

Leche con 1,0 % de grasa

Leche con 0,5 % de grasa

Leche deslactosada

Leche sin deslactosar

Variable Dependiente:

Características sensoriales, perfil de textura, fisicoquímicas del queso amasado deslactosado bajo en grasa.

Operacionalización de las variables

Primera fase

En la tabla 5 se describe la operacionalización de las variables involucradas en la primera fase de la investigación.

Tabla 5. Operacionalización de variables involucradas en la primera fase.

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Variable independiente				
Contenido de grasa en la leche	Porcentaje	1,0 % 0,5 %	Estandarización	Martínez, 2018
Concentración de enzima lactasa	Concentración	0,5 mL por cada L de leche 2,0 mL por cada L de leche	Volumetría	Cuadrado de PEARSON Antezana, 2015
Variables dependientes:				
Parámetros físicos de la leche	Punto crioscópico	-0,560 – 530 °H	Crioscopía	NTE INEN 9:2012

Segunda Fase

En la tabla 6 se describe la operacionalización de las variables involucrada en la segunda fase de la investigación.

Tabla 6. Operacionalización de variables involucradas en la segunda fase, leche descremada y deslactosada.

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Variable independiente				
Contenido de grasa en la leche	Porcentaje	1,0 % 0,5 %	Estandarización	Martínez, 2018 Cuadrado de PEARSON
Contenido de lactosa en la leche	Hidrólisis de lactosa en la leche	99 % 0 %	Hidrólisis enzimática	Martínez, 2018 NTE INEN 10:2012
Variables dependientes: queso amasado deslactosado bajo en grasa				
Calidad fisicoquímica	Parámetros fisicoquímicos.	Cenizas pH Proteína Grasa Contenido de lactosa Acidez	Método de estufa Potenciómetro Método de Kjendahl Método de Gerber Método Felhing Titulación	INEN- ISO 5534) NTE INEN 1602 INEN- ISO 5534) Norma AOAC NTE INEN 064 942.15 AOAC 981.12 AOAC
Calidad sensorial	Parámetros sensoriales	Apariencia Sabor Olor Color Aceptabilidad	Prueba de aceptación con escala hedónica de 5 puntos.	Fichas de cata Codex Alimentarius
	Perfil de textura	Dureza Elasticidad Gomosidad Cohesividad Masticabilidad		
Calidad microbiológicos	Aerobios mesófilos <i>Echerichia coli</i> Mohos y levaduras	< 10 ufc/g 100- 1000 ufc/g	Ensayo petrifilm	NTE INEN 1529-5 NTE INEN 1528 COVENIN 3821

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Métodos

3.4.1.1. Primera fase: obtención de la leche descremada y deslactosada

Proceso de estandarización de la leche

La leche fue adquirida en la Empresa Lácteos la Caserita ubicada en la ciudad de Huaca, Provincia del Carchi – Ecuador. Previa estandarización se procedió a realizar el análisis de características físicas y químicas para determinar los parámetros de la calidad, mediante el equipo Ecomilk, potenciómetro, acidómetro y crioscopía.

Una vez que se verificaron el cumplimiento de los parámetros de calidad de la leche, se procedió a descremarla en una descremadora eléctrica. Mediante un balance del contenido graso entre la leche descremada y la leche entera, con el uso del cuadrado de Pearson se lograron estandarizar las leches al 1 % y 0,5 % del contenido de grasa respectivamente.

Proceso de deslactosado de la leche estandarizada

La leche estandarizada a 1,0 % y 0,5 % de grasa se pasteurizó a 70 °C por 15 segundos, transcurrido este tiempo se bajó la temperatura a 40 °C y se adicionó la enzima lactasa en porcentajes de 2 mL/L y 0,5 mL/L según el tratamiento establecido. Se monitoreó el punto crioscópico de la leche cada 10 minutos hasta que logre más del 99% de hidrólisis utilizando el crioscopio.

3.4.1.1. Diagrama de flujo del deslactosado de la leche descremada

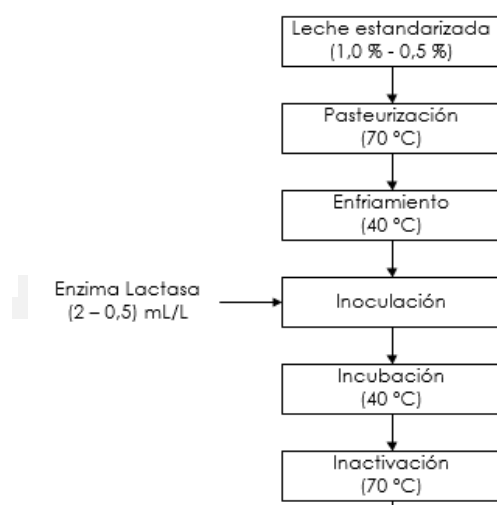


Figura 7. Diagrama de flujo del deslactosado de la leche descremada

3.4.1.2. Segunda fase: elaboración del queso amasado deslactosado bajo en grasa.

Proceso de elaboración del queso amasado deslactosado bajo en grasa.

Para la elaboración del queso amasado se consideraron las leches deslactosadas y descremadas de los mejores tratamientos (T1 y T2), las cuales presentaron el 99 % de hidrólisis de la lactosa en un tiempo de 65 minutos.

A la leche estandarizada al 1 % de grasa y deslactosada a una temperatura 37 °C se le agregó el cuajo líquido marca Marschall en una proporción del 2,5 % de cuajo/L de leche, con la finalidad de dar lugar a la coagulación de la caseína. Se dejó en reposo por 35 minutos. Es una de las etapas más importante del proceso de elaboración del queso ya que se forman los coágulos de caseína (cuajada). Terminado el tiempo de cuajado se procedió a cortar la cuajada, con la ayuda de un cuchillo, en esta etapa, los granos de la cuajada sufren una sinéresis más profunda.

Se agitó la mezcla durante 5 minutos y se dejó reposar durante 10 minutos, con la finalidad de que los granos de la cuajada ya consistentes lleguen al fondo y faciliten la separación de las fases. Transcurrido el tiempo se procedió a eliminar el 75 % del suero con la ayuda de un recipiente (el suero sobrenadante se recolectó en canecas, para que pueda ser utilizado en la alimentación de animales como cerdos, ganado y otros).

Una vez que se retiró el suero se procedió a adicionar agua a 40 °C, se agitó por 5 minutos con la finalidad de de endurar la cuajada. Se dejó reposar por 5 minutos y se retiró el 90 % de suero, se dejó reposar la cuajada en el mismo recipiente por un tiempo de 30 minutos con la finalidad de que se eliminé la totalidad del suero y la cuajada desarrollé las características organolépticas propias del queso.

Transcurrido el tiempo de reposo se procedió a mezclar la cuajada con el 2 % de sal, luego de lo cual se molió en un molino. El producto obtenido se amasa con las manos sobre una mesa, para que el queso adquiera su textura, se coloca en moldes y se deja reposar durante 24 horas en refrigeración.

Los quesos deslactosados bajos en grasa se empacaron al vacío, para asegurar su calidad, y se mantengan sus características sensoriales.

El queso amasado empacado y etiquetado se almacenó en refrigeración, a temperaturas de 3 °C - 5 °C, hasta llegar al consumidor.

3.4.1.3. Diagrama flujo del proceso de elaboración de queso amasado deslactosado bajo en grasa.

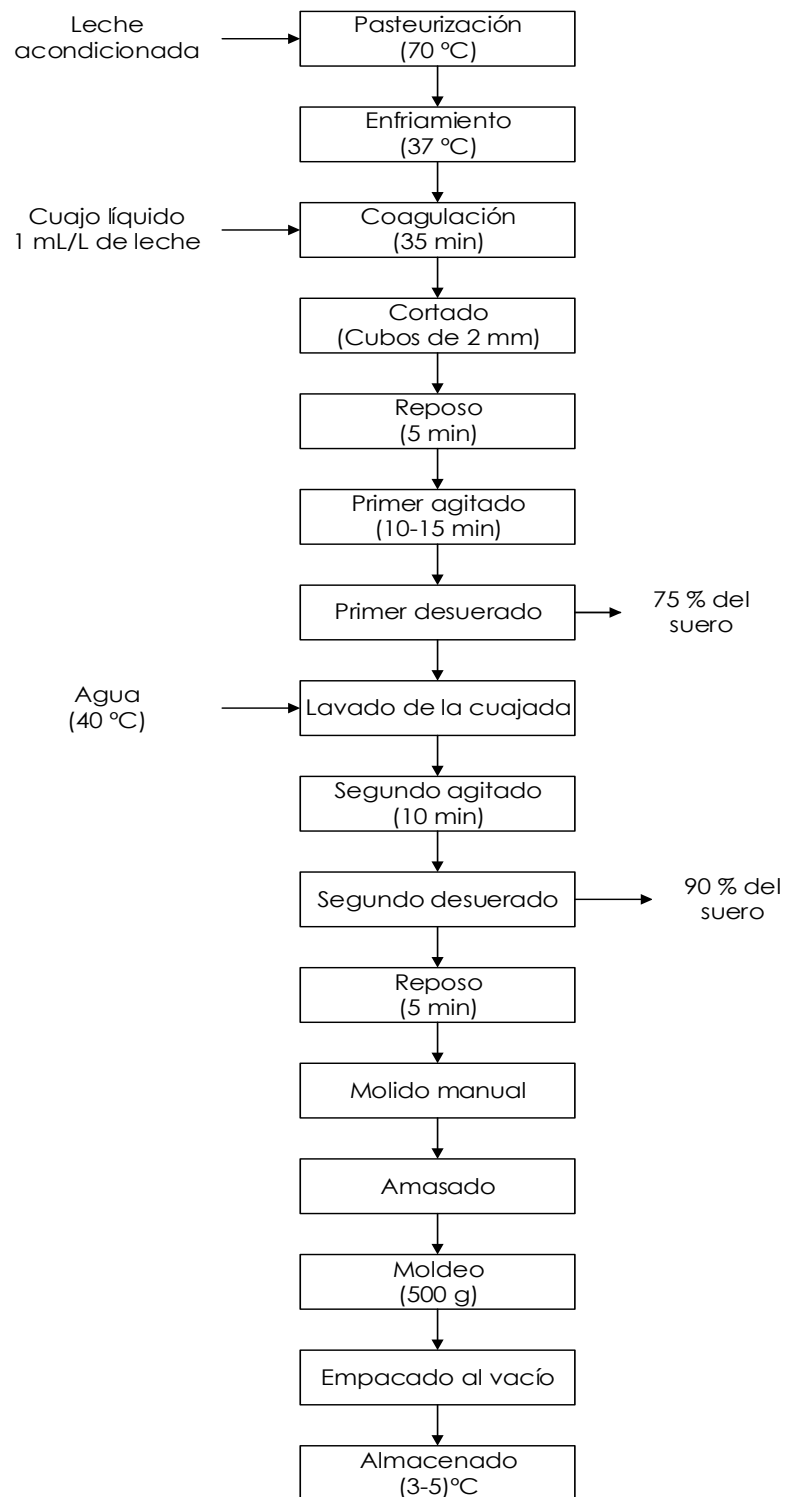


Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de queso amasado deslactosado bajo en grasa.

3.4.2. Análisis de parámetros fisicoquímicos del queso amasado

3.4.2.1. Determinación de humedad

Para determinar la humedad se utilizó el método de la norma NTE INEN 63, (2013), se pesan 3 g de la muestra en un crisol previamente pesado y se procede a colocar la muestra en la estufa por 3 horas, pasado este tiempo se pesa la muestra más el crisol y por diferencia de peso se obtiene la humedad. Se utilizó la siguiente ecuación para realizar los cálculos:

3.4.2.2. Determinación de grasa

Para determinar el contenido de grasa se utilizó el método de Gerber Van-Gulick utilizado por Guzmán y Mallorca y Mejía (2015), se pesaron 3 g de muestras para luego ser colocada en el butirómetro, posteriormente se añadió 15 mL de ácido sulfúrico al 65 %, se agitó hasta que la muestra se desintegre, esta acción se realizó con ayuda del baño maría a una temperatura de 65 °C, y una vez desintegrada la muestra en su totalidad se añadió 1 mL de alcohol isoamílico y se centrifugó por 5 minutos, obteniendo la separación de grasa y una lectura clara en el butirómetro. Se debe tener en cuenta la técnica que utiliza la normativa ecuatoriana.

3.4.2.3. Determinación de lactosa en el queso amasado bajo en grasa

De acuerdo con Juca y Pérez (2010) para la determinación del porcentaje de la lactosa en el queso amasado deslactosado bajo en grasa se utilizó el Método de Fehling. Consistió en preparar la muestra del queso amasado deslactosado, para lo cual, se pesó 10 g de queso, en seguida se agrega agua destilada a 40 °C, se esperó que esta se disuelva, se midió 10 mL del precipitado, se pasó en un balón aforado de 250 mL con la ayuda de agua destilada hasta un volumen de 100 mL. Se agregó 10 mL de solución de Fehling I y 8 mL de solución de hidróxido de sodio 0,25 N, se diluyó a volumen con agua destilada y se filtró.

En un vaso de precipitación de 600 mL, se colocó 25 mL de solución de Fehling I, 25 mL de la solución de Fehling II y 50 mL de la sustancia obtenida, si se utiliza un volumen menor de filtrado se añadió agua para obtener un volumen final de 100 mL. Seguidamente se cubrió el vaso con un vidrio de reloj. Se filtró la solución caliente mediante un filtro de Gooch y se lavó el vaso y el precipitado de óxido cuproso con agua calentada a 60 °C. Después se añadió al vaso 50 mL de sulfato férrico caliente,

agitando para disolver todo el óxido cuproso, se cambió el filtro de Gooch a un kitasato limpio y seco, se pasó poco a poco la solución de sulfato férrico, para obtener la disolución completa del precipitado se lavó el crisol con agua.

Se agregó al kitasato 20 mL ácido sulfúrico 4 N y tituló con la solución de 0,1 N de permanganato de potasio. Cuando se aproximó al punto final se agregó una gota de solución indicadora de fenantrolina ferrosa. El punto final de la titulación se observa con el cambio de color de la solución de pardo a verde.

Para los cálculos de los datos obtenidos, se utilizó la siguiente fórmula:

$$A_i: V_i \times N \times 63,54$$

Donde:

A_i: mg de cobre equivalente al óxido cuproso formado por el azúcar reductor.

N. Normalidad de la solución titulable.

V_i: Volumen de permanganato gastado en la titulación de la muestra antes de la inversión.

63,54: meq del cobre en miligramos.

Se buscó la equivalencia de **A_i** en la lactosa, como se observa en el Anexo 4.

A_i : Li

$$\%L = \frac{Li \times fd \times 100}{1000 \times p}$$

%L: porcentaje peso/volumen de lactosa monohidratada

fd: factor de dilución

p: peso de la muestra

3.4.2.4. Determinación de proteína

Se aplicará el método de Kjeldahl recomendado por la norma INEN-ISO 8968-1 (2014), el cual consiste en pesar 3 g de muestra en papel aluminio luego se añade 10 mL de ácido sulfúrico en un tubo de Kjeldahl y se coloca en el equipo de gestión conjuntamente una pastilla digestora y la muestra. En el equipo de digestión se prepara previamente hidróxido de sodio al 20 % para realizar el proceso de digestión por tres ciclos, el primer ciclo es por 30 minutos a 150 °C, el segundo ciclo es por 45 minutos a 300 °C y el último ciclo a 450 °C por 30 minutos, una vez que los ciclos

culminan se deja enfriar por un período de 15 minutos, este proceso tardará alrededor de 3 horas. Posteriormente se prepara hidróxido de sodio al 40 % y ácido bórico al 4 % para colocar 40 ml de ácido bórico en una en un matraz de 250 mL, sobre él se añaden de 10 ml de muestra juntamente con 5 gotas de indicador rojo tashiro y se procede a la destilación, este proceso tarda aproximadamente 5 minutos por muestra.

Para realizar la titulación se preparó una solución de HCl 0,1 N, se utilizó de HCL a una concentración de 37 % de grado analítico 8,23 mL, se afora en un balón de 100 mL. Se estandarizó la solución utilizando carbonato de sodio y se tituló utilizando una bureta, hasta que exista el cambio de coloración, se lo hizo por triplicado. Los resultados obtenidos se utilizaron en la ecuación para determinar la proteína bruta y el porcentaje de nitrógeno.

Cálculos:

$$\%NT = \frac{V_a * 1,4007 * M}{m} * 100$$

$$\% P = \%NT * F$$

Donde:

NT: porcentaje de nitrógeno

P: proteína bruta

Va: Volumen gastado en la titulación en mL de HCl 0,1 normal

1,400: equivalente mili en peso de N x 100 %

M: Molaridad del HCl

m: peso de la muestra en gramos

F: factor de conversión de proteína

3.4.2.5. Análisis de cenizas

Para analizar las cenizas del queso amasado deslactosado bajo en grasa se utilizó el método 950.46 de la norma AOAC.

3.4.2.6. Determinación de pH

Los valores de pH se evaluaron siguiendo el procedimiento 981.12 de la AOAC utilizando un potenciómetro. Se tomó una muestra de 20 g y se colocó en un vaso de precipitación al que se añadieron 5 ml de agua destilada. Tras homogeneizar la mezcla, se procedió a la medición utilizando el potenciómetro.

3.4.2.7. Determinación de acidez titulable

La determinación de la acidez titulable en forma de porcentaje de ácido láctico se llevó a cabo utilizando el método 942.15 establecido por la AOAC (2005). Se tomó una muestra de 20 g y se colocó en un matraz de 250 ml. Luego, se añadió agua destilada junto con 3 gotas de fenolftaleína, y se mezcló hasta lograr una uniformidad en la solución. A continuación, se procedió a titular la muestra utilizando una solución de hidróxido de sodio al 0,1N. Para determinar el porcentaje de ácido láctico, se utilizó la cantidad de NaOH consumido, que se introdujo en la ecuación correspondiente.

3.4.2.8. Análisis microbiológicos

Previo a la evaluación sensorial se realizó el análisis microbiológico de los quesos de los 4 tratamientos, con la finalidad de verificar la inocuidad de los mismos.

Se utilizó el método de placas petrifilm recuento de *E. coli* y *coliformes* ufc/g, aerobios mesófilos ufc/g, mohos y levaduras ufc/g. Este método provee resultados cuantitativos en forma rápida y segura, disminuyendo además los riesgos de contaminación que frecuentemente son mayores cuando se usan medios de cultivo tradicionales que generalmente emplean demasiado equipo de laboratorio.

3.4.2.9. Análisis sensorial

Para el análisis sensorial se contó con la participación de un grupo de 60 catadores (personas no entrenadas) que realizaron la evaluación de los tratamientos en una sola sesión. Las muestras a ser evaluadas fueron identificadas con números aleatorios de tres cifras, se construyó una hoja de evaluación sensorial (Anexo 5).

Los parámetros evaluados fueron: Apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptabilidad del producto, para ello se utilizó una escala hedónica de cinco puntos como se detalla en la tabla 7:

Tabla 7. Ponderación de los atributos para la evaluación sensorial

Descripción	Puntuación
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
Ni me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

Fuente: (Cárdenas *et al.*, 2018)

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La presente investigación fue experimental y su diseño se desarrolló en dos fases.

Para el procesamiento de los datos se utilizó la estadística descriptiva, y para la tabulación de los datos utilizó el ANOVA y TUKEY.

3.5.1.1. Primera Fase Primera fase obtención de la leche descremada y deslactosada

En esta fase se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con dos factores A X B, y un nivel de significancia de 5 % que permite establecer diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos con arreglo factorial 2² como se detalla en la tabla 8.

Tabla 8. Tratamientos con arreglo factorial 2² para la primera fase

Factores	Niveles
A: Concentración de la enzima lactasa	A1: 2,0 mL/L A2: 0,5 mL/L
B: Contenido de grasa de la leche	B1: 1,0 % B2: 0,5 %

Las interacciones de cada factor con su respectivo nivel se presentan en la tabla 9 obteniendo 4 tratamientos cada uno con 3 repeticiones con un total de 12 unidades experimentales.

Tabla 9. Combinaciones de los factores para los cuatro tratamientos en la obtención de leche descremada y deslactosada

Tratamientos	Combinaciones	Representación
T1	A ₁ B ₁	Concentración de enzima lactasa 2 mL/L + 1 % de contenido de grasa de la leche
T2	A ₁ B ₂	Concentración de enzima lactasa 2 mL/L + 0,5 % de contenido de grasa de la leche
T3	A ₂ B ₁	Concentración de enzima lactasa 0,5 mL/L + 1 % de contenido de grasa de la leche
T4	A ₂ B ₂	Concentración de enzima lactasa 0,5 mL/L + 0,5 % de contenido de grasa de la leche

Se trabajó con una Unidad Experimental de 10,00 L de leche.

Para determinar los mejores tratamientos se evaluaron los menores tiempos requeridos para alcanzar un porcentaje de hidrólisis del 99% en las leches estandarizadas al 1,0 % y 0,5 % respectivamente.

3.5.1.2. Segunda Fase Primera fase elaboración del queso amasado deslactosado y bajo en grasa

En esta fase se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con dos factores B X C, y un nivel de significancia de 5 % que permite establecer diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos con arreglo factorial 2^2 como se detalla en la tabla 10.

Tabla 10. Tratamientos con arreglo factorial 2^2 para la segunda fase

Factores	Niveles
B: Contenido de grasa de la leche	B1: 1,0 % B2: 0,5 %
C: Porcentaje de hidrólisis de lactosa en la leche	C1: 99 % C2: 0,0 %

Las interacciones de cada factor con su respectivo nivel se presentan en la tabla 11, obteniendo 4 tratamientos cada uno con 3 repeticiones con un total de 12 unidades experimentales.

Tabla 11. Combinaciones de los factores para los cuatro tratamientos.

Tratamientos	Combinaciones	Representación
T1	B ₁ C ₁	1,0 % de contenido de grasa de la leche con el 99 % de hidrólisis de la lactosa
T2	B ₂ C ₁	0,5 % de contenido de grasa de la leche con 99 % de hidrólisis de la lactosa
T5	B ₁ C ₂	1,0 % de contenido de grasa de la leche con 0 % de hidrólisis de la lactosa
T6	B ₂ C ₂	0,5 % de contenido de grasa de la leche con 0 % de hidrólisis de la lactosa

IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

PRIMERA FASE

4.1.1. Análisis fisicoquímico de la leche

En la tabla 12 se muestran los resultados de las pruebas físicas y químicas realizadas a la leche entera y leche que fue descremada, estos datos brindan información detallada para realizar los cálculos con el método del cuadrado de Pearson y obtener las cantidades a ser mezcladas para obtener leches con 0,5% y 1 % de grasa.

Tabla 12. Parámetros fisicoquímicos de la leche entera y descremada.

Parámetros	Unidad	Leche entera	Leche descremada
Sólidos no grasos (SNG)	%	8,83	8,45
Proteína	%	3,42	3,45
Punto crioscopio	°H	0,532	0,530
Agua añadida	%	0	0
Densidad a 15°C	g/mL	1311	1310
pH		6,5	6,6
Acidez	°D	16	16
Grasa	%	3,28	0
Lactosa	%	4,5	4,5

Nota: Calidad fisicoquímica de la leche entera y descremada, previa estandarización.

En la tabla 13 se detalla la cantidad de leche entera y leche descremada los cuales se mezclaron para obtener lotes de leche estandarizada con los niveles de grasa del 1,0 % y 0,5 % considerando un volumen final de 10 litros.

Tabla 13. Estandarización de la leche.

Estandarización	Litros de leche entera al 3,28 % de grasa	Litros de leche entera al 0 % de grasa
Leche estandarizada al 1,0 %	3,0	7,0
Leche estandariza al 0,5 %	1,5	8,5

4.1.2. Hidrólisis de la lactosa en la leche

En la tabla 14 se muestran los resultados del hidrólisis de la lactosa presente en la leche, se consideró el tiempo óptimo para llegar a un hidrólisis superior al 99 %.

Además, se detalla el punto crioscópico inicial y final, se escogieron las leches de los tratamientos que presentaron los menores tiempos en la hidrólisis de la lactosa, ya que esto implicaría optimización de recursos en la industria.

Tabla 14. Hidrólisis de la lactosa de la leche.

Tratamientos	Tiempo (min)	Punto crioscópico inicial (°H)	Punto crioscópico final (°H)	% Hidrólisis de lactosa
T1	65±0,01 ^A	0,55±0,01 ^A	0,83±0,01 ^A	99,56±0,12 ^A
T2	65±0,01 ^A	0,55±0,01 ^A	0,82±0,01 ^A	99,33±0,12 ^A
T3	210±0,01 ^B	0,53±0,01 ^A	0,82±0,01 ^A	99,34±0,12 ^A
T4	210±0,01 ^B	0,54±0,01 ^A	0,82±0,01 ^A	99,80±0,12 ^A

Nota: Letras diferentes ^{A,B,C} indican que no se comparten el mismo rango de homogeneidad. Valores de p menores a 0,05 indican que existen diferencias en sus medias. Los valores obtenidos son la media estadística con el SD o desviación estándar (\pm); a un nivel de confianza del 95 %. T1 (Concentración de enzima lactasa 2 mL/L+1 % de contenido de grasa de la leche), T2 (Concentración de enzima lactasa 2 mL/L + 0.5 % de contenido de grasa de la leche), T3 (Concentración de enzima lactasa 0,5 mL/L + 1 % de contenido de grasa de la leche), T4 (Concentración de enzima lactasa 0,5 mL/L + 0.5 % de contenido de grasa de la leche).

SEGUNDA FASE

4.1.3. Análisis fisicoquímico de los quesos amasados deslactosados bajo en grasa

Con los resultados del análisis de los parámetros (humedad, pH, acidez, proteína, lactosa, cenizas y grasa) se realizó un análisis de varianza (ANOVA) obtenidos de los quesos amasados deslactosados bajos en grasa elaborados con las leches de los tratamientos T1, T2, T5 y T6, con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas entre estos, para lo cual se consideró un p valor menor a 0,05. Luego se realizó una prueba de TUKEY (post hoc) para comparar las medias individuales de los tratamientos y poder identificar sus diferencias.

En la tabla 15 se presentan los valores del contenido de ácido láctico de los diferentes tratamientos realizados incluyendo los testigos T5 y T6, las medias de los tratamientos T1 y T2; T5 y T6 indican que son estadísticamente iguales.

En el análisis estadístico del pH de los quesos amasados de los diferentes tratamientos utilizando leche deslactosada y leche sin deslactosar se obtuvo un p valor menor a 0,05 lo cual indica que existe diferencia estadística entre los tratamientos en cuanto al pH.

En el análisis estadístico del contenido de grasa se obtuvo un p valor menor a 0,05 de lo cual se infiere que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos. En cuanto al valor de las medias se puede deducir que el tratamiento 5 presentó un contenido

de 9,59 % de grasa, y el T2 presentó el 3,54 % de grasa, valores que corresponden a T5 se elaboró con leche

Los quesos amasados de los tratamientos T1 y T5 elaborados con leche estandarizada al 1 % deslactosada y sin deslactosar, presentaron un contenido de grasa de 8,10 % y 9,59 % respectivamente, presentan diferencias estadísticas significativas. En cambio, los quesos amasados de los tratamientos T2 y T6 elaborados con leche estandarizada al 0,5 %, deslactosada y sin deslactosar, presentaron un contenido de grasa de 3,54 % y 4,30 % respectivamente. De lo cual se deduce que el contenido de grasa en los quesos amasados depende de la cantidad de grasa y lactosa presente en la leche.

Los quesos amasados de los tratamientos T1 y T2 que se elaboraron con leche deslactosada, presentaron un contenido de proteína de 24,18 % y 26,57 % respectivamente, además. Se infiere que el contenido de proteína es mayor al utilizar leches hidrolizadas.

Los quesos amasados de los tratamientos T5 y T6 elaborados con leche sin deslactosar presenta, valores de 6,13 % y 6,02 % respectivamente, en comparación a los quesos amasados elaborados con leche deslactosada cuyos valores son 0,13 % y 0,1 %.

El porcentaje de humedad de los diferentes tratamientos indica un valor máximo en el tratamiento T1 con 66,53 %, mientras y un valor mínimo de 61,52 % para el T2.

Los resultados de las medias revelaron que los tratamientos presentaron valores de cenizas que oscilan (1,03 -1,06) %, y que no existen diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 15. Resultados de la prueba de TUKEY, parámetros de los análisis fisicoquímicos de los quesos amasados deslactosados bajos en grasa

Parámetro	T1	T2	T5	T6	Valor p
Ácido láctico	0,55±0,01 ^A	0,58±0,01^A	0,45±0,01 ^B	0,45±0,01 ^B	0,0001
pH	6,16±0,01 ^B	6,11±0,01 ^C	6,55±0,01^A	6,55±0,01^A	0,0001
Grasa	8,10±0,08^B	3,54±0,08 ^D	9,59±0,08^A	4,30±0,08 ^C	0,0001
Proteína	24,18±0,39^B	26,57±0,39^A	21,47±0,39 ^C	22,67±0,39 ^{BC}	0,0001
Lactosa	0,13±0,02^C	0,14±0,02^C	6,13±0,02 ^A	6,02±0,02 ^B	0,0001
Humedad	66,53±0,13^A	61,52±0,13 ^C	61,82±0,13 ^C	63,08±0,13 ^B	0,0001
Cenizas	1,03±4,7 ^E - 13 ^B	1,06±0,13^A	1,06±0,13^A	1,05±0,13 ^A	0,0024

Nota: Letras diferentes ^{A,B,C} indican que no se comparten el mismo rango de homogeneidad. Valores de p menores a 0,05 indican que existen diferencias en sus medias. Los valores obtenidos son la media estadística con el SD o desviación estándar (±); a un nivel de confianza del 95 %. T1 (Concentración de enzima lactasa 2 mL/L + 1 % de contenido de grasa de la leche), T2 (Concentración de enzima lactasa 2 mL/L + 0,5 % de contenido de grasa de la leche), T3 (Concentración de enzima lactasa 0,5 mL/L + 1 % de contenido de grasa de la leche), T4 (Concentración de enzima lactasa 0,5 mL/L + 0,5 % de contenido de grasa de la leche).

4.1.4. Evaluación sensorial del queso amasado deslactosado bajo en grasa de los tratamientos.

Para la interpretación estadística de los resultados de la evaluación sensorial (apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptabilidad) de los quesos amasados deslactosados bajos en grasa, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 5 %, para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Posteriormente, se aplicó la prueba de Tukey con el propósito de verificar si existen diferencias entre las medias de los tratamientos.

Atributo apariencia

En la figura 9 se detallan los valores de los resultados, del análisis sensorial respecto a la apariencia, el tratamiento T2 tiene el 27 % en la calificación me gusta mucho y el 53 % en la calificación me gusta.

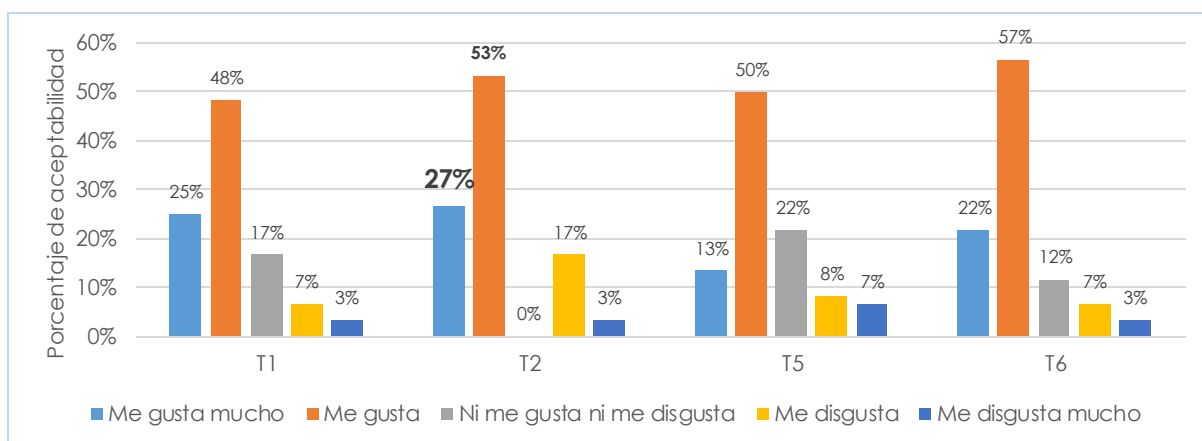


Figura 9. Evaluación sensorial del atributo apariencia del queso amasado deslactosado bajo en grasa.

Atributo color

En la figura 10 se puede apreciar que en el atributo color, el tratamiento T6 tuvo el 57 % de calificación me gusta y el tratamiento 1 obtuvo el 35 % con la calificación de me gusta mucho.

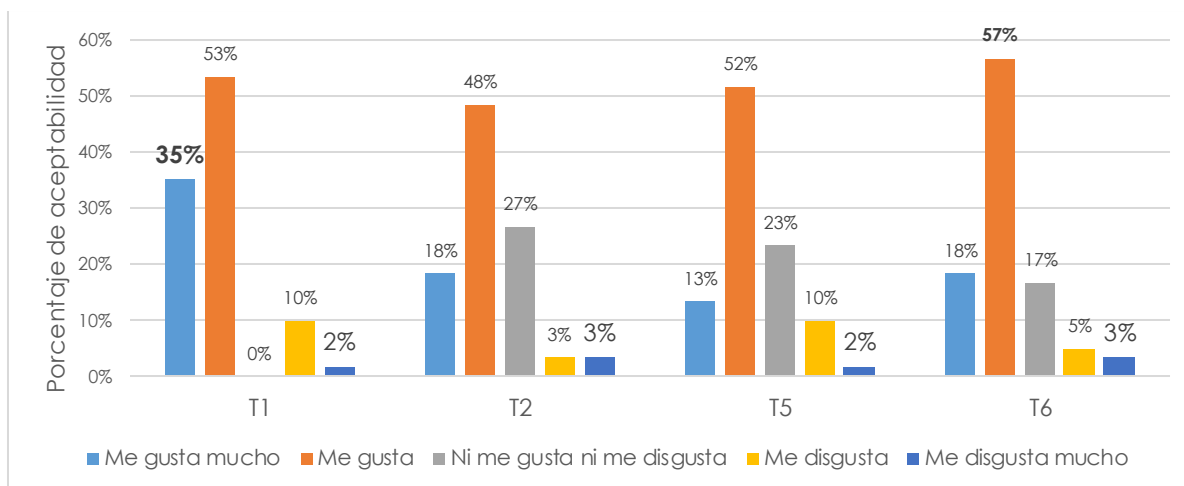


Figura 10. Evaluación sensorial del atributo color del queso amasado deslactosado bajo en grasa.

Atributo olor

En cuanto al atributo de olor, en la figura 11 el tratamiento 2 obtuvo el 52 % de respuestas en la calificación me gusta, mientras que para el tratamiento 1, el 23 % de los evaluadores expresaron una alta satisfacción al calificarlo con me gusta mucho.

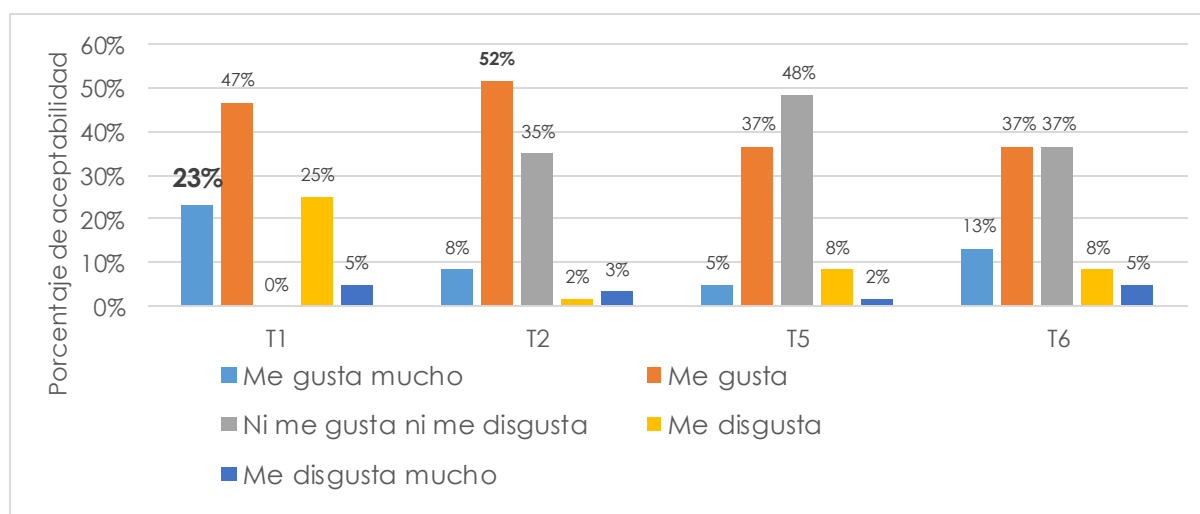


Figura 11. Evaluación sensorial del atributo olor del queso amasado deslactosado bajo en grasa.

Atributo sabor

Como se establece en figura 12, los resultados en relación con el atributo de sabor, el tratamiento 1 obtuvo el 48 % con la calificación de me gusta y el otro 22 % expresaron una alta satisfacción me gusta mucho.

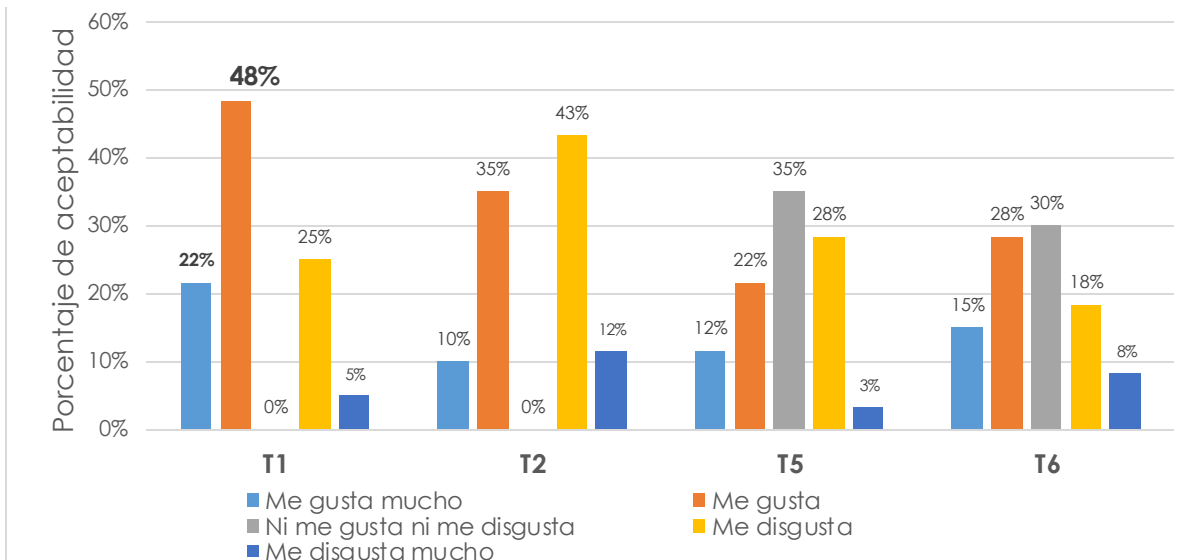


Figura 12. Evaluación sensorial del atributo sabor del queso amasado deslactosado bajo en grasa.

Atributo textura

En la figura 13, se puede observar que el tratamiento T2 tuvo el 35% en la calificación me gusta y el 10 % de los jueces lo calificaron con me gusta mucho.

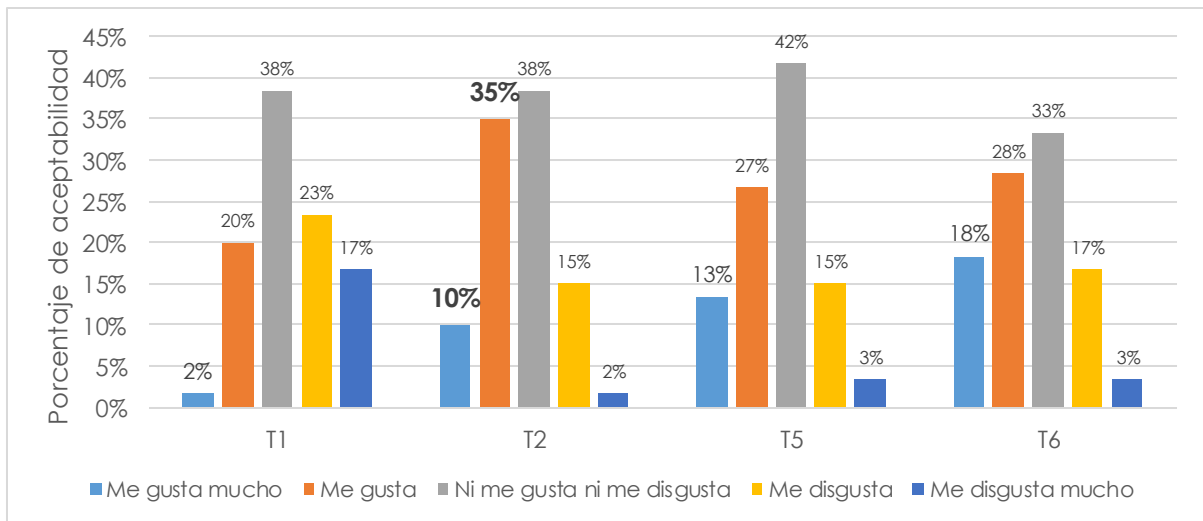


Figura 13. Evaluación sensorial del atributo textura del queso amasado deslactosado bajo en grasa.

Aceptación general

En la figura 14 se presentan los valores en cuanto al atributo de aceptación en general, destacándose de manera significativa el tratamiento T1 con 45 % de respuestas favorables con la calificación de me gusta mucho, y otro 35 % de los evaluadores se expresaron con me gusta.

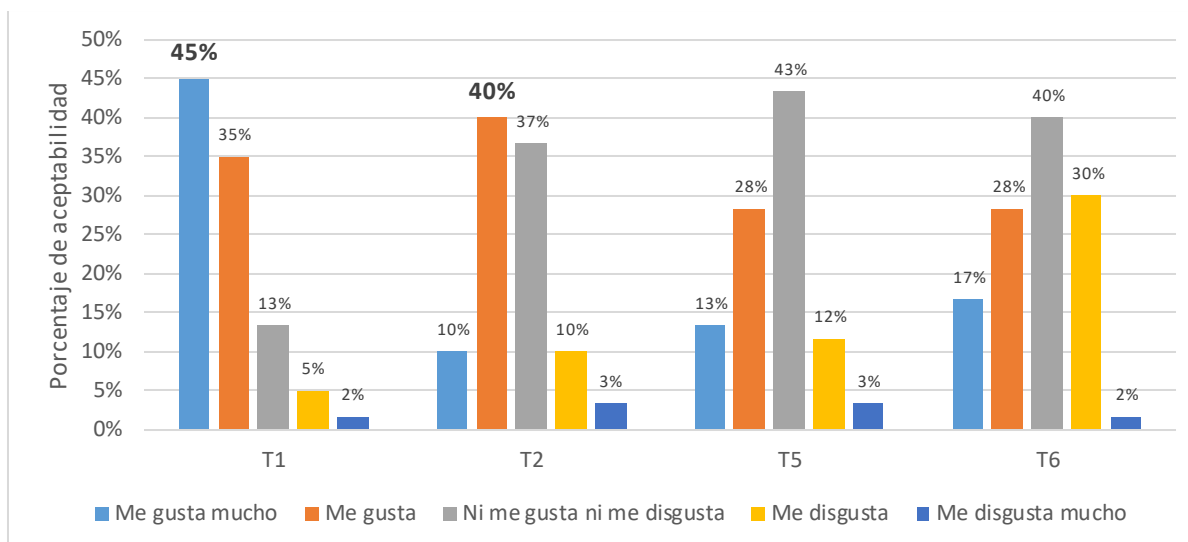


Figura 14. Evaluación sensorial del atributo aceptabilidad en general del queso amasado deslactosado bajo en grasa.

Valor de la media de los parámetros sensoriales de los diferentes tratamientos.

En la tabla 16 se detallan las medias estadísticas de los valores obtenidos de los parámetros sensoriales para los distintos tratamientos del queso amasado bajo en grasa. Se destaca que el tratamiento T1 presentó las medias más altas en los atributos apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptabilidad. Este queso amasado fue elaborado con una leche de 1,0 % de grasa y que fue sometido a proceso de hidrólisis de lactosa con una concentración de enzima lactasa de 2 mL/L.

Tabla 16 Valor de la media de los parámetros sensoriales de los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad
T1	4,03±0,12 ^B	4,22±0,11 ^B	3,88±0,11 ^B	3,87±0,13	3,63±0,13 ^A	4,17±0,12 ^B
T2	3,85±0,12 ^{AB}	3,75±0,11 ^A	3,60±0,11 ^{AB}	3,43±0,13	3,37±0,13 ^A	3,43±0,12 ^A
T5	3,55±0,12 ^A	3,65±0,11 ^A	3,35±0,11 ^A	3,10±0,13	3,32±0,13 ^A	3,37±0,12 ^A
T6	3,87±0,12 ^{AB}	3,82±0,11 ^{AB}	3,45±0,11 ^A	3,23±0,13	3,42±0,13 ^A	3,45±0,12 ^A

Nota: Letras diferentes ^{AB,C} indican que no se comparten el mismo rango de homogeneidad. Valores de p menores a 0,05 indican que existen diferencias en sus medias. Los valores obtenidos son la media estadística con el SD o desviación estándar (±); a un nivel de confianza del 95%. T1 (1,0 % de contenido de grasa de la leche + 99 % de hidrólisis de la lactosa en la leche), T2 (0,5 % de contenido de grasa de la leche + 99 % de hidrólisis de la lactosa en la leche), T5 (1,0 % de contenido de grasa de la leche + 0 % de hidrólisis de la lactosa en la leche), T6 (0,5 % de contenido de grasa de la leche + 0 % de hidrólisis de la lactosa en la leche).

4.1.5. Análisis microbiológicos

Los procesos de estandarización y deslactosado de la leche, y elaboración de los quesos amasados, se desarrollaron bajo estricto cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura, en la empresa Lácteos La Caserita, con la finalidad de asegurar la inocuidad. En la tabla 17 se presentan los resultados de la calidad microbiológica obtenidos para los diferentes tratamientos. Se destaca que el recuento de microorganismos aerobios mesófilos se encontró por debajo de 30,000 ufc/g, mientras que la presencia de *Echerichia coli* fue inferior a 10 ufc/g. Los valores de mohos y levaduras para los cuatro tratamientos analizados se encontraron dentro de los límites aceptables, según la normativa. Los resultados reflejan que la calidad microbiológica del producto se encuentra dentro de las especificaciones establecidas en la norma NTE INEN 1528 y COVENIN 3821. Esto asegura que el producto cumple con los estándares de inocuidad requeridos y proporciona una base sólida para proceder con el análisis sensorial posterior.

Tabla 17 Análisis microbiológico de los tratamientos de queso amasado deslactosado bajo en grasa.

Microorganismos	Tratamientos			
	T1	T2	T5	T6
Echerichia coli (ufc/g)	<10	<10	<10	<10
Aerobios mesófilos (ufc/g)	<30000	<30000	<30000	<30000
Mohos (ufc/g)	<10	<10	<10	<10
Levaduras (ufc/g)	80	90	70	90

4.1.6. Análisis del Perfil de Textura

El queso amasado deslactosado bajo en grasa que tuvo mayor aceptación por parte de los catadores fue el T1 (Concentración de enzima lactasa 2 g/L + 1 % de contenido de grasa de la leche), al cual se le realizó el análisis del Perfil de Textura, los parámetros evaluados como dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad, firmeza y masticabilidad, cuyos resultados se muestran en la tabla 18:

Tabla 18. Análisis del Perfil de Textura del queso amasado deslactosado bajo en grasa T1.

Propiedades	Unidad	Cantidad
Dureza	N	9,47
Adhesividad	mJ	0
Cohesividad	-	0,2
Elasticidad	Mm	11,04
Firmeza	N	191
Masticabilidad	mJ	2,099

4.2. DISCUSIÓN

Araneda (2022) afirma que la producción de leche de buena calidad depende de las condiciones, físicas, genéticas y ambiental. La normativa NTE INEN 9 (2012) los parámetros físicos y químicos de la leche de vaca debe cumplir con los siguientes requisitos, en cuanto a la densidad oscila entre 1,029 g/mL– 1,033 g/mL, punto crioscópico -0,560 a -0,536 °H, la acidez titulables 0,13 – 0,16 °D, pH se encuentra entre 6,6 – 6,8, grasa con 3 %, la proteína 2,9 % , lactosa en 4 % y cenizas 0,6. En relación a dicha información la calidad de la leche utilizada para realizar los diferentes tratamientos cumplen con los rangos establecidos en la Norma.

Ramírez, Díaz y Hernández (2019) reportan que el tiempo de reacción para el máximo porcentaje de hidrólisis de lactosa fue de 90 min, para 0,06 g/L de lactasa y a una temperatura de 36 °C. Al comparar estos valores con los obtenidos en el presente estudio son superiores, se necesita 60 minutos para lograr un porcentaje de hidrólisis del 99,56 % en el T1 (Concentración de enzima lactasa 2 g/L + 1 % de contenido de grasa de la leche) y una temperatura de reacción de 40 °C; de igual manera son superiores a lo contrastado por Juca y Pérez (2010) con 12 horas para alcanzar un 71,227 % de hidrólisis de la lactosa presente en la leche a una temperatura de reacción de 6 °C.

Bernys y Quezada (2015) argumenta que el porcentaje de hidrólisis se determina por la reducción de lactosa, los resultados que obtuvo en la hidrólisis de lactosa con un 99,45 %, el cual inoculó enzima lactasa 2,5 mL/L en sus tratamientos. Al comparar estos valores con los obtenidos en la presente investigación se asemejan ya que el porcentaje de hidrólisis fue 99,56 % en el T1 (Concentración de enzima lactasa 2 g/L + 1 % de contenido de grasa de la leche) en 65 minutos y temperatura de 40 °C; sin embargo, son superiores a los obtenidos por Juca y Pérez (2010) donde los niveles de hidrólisis alcanzados fueron de 70,62 %, se infiere que en los tres estudios sufrió un cambio debido a indicadores como la utilización de diferentes concentraciones de enzima lactasa, la temperatura de inoculación, leche empleada y la metodología utilizada.

Calampa *et al.* (2018) en su investigación obtuvieron una acidez titulable de 0,33 y 0,74 % ácido láctico siendo superiores a los obtenidos por Anchundia *et al.* (2019), ya que estos oscilan con valores aproximados de 0,33 y 0,38 %. Al comparar los resultados de estas investigaciones, con los obtenidos en el presente estudio se indica

que, son inferiores ya que la acidez titulable obtenida es de 0,55 % y 0,58 %, corroborando lo que señala Delgado (2018) donde indica que un mayor proceso de hidrólisis de la lactosa conduce a una disminución de los niveles de acidez en el queso bajo en grasa, en comparación con el queso tradicional.

El pH de los quesos amasados deslactosados bajo en grasa, está entre (6,16-6,55), valores más bajo que el reportado por Anchundia *et al.* (2019) en su estudio (6,53 a 6,80), pero mayor que el registrado por Martínez (2018) (5,87-5,46). Cuando el pH se acerca a la neutralidad, existe una mayor susceptibilidad al desarrollo de microorganismos patógenos y se puede incrementar la descomposición del alimento. En contraste, un pH superior a 4,7 (punto isoeléctrico) puede dar lugar a quesos más elásticos, menos compactos y con la capacidad de desarrollar sabores amargos durante el almacenamiento, como lo señala Delgado (2018) este cambio en el pH puede atribuirse a la producción de ácidos lácticos durante el proceso de hidrólisis de lactosa, lo cual puede afectar en la calidad y características sensoriales del queso.

Antezana (2015) dice que la reducción en el contenido graso se atribuye al proceso de estandarización de la leche, el cual involucra la remoción parcial de grasa, lo que a su vez afecta el contenido de grasa en el producto final del queso deslactosado. Martínez (2018) obtuvo en su queso un valor graso de 50,33 %. El valor graso obtenido en esta investigación es de 8,10 % que al ser comparado con el de Martínez es significativamente más bajo, esto se debe a que la leche utilizada (T1) tiene un contenido graso del 1 %.

Los resultados del análisis de proteína cruda en el queso amasado deslactosado bajo en grasa han revelado hallazgos interesantes, donde se evidencia que aquellos quesos elaborados a partir de leche deslactosada contienen un alto contenido proteico uno de ellos es el mejor tratamiento T1 (Enzima lactasa 2 g/L + 1 % de estandarizado de la leche), se obtuvo un contenido de proteína cruda de 24,18 %. Este valor es inferior en comparación con el contenido de proteína cruda del queso amasado, con 37,56 % según el estudio de Anchundia *et al.* (2019). Esta diferencia en el contenido de proteína cruda podría estar influenciada por diversos factores como la procedencia de la leche, descremado, elaboración de la cuajada y desuerado.

El contenido de lactosa que presentó el queso amasado deslactosado bajo en grasa T1 fue de 0,13 %, este valor es inferior con lo reportado por Rivera (2015) con un

porcentaje de lactosa que fue 7,16 % para el queso fresco. Se infiere que al utilizar leches deslactosadas para la elaboración de queso amasado la lactosa se hidroliza casi en su totalidad. Los quesos con bajo contenido de lactosa pueden ser consumidos para aquellas personas que sufren intolerancia a la lactosa (CIL, 2020).

El contenido de humedad que presentó el queso amasado deslactosado bajo en grasa T1 fue de 66,53 % los resultados obtenidos en los tratamientos son mayores con lo reportado por Martínez (2018) ya que en su estudio obtuvo un contenido humedad de 52,34 %. Además, los valores obtenidos se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ecuatoriana NTE INEN 1528 (2012).

El porcentaje de ceniza encontrado en el queso amasado deslactosado fue de 1,03 % el cual es inferior en comparación con los valores reportados por Anchundia *et al.* (2019) y Pulido *et al.* (2018) que obtuvieron valores de ceniza de 2,66 % y 3,40 % respectivamente. Uno de los factores puede ser la variabilidad en las fuentes de leche utilizadas en la producción del queso, ya que la composición de las cenizas puede variar según la dieta de las vacas lecheras y otros factores relacionados con la calidad de la leche.

El análisis microbiológico se realizó a todos los tratamientos, los valores se encuentran dentro de los límites aceptables, establecidos por la normativa NTE INEN 1528, por lo tanto, los quesos amasados deslactosados bajo en grasa cumplen con los estándares. La ausencia de estos microorganismos puede atribuirse al proceso de elaboración, el cual se llevó a cabo en condiciones higiénicas y Buenas Prácticas de Manufactura, lo que asegura la inocuidad del producto final.

Severiano (2019) la percepción de los atributos sensoriales en un producto alimenticio es la referencia de la calidad total del mismo, donde se obtienen respuestas favorables a la aceptación del consumidor, de gran importancia para el control y mejora de la calidad. De igual manera manifiesta Agudelo, Sesín, Espinoza y Ramírez (2018) que para evaluar las características sensoriales de un alimento es necesario definir atributos como: apariencia, color, olor, sabor, textura, etc. En esta investigación se tomó en cuenta los aspectos importantes como, definir los diferentes atributos sensoriales y la escala de calificación entre un rango de 1-5, partiendo de me disgusta mucho hasta me gusta mucho, que fueron evaluados en el queso amasado deslactosado bajo en grasa, con el objetivo de determinar la aceptabilidad de los consumidores. La norma ecuatoriana NTE INEN 1528 (2012) en

sus requisitos menciona que los quesos frescos presentan una textura firme, levemente granular, preparados con leche entera, semidescremada, coagulada con enzimas y debe ser blando.

El Perfil de Textura se lo realizó al mejor tratamiento (T1), y mostró una dureza de 9,47 N lo que es significativamente diferente de los hallazgos de Antezana (2015), quienes obtuvieron un valor de dureza de 12,5 N en el queso fresco. Esta diferencia podría atribuirse a las variaciones en la composición de los ingredientes o en los procesos de producción. La adhesividad nula y cohesividad de 0,2 son consistentes con los resultados reportados por Tejada, Guzmán, y Rivera (2015), en su investigación con un valor de adhesividad -0,34 (kg.m s²) y cohesividad 0,87, estos valores sugieren que el queso deslactosado bajo en grasa, posee una textura menos pegajosa, debido a esto disminuye la capacidad para mantener su integridad estructural. Por otro lado, la elasticidad 11,04 mm y masticabilidad de 20,7 m.J, se asemeja a los hallazgos de Antezana (2015), lo que indica que la elasticidad en este queso se encuentra dentro del rango esperado.

V.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La enzima lactasa demostró ser efectiva en la hidrólisis de la lactosa presente en la leche con bajo contenido de grasa, lo que permitió la producción de un queso amasado deslactosado bajo en grasa.
- El tiempo óptimo de hidrólisis de la lactosa en la leche fue de 65 minutos; el factor concentración de enzima fue determinante para hidrolizar la lactosa en glucosa y galactosa en de más del 99 % y en un menor tiempo.
- De acuerdo con el análisis estadístico ANOVA realizado para los parámetros fisicoquímicos como acidez titulable, pH, grasa, proteína, lactosa, humedad y cenizas se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa.
- Mediante la evaluación sensorial de los diferentes quesos amasados deslactosados bajo en grasa, se determinó que el tratamiento T1 es considerado como el mejor, por la aceptabilidad de los catadores, quienes evaluaron con mayor puntuación a los atributos de apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptabilidad. Indicando que la innovación de la elaboración de queso amasado deslactosado bajo en grasa sería factible.
- El contenido de grasa en la leche con 0,5% y 1% no tiene un efecto significativo en la hidrólisis de la lactosa utilizando la enzima lactasa.
- La concentración de la enzima lactasa fue determinante en la eficiencia del hidrólisis de la lactosa. Los tratamientos con una concentración de 2 mL/l de enzima lograron una hidrólisis de lactosa superior al 99% en un tiempo significativamente más corto de 65 minutos.
- Los resultados del análisis microbiológico de las muestras de los quesos amasados deslactosados bajos en grasa de los diferentes tratamientos indican que cumplen con los límites establecidos en la normativa actual NTE INEN 1528, COVENIN 3821, para aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, mohos y levaduras. Por lo tanto, se puede concluir que el producto es inocuo y no representa riesgos para la salud cuando se consume."

- Los resultados del análisis de textura muestran que el queso amasado deslactosado bajo en grasa (T1) posee una dureza significativamente menor con un valor de 9,47 N lo que sugiere una textura más suave en comparación con otros tratamientos. Además, presenta una adhesividad y cohesividad mínimas (0.0 y 0.2, respectivamente), lo que indica una menor tendencia a pegarse y mayor resistencia a la fragmentación. Estos hallazgos destacan la influencia crucial de la estandarización de la leche en las propiedades reológicas del producto final.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se sugiere llevar a cabo investigaciones que analicen la vida útil del queso deslactosado bajo en grasa a lo largo del tiempo. Estos estudios permitirán evaluar cómo cambian las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del producto durante el almacenamiento. Identificar el tiempo máximo de conservación, sin afectar la calidad, garantizará que el queso llegue al consumidor en óptimas condiciones.
- Extender la investigación a otros productos lácteos, como yogures, helados y postres, para evaluar la viabilidad de utilizar la enzima lactasa en su elaboración. La expansión del rango de productos deslactosados brindará a los consumidores más opciones y alternativas adecuadas para sus necesidades dietéticas.
- La textura es un parámetro decisivo en la percepción de los consumidores, por tanto, debe ser estudiado; este depende de la composición del producto y de los parámetros de elaboración.

VI.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anchundia, Á. Jácome, C. Domínguez, F. y Torres, F. (2019). Valor nutricional y fisicoquímico del queso amasado fabricado en la Provincia del Carchi, Ecuador. *Bases de la Ciencia*. Volumen (4). <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/1857>
- Antezana, C. (2015). *Efecto de la hidrólisis de la lactosa en el perfil de textura de queso fresco normal y bajo en grasa*. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. <https://docplayer.es/28782917-Universidad-nacional-agraria-la-molina.html>
- Antigua. (2021, 31 de marzo). Historia del queso. <https://queserialaantigua.com/blog/el-origen-del-queso-sabes-de-donde-viene/>
- Araneda, M. (2022, 4 de mayo). Composición y propiedades de leche y derivados. <https://www.edualimentaria.com/leche-y-derivados-composicion-y-propiedades>
- Arévalo, V. Verónica, J. (2016). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de quesos amasados, ubicada en la ciudad de Tulcán*. Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10064>
- Bain, I. (2017). *Proceso de elaboración de quesos*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-etapas_del_proceso_de_elaboracin_de_quesos.pdf
- Bastidas, A. (2018, 14 de junio). Las propiedades nutricionales del queso. <https://esqueso.es/las-propiedades-nutricionales-del-queso>
- Bernys, W. y Quezada, M. (2022). Efecto de la alctasa y cloruro de calcio en ñas propiedades físico químicas y sensoriales del queso crema deslactosado Zamorano. Tesis de grado. Escuela Agrícola Panamericana. Zamora, Honduras.
- Cajamarca, M. (2022). *Determinación de la calidad físico-química de la leche cruda bovina*. Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.

Delgado, R. (2018). *Efecto de lactasa en las propiedades fisicoquímicas de queso fresco y semimaduro*. Tesis de grado. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras.

DUPONT. (2020). Descripción enzima Lactasa. https://www.dupontnutritionandbiosciences.com/content/dam/dupont/amer/us/en/news/nutrition-health/documents/2020-09-01%20NB%20DuPont%20%20Press%20Release_SPA_FINAL.pdf

Federación Nacional de Industrias Lácteas. (2016). Intolerancia a la Lactosa. <https://fenil.org/intolerancia-la-lactosa/>

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (2022). *Leche descremada*. http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/leche-descremada

Goñi, M. (2020, 3 de febrero). Alimentación para la intolerancia a la lactosa. <https://cinfasalud.cinfa.com/p/alimentacion-intolerancia-lactosa/#:~:text=La%20consecuencia%20de%20que%20la,la%20lactosa%2C%20aunque%20no%20son>

Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias, (2017). *Proceso de elaboración de quesos*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-etapas_del_proceso_de_elaboracin_de_quesos.pdf

INOXMIN. (2021, 28 de diciembre). Pasteurización de la leche . <https://www.inoxmim.com/blog-c/tipos-de-pasteurizacion-industrial>

Interempresas. (2018, 15 de octubre). Tipos de pasteurización de la leche. <https://www.interempresas.net/Alimentaria/Articulos/227016-Pasteurizar-para-garantizar-la-seguridad-alimentaria.html>

Juca, D., y Pérez, A. (2010). *Determinación de lactosa en la leche deslactosada y su aplicación con la fórmula aplicada en la empresa*. Tesis de pregrado. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

López, R. (2016, 12 de marzo). Estandarización de materia grasa método cuadrado de pearson. <http://derivadoslacteos.com/generalidades-de-los-lacteos/estandarizacion-de-procesos>



Martal, S. (2016, 31 de junio). Proceso de deslactosado de la leche. <http://siempreconciencia.blogspot.com/2016/01/leche-sin-lactosa-ahora-con-mas-quimicos.html>

- Martín, P. (2021). Valor nutricional del queso. <https://pedromartinnutricion.com/valor-nutricional-del-queso/>
- Martínez, A. (2018). *Formulación de queso amasado , fermentado y bajo en grasa para la empresa PRODALSAN*. Tesis de posgrado. Universidad de las Américas. Quito, Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1528:2012). Norma general para quesos frescos no madurados. Requisitos.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (9:2012). Leche Cruda: Requisitos.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2018). Proceso de elaboración de queso. <https://www.fao.org/3/au170s/au170s.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2021). Obesidad y sobrepeso. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight#:~:text=Desde%201975%2C%20la%20obesidad%20se,y%20el%2013%25%20eran%20obesas.>
- Organización Interprofesional Láctea. (2018). Valor nutricional del queso. <https://esqueso.es/las-propiedades-nutricionales-del-queso>
- Pascual. (2019). Carbohidratos de la leche.
- Pereira, I. (2021). *Análisis de instrumentos de laboratorio lácteo y estudio de la calidad de la leche*. Tesis de posgrado. Universidad de Coruña.
- Pulido, R. y Díaz, T. (2018). Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria. *Caracterización nutricional, microbiológica y sensorial del queso fresco*. 38(3), 74-79.
- Rivera, E. y Verónica, E. (2015). *Evaluación de distintos cuajos naturales y procesados para la elaboración de queso fresco*. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Ramírez, C. y Hernández, A. (2019). Condiciones de hidrólisis de las lactasas *Lactozym pure 6500 I* y *Saphera 2600 L* para la producción de leche deslactosada de cabra. *Revista SciELO*. 39(2)
- SALUD Y MEDICINA. (2016). *La intolerancia a la lactosa afecta al 75% de la población mundial*. <https://www.saludymedicina.org/post/la-intolerancia-a-la-lactosa-afecta-al-75-de-la-poblacion-mundial>

- Sánchez, A. (2015). *Elaboración de un manual de operaciones para el proceso de fabricación de queso fresco*. Tesis de grado. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- Sánchez, J. (2022). Tipos de coagulación. <https://www.quesosybesos.es/coagulacion-lactica-enzimatica-y-mixta/?v=48f42f70c202>
- Sevilla, C. (2020). Coagulación láctica. <https://queserialaantigua.com/blog/coagulacion-lactica/>
- Solorzano, V. (2021). *Evaluación de las principales fincas productoras de queso fresco artesanal manaba sobre la preferencia sensorial, calidad fisicoquímica y microbiológica*. Tesis de posgrado. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Carceta, Ecuador.
- Tejada, C. Guzmán, L. y Rivera, A. (2015). *Análisis comparativo de perfiles de textura de quesos frescos de leche de cabra y vaca*. Tesis de posgrado. Universidad del Cauca. Cauca, Colombia.

VII.ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC


		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI			
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES CARRERA DE ALIMENTOS ACTA DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR					
ESTUDIANTE:		Aupas Narvaez Jhonn Keyvn		CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401937321	
PERIODO ACADÉMICO:		2023B			
PRESIDENTE TRIBUNAL		MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO		DOCENTE TUTOR: MSC. WILMAN JENNY YAMBAY VALLEJO	
DOCENTE:		MSC. FREDDY GIOVANNY TORRES MAYANQUER			
TEMA DEL TIC: Evaluación del efecto de la enzima lactasa (Bonlacta TM) en la elaboración de un queso amasado deslactosado bajo en grasa					
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES		
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8,00	Se sugiere eliminar la marca de la enzima y usar el nombre genérico, y poner en conocimiento a la UDT de la Cámara, para los fines pertinentes		
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,00	Profundizar en la exposición sobre las variables en estudio. Eliminar marcas de las presentaciones		
3	METODOLOGÍA	6,67	Revisar las unidades de los resultados		
4	RESULTADOS	7,67			
5	DISCUSIÓN	8,00	Profundizar más a fondo los resultados con otros autores		
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,67	Considerar el análisis de textura de los quesos amasados		
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,00	Mostrar más seguridad en la defensa, usar términos técnicos		
	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8,00			

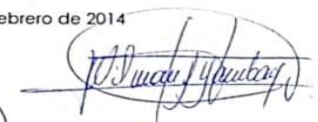
Obteniendo una nota de: **7,70** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **viernes, 7 de febrero de 2014**


 MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO
 PRESIDENTE TRIBUNAL


 MSC. FREDDY GIOVANNY TORRES MAYANQUER
 DOCENTE


 MSC. WILMAN JENNY YAMBAY VALLEJO
 DOCENTE TUTOR

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Aupas Narvaez Jhonn Kevyn				
DATE: 7 de febrero de 2024				
Evaluación del efecto de la enzima lactasa en la elaboración de un queso amasado deslactosado bajo en grasa				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1 Vera litiva Edwin Andria,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Aupas Narvaez Jhonn Kevyn

Fecha de recepción del abstract: 7 de febrero de 2024

Fecha de entrega del informe: 7 de febrero de 2024

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



EDISON PEÑAFIEL ARCOS
PEÑAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Primera fase proceso de estandarización y deslactosado de la leche.



Figura 15. Recepción de la leche.



Figura 16. Determinación del punto crioscópico de la leche.



Figura 17. Control de calidad de la leche.



Figura 18. Determinación del pH.



Figura 19. Determinación de la acidez.



Figura 20. Estandarización de la leche.



Figura 21. Proceso de hidrólisis de la leche.



Figura 22. Enzima lactasa



Figura 23. Monitoreo de los tiempos óptimos.



Figura 24. Determinación del punto crioscópico de la leche estandarizada.

Anexo 4. Segunda fase elaboración del queso amasado delactosado bajo en grasa



Figura 25. Elaboración del queso amasado deslactosado bajo en grasa.



Figura 26. Rasposo de la cuajada



Figura 27. Empacado al vacío del queso amasado



Figura 28. Determinación microbiológica.



Figura 29. Determinación de lactosa método Felhing.



Figura 30. Titulación para determinar proteína.



Figura 31. Determinación del porcentaje de cenizas.



Figura 32. Determinación del contenido de humedad.



Figura 33. Determinación de la acidez titulable.



Figura 34. Evaluación sensorial.

Anexo 5. Hoja de evaluación sensorial

HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Fecha: _____ Edad: _____ Género: M F

Estimados estudiantes la siguiente evaluación sensorial tiene como objetivo determinar la aceptabilidad del queso amasado deslactosado y bajo en grasa.

Tema: "Evaluación del efecto de la enzima lactasa en la elaboración de un queso amasado deslactosado bajo en grasa"

Instrucciones

- Tener en cuenta que se debe evaluar primeramente los atributos (apariciencia, color y olor).
- Enjuague su paladar con agua antes y después de evaluar cada muestra.
- Califique el nivel de aceptación de cada atributo mediante una escala hedónica de 5 puntos.
- Realice la cata de las muestras en orden indicado.

Tabla 1. Escala de valores para aceptabilidad.

Escala	Aceptabilidad
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

Tabla 2. Atributos de los tratamientos de queso amasado deslactosado bajo en grasa.

Atributo	Muestras			
	975	800	927	986
Apariencia				
Color				
Olor				
Sabor				
Textura				
Aceptabilidad del producto				

Observaciones:

Gracias por su colaboración.

Anexo 6. Ficha técnica de la enzima lactasa

GENENCOR DIVISION
Food Enzymes
foodenzymes@danisco.com
www.danisco.com

Página 1 / 3

Válido a partir de 6 de julio de 2020

DANISCO

First you add knowledge...

PRODUCT DESCRIPTION - PD 278530-1.1ES

Bonlacta™

Lactase

Descripción

Bonlacta™ es una beta-galactosidasa (lactasa) que se usará en aplicaciones lácteas.

Áreas de aplicación

Bonlacta™ se utiliza para convertir la lactosa en glucosa y galactosa, para la fabricación de productos lácteos con bajo contenido de lactosa (leche líquida, leche saborizada y leche condensada), productos lácteos cultivados (yogur, bebidas de yogur y productos de queso), helados y productos de suero.

Beneficios

- Reduce el nivel de lactosa en los productos lácteos, aumenta la dulzura y, por lo tanto, puede contribuir a la reducción de azúcar y calorías, reduce la cristalización de la lactosa en el dulce de leche.

Dosis

El nivel de dosis exacta debe determinarse realizando ensayos y dependiendo de las condiciones de la enzima.

Instrucciones de uso

Bonlacta™ se puede agregar a la leche antes de la pasteurización.

En la leche, la inactivación total de la enzima se logra a 75C por 15 segundos.

El nivel de dosis exacta debe determinarse mediante pruebas y dependiendo de las condiciones de la enzima. En condiciones estándar para hidrolizar la leche, el nivel de uso para hidrólisis por lotes es típicamente del 0.05-0.2% p/v para lograr la hidrólisis en 6-24 horas. El nivel de uso para la dosificación en línea es típicamente 0.02-0.05% p/v para lograr la hidrólisis dentro de 36-48 horas.

Composición

- Glicerina 45-55 % (w/w)
- Agua 35- 45 % (w/w)
- Lactasa 5-10 % (w/w)
- Cloruro de magnesio 4.5 - 5.5 % (w/w)

Especificaciones físico-químicas

Forma física	Líquido
Color*	clear, brown to dark brown
pH	6.0 - 7.5
Gravedad específica	1.1 - 1.2
Actividad de la lactasa	min 15250 SDLU/g
Actividad secundaria de amilasa	negative
Actividad secundaria de proteasa	negative
Actividad secundaria de la lipasa	negative

*Pueden producirse variaciones de color en diferentes lotes

Anexo 7. Determinación gravimétrica de lactosa, glucosa, maltosa, sacarosa y azúcar invertida a partir del peso de óxido cuproso, método de Fehling.

Óxido de cobre	Glucosa	Azúcar invertido	Sacarosa	Lactosa hidratada	Maltosa hidratada	Óxido de cobre	Glucosa	Azúcar invertido	Sacarosa	Lactosa hidratada	Maltosa hidratada
mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
10,0	5,6	4,6	4,4	5,1	6,8	40,0	18,7	18,4	17,5	24,6	32,6
11,0	6,0	5,1	4,8	5,8	7,7	41,0	19,2	18,8	17,9	25,2	33,5
12,0	6,4	5,6	5,3	6,4	8,5	42,0	19,8	19,3	18,3	25,9	34,3
13,0	6,8	6,0	5,7	7,1	9,4	43,0	20,0	19,8	18,8	26,5	35,2
14,0	7,2	6,4	6,1	7,7	10,2	44,0	20,4	20,2	19,2	27,2	36,0
15,0	7,7	6,9	6,6	8,4	11,1	45,0	20,9	20,7	19,7	27,8	36,9
16,0	8,1	7,3	6,9	9,0	12,0	46,0	21,3	21,1	20,0	28,5	37,8
17,0	8,6	7,8	7,4	9,7	12,8	47,0	21,7	21,6	20,5	29,1	38,6
18,0	9,0	8,3	7,9	10,3	13,7	48,0	22,2	22,1	21,0	29,8	39,5
19,0	9,5	8,7	8,3	11,0	14,5	49,0	22,6	22,5	21,4	30,4	40,3
20,0	9,9	9,2	8,7	11,6	15,4	50,0	23,1	23	21,9	31,1	41,2
21,0	10,4	9,6	9,1	12,3	16,3	51,0	23,5	23,5	22,3	31,7	42,1
22,0	10,8	10,0	9,5	12,9	17,1	52,0	24,0	23,9	22,7	32,4	42,9
23,0	11,2	10,5	10,0	13,6	18,0	53,0	24,4	24,4	23,2	33,0	43,8
24,0	11,7	11,0	10,5	14,2	18,8	54,0	24,8	24,9	23,6	33,7	44,6
25,0	12,1	11,4	10,9	14,8	19,7	55,0	25,3	25,3	24,0	34,3	45,5
26,0	12,5	11,9	11,3	15,5	20,6	56,0	25,7	25,8	24,5	34,9	46,4
27,0	13,0	12,4	11,8	16,2	21,4	57,0	26,2	26,2	24,9	35,6	47,2
28,0	13,4	12,8	12,2	16,8	22,3	58,0	26,6	26,7	25,3	36,2	48,1
29,0	13,9	13,3	12,6	17,5	23,1	59,0	27,1	27,2	25,7	36,9	48,9
30,0	14,3	13,7	13,0	18,1	24,0	60,0	27,5	27,6	26,1	37,5	49,8
31,0	14,8	14,2	13,5	18,7	24,9	61,0	27,9	28,1	26,6	38,2	50,7
32,0	15,2	14,7	13,9	19,4	25,7	62,0	28,4	28,6	27,0	38,8	51,5
34,0	16,1	15,6	14,8	20,7	27,4	64,0	29,2	29,5	27,9	40,1	53,2
35,0	16,5	16,1	15,3	21,5	28,3	65,0	29,7	30,0	28,4	40,8	54,1
36,0	16,9	16,5	15,7	22,0	29,2	66,0	30,1	30,4	28,8	41,4	54,0
37,0	17,4	17,0	16,1	22,6	30,0	67,0	30,6	30,9	29,3	42,0	55,8
38,0	17,8	17,4	16,5	23,3	30,9	68,0	31,0	31,4	29,7	42,7	56,6
39,0	18,3	17,9	17,0	23,9	31,7	69,0	31,4	31,8	30,1	43,3	57,6

Anexo 8, Análisis estadístico de los parámetros fisicoquímicos del queso amasado deslactosado bajo en grasa.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CENIZAS	12	0,82	0,75	0,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,4E-03	3	8,1E-04	12,16	0,0024
TRATAMIENTO	2,4E-03	3	8,1E-04	12,16	0,0024
Error	5,3E-04	8	6,7E-05		
Total	3,0E-03	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02138

Error: 0,0001 gl: 8

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T2	1,06	3	4,7E-03	A
T5	1,06	3	4,7E-03	A
T6	1,05	3	4,7E-03	A
T1	1,03	3	4,7E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente dife.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PROTEÍNA	12	0,92	0,89	2,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	43,53	3	14,51	31,37	0,0001
TRATAMIENTO	43,53	3	14,51	31,37	0,0001
Error	3,70	8	0,46		
Total	47,23	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,77824

Error: 0,4625 gl: 8

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T2	26,57	3	0,39	A
T1	24,18	3	0,39	B
T6	22,67	3	0,39	B C
T5	21,47	3	0,39	C

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez titulable	12	0,96	0,94	3,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,04	3	0,01	60,26	<0,0001
Tratamientos	0,04	3	0,01	60,26	<0,0001
Error	1,9E-03	8	2,4E-04		
Total	0,05	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04065

Error: 0,0002 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2	0,58	3	0,01	A
T1	0,55	3	0,01	A
T6	0,45	3	0,01	B
T5	0,45	3	0,01	B

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LACTOSA	12	0,99	0,99	6,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,56	3	0,85	361,78	<0,0001
TRATAMIENTOS	2,56	3	0,85	361,78	<0,0001
Error	0,02	8	2,4E-03		
Total	2,58	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12698

Error: 0,0024 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T6	1,24	3	0,03	A
T5	1,17	3	0,03	A
T2	0,30	3	0,03	B
T1	0,26	3	0,03	B

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
HUMEDAD	12	0,99	0,99	0,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	47,58	3	15,86	310,94	<0,0001
TRATAMIENTOS	47,58	3	15,86	310,94	<0,0001
Error	0,41	8	0,05		
Total	47,98	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,59050

Error: 0,0510 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T1	66,53	3	0,13	A
T6	63,08	3	0,13	B
T5	61,82	3	0,13	C
T2	61,52	3	0,13	C

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	12	1,00	1,00	0,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,51	3	0,17	873,61	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,51	3	0,17	873,61	<0,0001
Error	1,6E-03	8	1,9E-04		
Total	0,51	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03648

Error: 0,0002 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T6	6,55	3	0,01 A
T5	6,55	3	0,01 A
T1	6,16	3	0,01 B
T2	6,11	3	0,01 C

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRASA	12	1,00	1,00	2,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

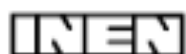
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	76,99	3	25,66	1344,15	<0,0001
TRATAMIENTO	76,99	3	25,66	1344,15	<0,0001
Error	0,15	8	0,02		
Total	77,14	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,36128

Error: 0,0191 gl: 8

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T5	9,59	3	0,08 A
T1	8,10	3	0,08 B
T6	4,30	3	0,08 C
T2	3,54	3	0,08 D

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



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1528:2012
Primera revisión

NORMA GENERAL PARA QUESOS FRESCOS NO MADURADOS. REQUISITOS.

Primera Edición

GENERAL STANDARD FOR UNRIPENED FRESH CHEESE. REQUIREMENTS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos, queso fresco no madurado, requisitos.
AL 03.01-420
CDU: 637.352
CIIU: 3112
ICS: 67.100.30

2.1.6 Queso quark (quarg). Es el queso no madurado ni escaldado, alto en humedad, de textura blanda o suave, preparado con leche descremada y concentrada, cuajada con enzimas y/o cultivos lácticos y separados mecánicamente del suero, cuyo contenido de grasa láctea es variable, dependiendo si se agrega crema o no durante su elaboración.

2.1.7 Queso ricotta. Es el queso de proteínas de suero no madurado, escaldado, alto en humedad, de textura granular blanda o suave, preparado con suero de leche o suero de queso con leche, cuajada por la acción del calor y la adición de cultivos lácticos y ácidos orgánicos.

2.1.8 Queso crema. Es el queso no madurado ni escaldado, con un contenido relativamente alto de grasa, de textura homogénea, cremosa, no granulada, preparado solamente con crema o mezclada con leche, cuajada con cultivos lácticos y opcionales se permite el uso de enzimas adicionales en los cultivos lácticos.

2.1.9 Queso de capas. Es el queso moldeado de textura relativamente firme, no granular, levemente elástica preparado con leche entera, cuajada con enzimas y/o ácidos orgánicos generalmente sin cultivos lácticos.

2.1.10 Queso duro. Es el queso no madurado, escaldado o no, prensado, de textura dura desmenuzable, preparado con leche entera, semidescremada o descremada, cuajada con cultivos lácticos y enzimas, cuyo contenido de grasa es variable dependiendo de la leche empleada en su elaboración y tiene un contenido relativamente bajo de humedad.

2.1.11 Queso mozzarella. Es el queso no madurado, escaldado, moldeado, de textura suave elástica (pasta filamentososa), cuya cuajada puede o no ser blanqueada y estirada, preparado de leche entera, cuajada con cultivos lácticos, enzimas y/o ácidos orgánicos o inorgánicos.

2.1.12 Quesillo criollo. Es el queso no madurado, escaldado, alto en humedad con textura blanda suave y elástica fabricado con leche, acidificada con ácido láctico, cuajado generalmente con cuajo líquido.

2.1.13 Queso criollo o queso de comida. Es el queso no madurado, preparado con leche, adicionado de cuajo y de textura homogénea, con desuerado natural.

2.1.14 Queso requesón. Es el producto obtenido por la concentración de suero y el moldeo del suero concentrado, con o sin la adición de leche y grasa de leche, cuyo contenido de grasa es variable.

2.1.16 Queso Descremado. Es el queso no madurado, con un contenido relativamente bajo en grasa de textura homogénea preparado con leche descremada.

2.1.16 Queso Cuatírolo. Es un queso fresco tradicional, de corteza lisa y suave con aroma y sabor característico

2.1.17 Queso de Hoja. Es el queso no madurado obtenido a partir de queso criollo acidificado de forma natural en presencia de bacterias mesófilas nativas de Ecuador no patógenas; sometido a calentamiento previo al hilado, la característica es su envoltura en hoja de achira.

2.1.18 Queso Manaba. Es el queso no madurado obtenido a partir de leche, acidificado de forma natural en presencia de bacterias mesófilas nativas de la zona manabita, salado con sal en grano y colocado en moldes sin fondo para su prensado.

2.1.19 Queso amasado Lojano. Es el queso no madurado elaborado a partir de queso criollo salado y acidificado naturalmente, secado, molido y nuevamente prensado; la característica es su envoltura en hoja de achira.

2.1.20 Queso amasado Carchense. Es el queso no madurado obtenido de cuajada no cortada, de acidificación natural, molido, amasado, moldeado en moldes perforados y espolvoreado sal de consumo humano; desmenuzado manualmente, moldeado y prensado.

2.1.21 Queso Andino fresco. Es un queso no madurado, el cuerpo presenta un color que varía de

3. CLASIFICACIÓN

3.1 De acuerdo a su composición y características físicas el producto, se clasifica en:

3.1.1 Según el contenido de humedad,

- a) Duro
- b) Semiduro
- c) Semiblando
- d) Blando

3.1.2 Según el contenido de grasa láctea,

- a) Rico en grasa
- b) Entero ó Graso
- c) Semidescremado ó bajo en grasa
- d) Descremado ó Magro

4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

4.1 La leche utilizada para la fabricación del queso fresco, debe cumplir con los requisitos de la Norma NTE INEN 10, y su procesamiento se realizará de acuerdo a los principios del Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.

4.2 Los límites máximos de plaguicidas no deben superar los establecidos en el Codex Alimentarius CAC/MLR 1 en su última edición.

4.3 Los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios no deben superar los establecidos en el Codex Alimentario CAC/MLR 2 en su última edición.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 Para la elaboración de los quesos frescos no madurados, se pueden emplear las siguientes materias primas e ingredientes autorizados, los cuales deben cumplir con las demás normas relacionadas o en su ausencia, con las normas del Codex Alimentarius:

5.1.1.1 Leche y/o productos obtenidos de la leche.

5.1.1.2 Ingredientes tales como:

- a) Cultivos de fermentos de bacterias inocuas productoras de ácido láctico y/o aromas y cultivos de otros microorganismos inocuos;
- b) Cuajo u otras enzimas coagulantes inocuas e idóneas;
- c) Cloruro de sodio;
- d) Vinagre;

6.1.2 Los quesos frescos no madurados, ensayados de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con lo establecido en la tabla 1.

Tipo o clase	Humedad % max NTE INEN 63	Contenido de grasa en extracto seco, % m/m Mínimo NTE INEN 64
Semiduro	55	-
Duro	40	-
Semiblando	65	-
Blando	80	-
Rico en grasa	-	60
Entero ó graso	-	45
Semidescremado o bajo en grasa	-	20
Descremado ó magro	-	0,1

6.1.3 **Requisitos microbiológicos.** Al análisis microbiológico correspondiente, los quesos frescos no madurados deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas.

6.1.3.1 Los quesos frescos no madurados, ensayados de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos microbiológicos para quesos frescos no madurados

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Enterobacteriaceas, UFC/g	5	2×10^2	10^2	1	NTE INEN 1529-13
Escherichia coli, UFC/g	5	<10	10	1	AOAC 991.14
Staphylococcus aureus UFC/g	5	10	10^2	1	NTE INEN 1529-14
Listeria monocytogenes /25 g	5	ausencia	-		ISO 11290-1
Salmonella en 25g	5	AUSENCIA	-	0	NTE INEN 1529-15

Donde:

- n = Número de muestras a examinar.
- m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.
- M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.
- c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

6.1.4 **Aditivos.** Se pueden utilizar los aditivos permitidos y en las cantidades especificadas en la NTE INEN 2074 y además:

- a) Gelatina y almidones modificados (estas sustancias pueden utilizarse con los mismos fines que los estabilizadores, a condición de que se añadan únicamente en las cantidades funcionalmente necesarias)
- b) Harinas y almidones de arroz, maíz y papa (estas sustancias pueden utilizarse con los mismos fines que los antiaglutinantes para el tratamiento de la superficie de productos cortados, rebanados y desmenuzados únicamente, a condición de que se añadan únicamente en las cantidades funcionalmente necesarias)

6.1.6 **Contaminantes.** El límite máximo permitido debe ser el que establece el Codex alimentarius de contaminantes CODEX STAN 193-1995, en su última edición

6.2 Requisitos complementarios

6.2.1 Los quesos frescos no madurados deben mantenerse en cadena de frío durante el almacenamiento, distribución y comercialización a una temperatura de $4^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ y su transporte debe ser realizado en condiciones idóneas que garanticen el mantenimiento del producto.

6.2.2 Las unidades de comercialización de este producto debe cumplir con lo dispuesto en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 04.

6.2 Aceptación o rechazo

6.2.1 Se acepta el producto si cumple con los requisitos establecidos en esta norma; caso contrario se rechaza.

7. ENVASADO Y EMBALADO

7.1 Los quesos frescos no madurados deben expandirse en envases asépticos, y herméticamente cerrados, que aseguren la adecuada conservación y calidad del producto.

7.2 Los quesos frescos no madurados deben acondicionarse en envases cuyo material, en contacto con el producto, sea resistente a su acción y no altere las características organolépticas del mismo.

7.3 El embalaje debe hacerse en condiciones que mantenga las características del producto y aseguren su inocuidad durante el almacenamiento, transporte y expendio.

8. ROTULADO

8.1 El Rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en el RTE INEN 022

8.2 **Designación.** El queso se designa por su nombre, seguido de la indicación del contenido de humedad, contenido de grasa láctea en extracto seco y características del proceso. Adicionalmente puede designarse por un nombre regional reconocido o por un nombre comercial específico.

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 4	<i>Leche y productos lácteos. Muestreo</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 10	<i>Leche pasteurizada. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 63	<i>Quesos. Determinación del contenido de humedad</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 64	<i>Quesos. Determinación del contenido de grasas</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 65	<i>Quesos. Ensayo de la fosfatasa</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-13	<i>Control microbiológico de los alimentos. Enterobacteriaceae. Recuento en placa por siembra en profundidad</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-14	<i>Control microbiológico de los alimentos. Staphylococcus aureus. Recuento en placa de siembra por extensión en superficie</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-15	<i>Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 074	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos.</i>
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados</i>
Ley 2007-78	<i>del Sistema Ecuatoriano de la Calidad Publicado en el Registro Oficial No. 26 de 2007-02-22.</i>
Codex Alimentarius CAC/MRL 1	<i>Lista de límites máximos para residuos de plaguicidas en los alimentos.</i>
Codex Alimentarius CAC/MRL 2	<i>Lista de límites máximos para residuos de medicamentos veterinarios.</i>
Codex Stan 193-1995	<i>Norma General para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y plantas</i>
Decreto Ejecutivo 3253	<i>Reglamento de buenas prácticas de manufactura para alimentos procesados</i>
AOAC 991.14	<i>Coliform and Escherichia coli Counts in foods Dry Rehydratable Film Methods.</i>
ISO 11290-1	<i>Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection and enumeration of Listeria monocytogenes -- Part 2: Enumeration method</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Codex Stan 221-2001 *Norma de grupo del Codex para el queso no madurado, incluido el queso fresco* Adoptado 2001. Enmienda 2006. Revisión 2010
- Codex Stan 283-1978 *Norma general del Codex para el queso* Adoptado en 1973. Revisión 1999. Enmienda 2006, 2008. Revisión 2010
- Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. *Norma de quesos frescos no madurados.* NTON 03 022-99. Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, Ministerio de Fomento, Industria y Comercio. 28 abril 1999.
- Reglamento Sanitario de los Alimentos DTO N°977/96. República de Chile. Pags. 73. Actualizado a 2010

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento:	TÍTULO: NORMA GENERAL PARA QUESOS FRESCOS NO MADURADOS. REQUISITOS	Código:
		AL 03.01-420
Primera revisión		
ORIGINAL:	REVISIÓN:	
Fecha de iniciación del estudio:	Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1987-07-09 Oficialización con el Carácter de OBLIGATORIA por Acuerdo No. 531 de 1987-08-03 publicado en el Registro Oficial No. 755 de 1987-08-24	
	Fecha de iniciación del estudio: 2011-01	
Fechas de consulta pública: de	a	

Subcomité Técnico: LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS

Fecha de iniciación: 2011-02-09

Fecha de aprobación: 2011-08-03

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

Dr. Rafael Viqueira (Presidente)
 Dra. Teresa Rodríguez
 Dra. Mónica Soza
 Dr. Christian Muñoz
 Ing. Evaristo Tealombo
 Dr. Gale Inariza
 Ing. Tatiana Bonavides
 Ing. Alberto Niño
 Dra. Jony Yambay
 Ing. Fernando Pizarra
 Ing. Daniel Tenorio
 Ing. Jorge Chávez
 Ing. Linda Muñoz
 Sr. Rodrigo Gómez de la Torre
 Dra. Johana Choila
 Dr. Martín Rivolo
 Ing. Leonardo Balfo
 Dr. Antonio Canache
 Ing. Lourdes Estrezo
 Tita, Tatiana Gallegos
 Ing. Paola Simbala
 Ing. Rocio Castro
 Dr. Alfonso Álvarez
 Ing. Francisco Hernández
 Ing. Gale Sandoval
 Dra. Mónica Quintana
 Dr. Alejandro Salazar
 Dr. Rodrigo Dueñas
 Ing. César Guzmán
 Dr. David Villegas
 Dra. Keya Vilges
 Ing. Nicolás Basterra
 Dra. Indira Delgado
 Dr. Orlando Cota
 Dra. Ana María Hidalgo
 Dr. Renato Torres
 Ing. Talía Palacios
 Ing. Guillermo Gómez
 Sra. Laura Pizarra
 Ing. Julio Vera
 Dr. Viviana Salas
 Ing. Pablo Herrera
 Dr. Hernán Cortés
 Dr. Hernán Rieffle
 Ing. Diego Escudero
 Ing. Marco Covallón
 Dra. María Estefanía Ramón
 Dra. Rocio Cobos
 Ing. María E. Dávalos (Secretaría técnica)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

CENTRO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA
 INSTITUTO NACIONAL DE HIGIEN, Guayaquil
 INSTITUTO NACIONAL DE REGIMEN, Quito
 FPIER
 EL SALINERITO
 PASTEURIZADORA QUITO
 REYBANDAC
 CENTRO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA
 INDUSTRIA LÁCTEA CARCHI S.A.
 PROLAC
 AILACIEP
 MIPRO
 FARMALAT
 PRODUCTORES DE LECHE
 INDUSTRIAS LACTEAS TONI S.A.
 PASTEURIZADORA QUITO
 ASO SIERRA NEVADA
 ACA FOOD SAFETY
 SPOINAGAP
 MINISTERIO DE SALUD - SISTEMA ALIMENTOS
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
 ALPINA ECUADOR S.A.
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 DIRECCIÓN PROVINCIAL DE SALUD DE PICHINCHA
 REYBANDAC - LACTEOS
 REYBANDAC
 ASAMBLEA NACIONAL
 MIPRO
 NESTLÉ ECUADOR
 UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA- ECOLAC
 ALPINA ECUADOR
 ALPINE S.A.
 LABORATORIO OSP - UCE
 MIPRO - DELEGACIÓN CONSUMIDOR
 MIPRO - DELEGACIÓN CONSUMIDOR
 ASOQAN
 S-R-LI - CONONA
 NESTLÉ - DPA
 DECALZI
 FARMALAT
 FARMALAT
 SECRETARÍA DE SALUD - MUNICIPIO, Quito
 DEL CAMPO CIA. LTDA.
 DEL CAMPO CIA. LTDA.
 INDUSTRIAS LACTEAS TONI S.A.
 QUMIEN CIA. LTDA.
 INEN

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfa: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail: direccion@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: inenlaboratorios@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail: inencuenca@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gov.ec
URL: www.inen.gov.ec