



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE AGROINDUSTRIA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“INFLUENCIA DE LA β -CASEÍNA A2A2 SOBRE LAS PROPIEDADES
FISICOQUÍMICAS Y EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE UN YOGURT
NATURAL”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniera
Agroindustrial

Autora:

Valdiviezo Galarza Poleth Carolina

Tutor:

Molina Borja Franklin Antonio, Ing. Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2023


DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Poleth Carolina Valdiviezo Galarza, con cédula de ciudadanía No.0502815475, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “Influencia de la β -caseína A2A2 sobre las propiedades fisicoquímicas y el tiempo de vida útil de un yogurt natural”, siendo el Ingeniero Mg. Franklin Antonio Molina Borja, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 15 de agosto del 2023

Poleth Carolina Valdiviezo Galarza
Estudiante
CC: 0502815475



Ing. Franklin Antonio Molina Borja, Mg.
Docente Tutor
CC: 0501821433

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **VALDIVIEZO GALARZA POLETH CAROLINA**, identificada con cédula de ciudadanía **0502815475**, de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, de la Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Influencia de la β -caseína A2A2 sobre las propiedades fisicoquímicas y el tiempo de vida útil de un yogurt natural”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la Carrera: Abril 2019 - Agosto 2019

Finalización de la Carrera: Abril 2023 – Agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de mayo del 2023

Tutor: Ingeniero Mg. Franklin Antonio Molina Borja

Tema: “Influencia de la β -caseína A2A2 sobre las propiedades fisicoquímicas y el tiempo de vida útil de un yogurt natural”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante

transmisión.

- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

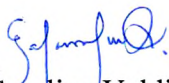
CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicite.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 15 días del mes de agosto del 2023



Poleth Carolina Valdiviezo Galarza
LA CEDENTE

Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigsilema
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“INFLUENCIA DE LA β -CASEÍNA A2A2 SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE UN YOGURT NATURAL”, de Valdiviezo Galarza Poleth Carolina, de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 15 de agosto del 2023



Ing. Franklin Antonio Molina Borja, Mg.

DOCENTE TUTOR

CC: 0501821433

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Valdiviezo Galarza Poletth Carolina, con el título del Proyecto de Investigación: “**INFLUENCIA DE LA β -CASEÍNA A2A2 SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE UN YOGURT NATURAL**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 15 de agosto del 2023



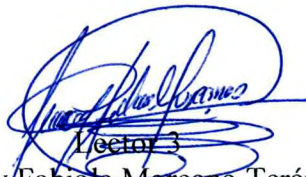
Lector 1 (presidente)

Ing. Renato Agustín Romero Corral, Mg.
CC: 1717122483



Lector 2

Quim. Jaime Orlando Rojas Molina, Mg.
CC: 0502645435



Lector 3

Ing. Nancy Fabiola Moreano Terán, Mg.
CC: 0503352122

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por su infinita bondad y el don de la vida.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarme una formación humana y profesional a través de la Carrera de Agroindustria y su destacado equipo de docencia.

A mis padres William y Emma y a mi hermano Fabricio, mi querida familia por su apoyo incondicional.

Poleth Carolina Valdiviezo Galarza

DEDICATORIA

A mis padres, a mi hermano y a mis abuelos en virtud de su apoyo y la confianza depositada en mí.

Poleth Carolina Valdiviezo Galarza

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “INFLUENCIA DE LA β -CASEÍNA A2A2 SOBRE LAS PROPIEDADES FISCOQUÍMICAS Y EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE UN YOGURT NATURAL”

AUTORA: Valdiviezo Galarza Poleth Carolina

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar la influencia de la variante genética beta-caseína A2A2 sobre las propiedades fisicoquímicas y el tiempo de vida útil de un yogurt natural, con la finalidad de obtener datos que nos permitan comparar la influencia de la diversificación genética de las proteínas de la leche sobre los derivados lácteos. Las funciones que cumplen el pH y el grado de acidez durante la elaboración y almacenamiento del yogurt son primordiales para mantener las características fisicoquímicas, organolépticas y estimar la vida útil del producto. Se determinaron los requerimientos técnicos de las leches fermentadas, posteriormente se realizó una descripción del procedimiento y la elaboración de yogurt natural. Se presentaron los distintos tipos de factores, yogurt natural con variante genética beta caseína A2 y yogurt control, temperaturas de almacenamiento de 5 °C, 15 °C y 25 °C, con el fin de caracterizar el yogurt obtenido inicialmente para la muestra con variante genética en un tiempo de fermentación de seis horas y treinta minutos.

Se obtuvieron parámetros reológicos como viscosidad, índice de consistencia e índice de flujo y se almacenó las muestras según los tratamientos establecidos, llevando un registro de datos para pH y acidez durante un período de 15 días. Finalmente se realizó el análisis estadístico de los datos obtenidos permitiendo conocer la diferencia estadística entre los tratamientos de estudio y obtener los dos mejores tratamientos a los cuales se aplicó análisis fisicoquímicos para los parámetros de leches fermentadas según establece la normativa NTE INEN (2011) y la estimación del tiempo de vida útil de estos tratamientos. Se realizó la discusión de resultados de acuerdo a los datos obtenidos de la medición de parámetros y análisis de varianza.

Palabras claves: beta-caseína, yogurt natural, reología, fisicoquímicos, pH, acidez, vida útil.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES FACULTY

THEME: “INFLUENCE OF β -CASEIN A2A2 ON THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND SHELF LIFE OF A NATURAL YOGURT”.

AUTHOR: Valdiviezo Galarza Poleth Carolina

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the influence of the genetic variant beta-casein A2A2 on the physicochemical properties and shelf life of natural yogurt, to obtain data that allow us to compare the influence of genetic diversification of the milk proteins on dairy products. The functions that the pH and the degree of acidity fulfill during the elaboration and storage of the yogurt are essential to maintain the physicochemical and organoleptic characteristics and to estimate the useful life of the product. The technical requirements of the fermented milk were determined, and later a description of the procedure and the elaboration of natural yogurt were made. The different types of factors were presented, natural yogurt with A2 beta casein genetic variant and control yogurt, storage temperatures of 5 °C, 15 °C, and 25 °C, to characterize the yogurt initially obtained for the sample with the variant. genetics in a fermentation time of six hours and thirty minutes. Rheological parameters such as viscosity, consistency index and flow index were obtained and the samples were stored according to the established treatments, keeping a record of data for pH and acidity for a period of 15 days. Finally, the statistical analysis of the data was established, enabling us to understand the statistical difference between the research treatments and to determine the two best treatments, and physicochemical analysis was applied for the parameters of fermented milk as established by the NTE INEN (2011) regulations and the estimation of the useful life of these treatments. We use the data from the parameter measurement and analysis of variance to conduct the discussion of the findings.

Keywords: beta-casein, natural yogurt, rheology, physicochemicals, pH, acidity, shelf life.

INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO INTEGRADOR	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INTEGRADOR.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INDICE DE CONTENIDO	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
INDICE DE ANEXOS	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	2
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
5. OBJETIVOS.....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	5
7.1 Antecedentes.....	5
7.2 Fundamentación teórica.....	6
7.2.1 Definición de leche	6
7.2.2 Composición de la leche.....	8
7.2.3 Polimorfismos genéticos de las caseínas.....	8
7.2.3 Polimorfismos genéticos de la β -caseína	9
7.2.4 Variante genética β -caseína A2A2	10
7.2.6 Producción Lechera en el País.....	12
7.2.7 Generalidades del yogurt	13
7.2.5 Clasificación del yogurt	14
7.2.6 Reología.....	15
7.2.8 Vida útil	16

8.	HIPÓTESIS	19
8.1	Hipótesis nula	19
8.2	Hipótesis Alternativa	19
8.3	Validación de las hipótesis	19
9.	METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL	20
9.1	Tipos de investigación	20
9.1.1	<i>Investigación experimental</i>	20
9.1.2	<i>Investigación cuantitativa</i>	20
9.1.3	<i>Investigación descriptiva</i>	20
9.1.4	<i>Investigación bibliográfica</i>	21
9.2	Instrumentos de investigación	21
9.3	Materiales, equipos e instrumentos	21
9.3.1	<i>Adquisición de materias primas</i>	21
9.3.3	<i>Materiales y utensilios</i>	21
9.3.4	<i>Equipos e instrumentos</i>	22
9.3.5	<i>Reactivos</i>	22
9.4	Metodología de elaboración de yogurt natural	23
9.4.1	<i>Diagrama de flujo de yogurt natural</i>	23
9.4.2	<i>Elaboración de yogurt natural</i>	24
9.5	Metodología de análisis reológico	28
9.6	Metodología de características fisicoquímicas	28
9.7	Metodología de vida útil	29
9.8	Diseño Experimental	29
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	31
10.1.	Resultados de la acidez (% ácido láctico) en función del tiempo de fermentación para elaborar yogurt natural	31
10.2	Resultados de propiedades reológicas del yogurt natural	32
10.3	Determinación de las características fisicoquímicas y tiempo de vida útil del yogurt natural durante su almacenamiento.	36
10.3.1	Resultados de control de pH y acidez durante el almacenamiento del yogurt natural	36
10.3.2	Análisis estadístico de pH durante el almacenamiento del yogurt natural	39
10.3.3	Análisis estadístico de acidez durante el almacenamiento del yogurt natural	41
10.3	Resultados del tiempo de vida útil del yogurt natural en función del pH.	43

10.4 Resultados análisis fisicoquímicos de los mejores tratamientos	48
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES, ECONÓMICO)	49
11.1 Impacto técnico.....	49
11.2 Impacto social.....	49
11.3 Impacto ambiental	49
11.4 Impacto económico.....	50
12. PRESUPUESTO.....	50
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
13.1 Conclusiones.....	52
13.2 Recomendaciones	53
14. REFERENCIAS	54
15. ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas con relación a los objetivos planteados	4
Tabla 2. <i>Requisitos fisicoquímicos para leche cruda.</i>	7
Tabla 3. <i>Especificaciones de las leches fermentadas</i>	14
Tabla 4. <i>Detalle de los tratamientos</i>	30
Tabla 5. <i>Prueba de Tukey al 5% para acidez de yogurt durante la fermentación</i>	32
Tabla 6. <i>Prueba de Tukey al 5% para la viscosidad (mPa*s) para yogurt natural.</i>	33
Tabla 7. <i>Prueba de Tukey al 5% para el índice de consistencia (Pa*s) para yogurt natural.</i>	34
Tabla 8. <i>Prueba de Tukey al 5% para el índice de comportamiento (η) para yogurt natural.</i>	35
Tabla 9. <i>pH y acidez de yogurt natural a 5 °C y diferentes tiempos de almacenamiento.</i>	37
Tabla 10. <i>pH y acidez de yogurt natural a 15 °C a diferentes tiempos de almacenamiento...</i>	38
Tabla 11. <i>pH de yogurt natural a 25 °C y diferentes tiempos de almacenamiento.</i>	39
Tabla 12. <i>Variación de pH durante el almacenamiento</i>	40
Tabla 13. <i>Valores la de acidez durante el almacenamiento</i>	42
Tabla 14. <i>Cinética de reacciones para 5 °C</i>	44
Tabla 15. <i>Cinética de reacciones para 15 °C</i>	44
Tabla 16. <i>Cinética de reacciones para 25 °C</i>	44
Tabla 17. <i>Análisis fisicoquímicos de yogurt natural</i>	48
Tabla 18. <i>Presupuesto</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Polimorfismos y mutaciones de la β-caseína</i>	10
Figura 2 <i>Diagrama de flujo de yogurt natural</i>	23
Figura 3 <i>Recepción de leche fresca y control de calidad</i>	24
Figura 4 <i>Filtrado de leche</i>	24
Figura 5 <i>Pasteurización</i>	25
Figura 6 <i>Enfriamiento</i>	25
Figura 7 <i>Activación de cultivo</i>	26
Figura 8 <i>Adición de cultivo</i>	26
Figura 9 <i>Incubación</i>	27
Figura 10 <i>Enfriado y envasado</i>	27
Figura 11 <i>Almacenamiento de muestras, 25°C</i>	28
Figura 12 <i>Curva de acidez durante la fermentación del yogurt</i>	31
Figura 13 <i>Mejores tratamientos de viscosidad</i>	33
Figura 14 <i>Mejores tratamientos de índice de consistencia</i>	35
Figura 15 <i>Mejores tratamientos de índice de flujo (η)</i>	36
Figura 16 <i>Curvas de variación del pH durante el almacenamiento</i>	41
Figura 17 <i>Curvas de variación de acidez durante el almacenamiento</i>	
Figura 18 <i>Curva del tiempo de vida útil de yogurt natural</i>	46
Figura 19 <i>Curva del tiempo de vida útil de yogurt natural</i>	46
Figura 20 <i>Curva del tiempo de vida útil de yogurt natural</i>	47

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Ubicación de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión Salache</i>	59
Anexo 2. <i>Hoja de vida del docente tutor</i>	60
Anexo 3. <i>Hoja de vida del estudiante investigador</i>	61
Anexo 4. <i>Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 2395: 2011</i>	62
Anexo 5. <i>Tablas de datos del yogurt Natural</i>	72
Anexo 6. <i>Certificado de “VetNAAT” para Beta caseína A2A2</i>	75
Anexo 7. <i>Análisis de laboratorio “SETLAB”</i>	76
Anexo 8. <i>Aval del Traductor</i>	78

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título

Influencia de la β -caseína A₂A₂ sobre las propiedades fisicoquímicas y el tiempo de vida útil de un yogurt natural.

Fecha de inicio: Abril 2023

Fecha de finalización: Agosto 2023

Lugar de ejecución

Barrio: Salache Rumipamba

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona: 3

País: Ecuador

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad: Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales

Carrera: Carrera de Agroindustria

Equipo de Investigación

Tutor de Titulación: Ing. Franklin Antonio Borja Molina MSc.

Estudiante: Valdiviezo Galarza Poleth Carolina

Área de conocimiento

Área: Ingeniería, Industria y construcción

Sub-área: Industria y producción

Línea de investigación

Línea: Desarrollo y seguridad alimentaria

Sublínea de investigación: Análisis cualitativo, cuantitativo y sensorial de alimentos y no alimentos de productos agroindustriales.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La introducción al mercado de leche que contiene beta-caseína A2A2 se ha elevado debido a los estudios realizados sobre la funcionalidad que presenta la leche al mejorar la digestibilidad de la proteína láctea y sus derivados debido a que contiene prolina, un aminoácido que a diferencia de la variante A₁A₁ posee histidina y es el causante de la gran mayoría de inflamaciones gastrointestinales tras la digestión de la proteína láctea (Brooke et al., 2017).

Para la elaboración de productos derivados de la fermentación las propiedades de coagulación de la leche se consideran buenos indicadores de la calidad, no obstante estas propiedades se pueden ver afectadas por varios factores y por lo consiguiente cambios en la viscosidad del yogurt dependen de una serie de factores propios de las proteínas y estas a su vez están influenciadas por los factores del medio (Mendoza, 2021).

Es por esta razón que se determinará los cambios en la viscosidad del yogurt, tiempo de vida útil y la aceptabilidad de los tratamientos en estudio a los cuales se aplicó factores como temperatura y tiempo de almacenamiento obteniendo resultados cualitativos y cuantitativos que permitan analizar la influencia de la variante genética β -caseína A2A2 sobre el yogurt, de esta manera se podrá ofrecer a los productores una alternativa rentable para el aprovechamiento de leche con esta característica contemplando la creación una nueva línea de producción en yogurt y a los consumidores una producto inocuo, funcional y saludable (Delgado, 2021; Romero, 2020).

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos son los productores de leche con variación genética A2A2, sectores familiarizados con la elaboración productos lácteos y la sociedad en conjunto que consume este tipo de alimentos en la ciudad de Latacunga y el país.

Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos con la ejecución de este proyecto serán los estudiantes, docentes y la Universidad Técnica de Cotopaxi debido a que servirá para seguir fortaleciendo la innovación y desarrollo de productos lácteos funcionales.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El interés por llevar una vida más saludable se incrementa y propone un desafío a la industria agroalimentaria que busca satisfacer las necesidades de los consumidores y su cambiante estilo de vida. Investigaciones realizadas relacionan el consumo de leche y derivados que contienen beta caseína A1 con un aumento de la inflamación gastrointestinal después de su ingesta debido a la liberación del péptido beta-casomorfina BCM7 tras la digestión de las proteínas presentes en la leche. Desde el punto de vista bioquímico la leche está compuesta principalmente por caseínas entre las cuales se puede detallar las beta caseínas como proteínas compuestas por una secuencia de aminoácidos y en el caso de las beta-caseína A1 y A2 se diferencian con la presencia de un aminoácido distinto en la posición 67: la beta-caseína A1 posee histidina mientras que la beta-caseína A2 presenta prolina (Ristanik et al., 2020).

Dentro de la pirámide alimentaria la leche y los productos lácteos (yogurt o queso) se consideran alimentos de alto valor nutricional que están presentes en gran parte de la dieta proporcionando un gran contenido de macronutrientes como proteínas, minerales y vitaminas. La coagulación por acidificación se logra mediante el agregado de inhibidores a la leche, es decir inoculadas con cultivos de bacterias lácticas; estos microorganismo transforman la lactosa en ácido láctico cuando el pH se acerca a su valor isoelectrico aumenta la viscosidad, por lo que se obtiene fácilmente productos más espesos como el yogurt que bajo las condiciones las condiciones necesarias para la formación del gel establece un delicado balance en la precipitación de caseínas. Los cambios en la viscosidad del yogurt depende de una serie de factores propios de las proteínas tales como el tamaño molecular, forma, tipo de las proteínas, concentración, solubilidad y capacidad de retención de agua, y estas a su vez, están influenciados por los factores del medio (Lázaro, 2018).

Los estudios de determinación de la vida útil son fundamentales en el sector alimentario, se recurre a ellos para lanzar un nuevo producto y evaluar cómo afectan los cambios de procesos de producción. La mayor o menor vida útil del producto depende de la naturaleza del alimento en sí pero también de otros factores como los procesos higienizantes y de conservación a los que se somete, el envasado y las condiciones de almacenamiento como la temperatura debido que la velocidad a que transcurren las reacciones bioquímicas en los alimentos aumentan con la temperatura (Mercado et al., 2018).

La vida útil de un producto comprende el tiempo transcurrido entre la fabricación y el momento en que se presentan cambios significativos en él que puedan generar rechazo en el consumidor final, esto puede variar según el proceso de producción, la naturaleza del producto y el tiempo

de almacenamiento, obteniéndose cambios a niveles sensoriales y/o fisicoquímicos (Lázaro, 2018).

5. OBJETIVOS

General

- Evaluar la influencia de la β -caseína A2A2 sobre las propiedades fisicoquímicas y el tiempo de vida útil de un yogurt natural.

Específicos

- Elaborar un yogurt a partir de leche con variante genética β -caseína A2A2.
- Realizar un análisis fisicoquímico del yogurt con variante genética β -caseína A2A2.
- Determinar el tiempo de vida útil del yogurt natural durante el almacenamiento.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1.

Actividades y sistema de tareas con relación a los objetivos planteados

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Elaborar un yogurt a partir de leche con variante genética β-caseína A2A2.	Metodología de elaboración de control y yogurt variante de β -caseína A2A2.	de Obtención de yogurt con factores de elaboración de yogurt natural. Evaluación de parámetros reológicos del yogurt antes del almacenamiento.	de Tratamientos obtenidos mediante el diseño experimental. Curva de acidificación. Valores de viscosidad, índice de consistencia e índice de flujo.
Realizar un análisis fisicoquímico del yogurt con variante genética β-caseína A2A2.	Medición de pH y acidez titulable en porcentaje de ácido láctico de los tratamientos en estudio durante 15 días. Análisis de los resultados de acuerdo a la norma para leches fermentadas NTE INEN 2395:2011.	Obtención de los datos de los análisis fisicoquímicos de los mejor tratamiento.	Datos obtenidos de pH y acidez. Análisis físico-químicos para los parámetros de proteína, grasa, densidad, suero de leche, grasa vegetal. Análisis estadístico.

Determinar el tiempo de vida útil del yogurt natural durante el almacenamiento. Medición de pH y Obtención de datos de acidez titulable medido cada tratamiento y en porcentaje de ácido láctico de los tratamientos en estudio durante 15 días. Tiempo de vida útil. aplicación de modelo matemático para la determinación de tiempo de vida útil.

Nota. Fuente: Valdiviezo, P. (2023).

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Antecedentes

- Ristanik et al. (2020) sostienen que el polimorfismo de la beta-caseína ha ido ganando importancia debido a la asociación de las variantes genéticas de la caseína con la nutrición y la salud humana, el estudio señala que el consumo de leche con genotipo beta-caseína A1 se relaciona a los aumentos de la inflamación gastrointestinal y se puede evitar consumiendo leche que contenga solo el genotipo A2 de beta-caseína. Se informó que alrededor del 20 % de los sujetos presentaron molestias abdominales después de la ingesta de productos lácteos que contenían el genotipo A1 y la prevalencia de hipersensibilidad a la proteína de la leche en esta población se estimó entre un 3 y un 6 %, directamente relacionada con la liberación de péptidos tras la digestión de las proteínas.
- En el estudio realizado por Lactahuamani (2021), indica que la que la β -caseína afecta al contenido de grasa de la leche y de igual manera describió un mayor contenido de proteína en leche A2A2 comparado con A1A2, y un mayor contenido de grasa en leches A2A2 comparado con A1A1 y A1A2. El genotipo de la β -CN influye en algunas propiedades de coagulación enzimática y características de la cuajada, según el tipo de leche. La cuajada procedente de la leche con genotipo β -CN A2 presentó menor firmeza que la leche control y esto podría deberse a la mayor sinéresis observada en las cuajadas elaboradas con leche A2 lo cual significa una menor retención de agua. En general, las diferencias encontradas en leche A2 respecto a la leche control indican la posibilidad de elaborar derivados lácteos de coagulación enzimática a partir de los dos tipos de leche.
- En la investigación de Castillo et al. (2012) se menciona que el yogurt presenta un comportamiento de flujo complejo dependiendo del esfuerzo cortante y del tiempo, por lo que es de importancia estudiar la reología de este producto lácteo con respecto al

proceso, manejo, desarrollo de productos y aspectos de control de calidad. Los parámetros reológicos son necesarios para establecer la consistencia o textura del yogurt y de igual manera la textura es un parámetro organoléptico determinante en la aceptación por parte del consumidor, mientras que las propiedades de flujo son importantes para realizar la evaluación de diseño de equipo y de proceso.

- Lázaro (2018) explica que para la vida útil determinada por pruebas aceleradas y estadística de supervivencia se elaboraron dos tipos de yogures naturales frutados con mango y con plátano a partir de leche de cabra descremada. Las muestras de yogurt fueron almacenadas a 5 °C, 15 °C y 25 °C durante 0, 24, 48 y 72 horas, tiempo durante el cual se analizaron las propiedades fisicoquímicas y la aceptabilidad sensorial de cada muestra demostrando que los cambios en los parámetros fisicoquímicos fueron influenciados directamente durante el tiempo y temperatura de almacenamiento.
- Según indica Babio et al. (2017), el yogurt contiene una elevada cantidad de proteínas de alto valor biológico, diferentes tipos de caseínas (α , κ , β y γ), proteínas de lactosuero, principalmente α -lacto albúmina, β -lacto globulina, albúmina sérica, proteasas-peptonas, inmunoglobulinas, enzimas como lipasas, proteasas o fosfatasa. Estas proteínas se consideran de elevada digestibilidad debido a la acción de diferentes bacterias proteolíticas que actúan durante el proceso de formación del producto, liberando péptidos y aminoácidos. Los péptidos que forman parte del yogurt han sido de gran interés a nivel científico por sus propiedades antihipertensivas, antimicrobianas, demostrando que en pacientes con intolerancia a la lactosa, el consumo de yogur disminuye los niveles de hidrógeno espirado después de una sobrecarga con lactosa demostrando que existe una relación causa efecto entre el consumo de yogurt y la mejora de la digestión de la lactosa, así como la disminución de los síntomas de intolerancia.

7.2 Fundamentación teórica

7.2.1 Definición de leche

Según la NTE INEN 09:2012 la leche es un producto de la secreción normal de las glándulas mamarias de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción.

Se denomina leche cruda aquella que no ha sido sometida a ningún tipo de calentamiento (es decir que la temperatura de la leche no haya superado 40 °C inmediatamente después de ser

extraída de la ubre) o no haya sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento para su conservación, ni ha tenido modificación alguna en su composición.

Tabla 2.

Requisitos fisicoquímicos para leche cruda.

Requisitos	Unidad	mín.	máx.
Densidad relativa:			
a 15 °C	g/ml	1,029	1,032
a 20 °C	g/ml	1,028	1,033
Materia grasa	%	3	-
Acidez titulable como ácido láctico	%	0,13	0,17
Sólidos totales	%	11,2	-
Sólidos no grasos	%	8,2	-
Cenizas	%	0,65	-
Punto de congelación	°C	-0,536	-0,512
Ensayo de reductasa	h	4	-
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol).	Para leche destinada a pasteurización, no se coagula por adición de un volumen igual de alcohol de 68 % en masa o 75 % en volumen. Para la leche destinada a una pasteurización, no se coagula por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71 % en masa o 78 % en volumen.		
Presencia de conservantes	-	Negativo	
Presencia de adulterantes	-	Negativo	
Presencia de neutralizantes	-	Negativo	

Nota. Adaptado de: INEN, (2012). Elaborado por: Valdiviezo, P. (2023)

7.2.2 Composición de la leche

La leche es un líquido segregado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos bovinos cercanas a la neutralidad, su composición varía entre las razas y también de una lechería a la otra dependiendo del período de lactancia y de la dieta, el valor nutricional de la leche es elevado debido al equilibrio de las sustancias orgánicas presentes como elementos constructores, proteínas y componentes energéticos, carbohidratos y lípidos, además comprende también elementos funcionales como vitaminas, enzimas y sales disueltas en forma de: fosfatos, nitratos, cloruros de calcio, magnesio, potasio y sodio (Padilla & Zambrano, 2021).

Es una emulsión compuesta de 87,7% de agua, 3,3 - 3,5% de proteína, 4,9% de lactosa, 3,4% de grasa, 0,70% de minerales y 3,36% de componentes menores. Las proteínas de la leche representan el 95% de la proteína cruda, pero el 5% restante son: aminoácidos libres, péptidos pequeños y nitrógeno no proteico. Las proteínas comprenden sólo aminoácidos (β -lactoglobulina, α -lactoalbúmina) o aminoácidos y ácido fosfórico (α y β caseína) con una porción de carbohidratos (Padilla & Zambrano, 2021).

Las principales familias proteicas presentes en la leche bovina son las caseínas, β -lacto globulina (β -LG) y α -lactoalbúmina (α -LA). Las caseínas son aquellas que se unen a los fosfatos y se encargan de almacenar y transportar los metales biodisponibles, representan aproximadamente el 80% de las proteínas totales de la leche. Encontramos cuatro grupos principales: α S1-caseína, α S2-caseína, β -caseína y κ -caseína que representan aproximadamente el 40%, 10%, 45% y 5% respectivamente de la caseína total de la leche (Naito et al., 2020).

7.2.3 Polimorfismos genéticos de las caseínas

Existen dos grandes grupos de proteínas de la leche bovina de los cuales el grupo cuantitativamente más importante se encuentran las caseínas que constituyen el 80% de las proteínas de la leche. Dentro del grupo de las caseínas de la leche bovina se describen cuatro tipos distintos: el alfa-caseína S1, alfa-caseína S2, la beta-caseína y la kappa-caseína, destacándose la beta-caseína que representa alrededor del 30 a 35% de la caseína presente en la leche bovina. Cada uno de los tipos de caseínas antes mencionados presentan modificaciones en su estructura primaria debido a sustitución o eliminación de uno o más aminoácidos de las cadenas peptídicas como resultado de mutaciones y generando variantes genéticas de las proteínas. Cuando existen más de una variante estructural se denominan polimorfismos o proteínas polimórficas (Fuentes, 2018).

Es importante considerar que la genética es un factor que interviene en la variabilidad en cuanto a la cantidad y composición de las proteínas de la leche como cualquier carácter cuantitativo genético. Las diferentes variantes genéticas de las caseínas son controladas por genes autosómicos que se transmiten desde los padres a la descendencia en forma mendeliana. En la actualidad existen 40 variantes en el género *Bos*, es decir, *Bos taurus* (bovino taurino), *Bos indicus* (cebú), *Bos grunniens* (yak) y *Bos javanicus* (Ristanik et al., 2020).

Las caseínas son codificadas por una familia de genes que cubren una región genómica de 250 kb, situada en el cromosoma 6 (6q31) en el ganado bovino. Los genes que codifican las caseínas lácteas se organizan en el siguiente orden: A_{S1}-Caseína CSN1S1, β -Caseína CSN2, A_{S2}-Caseína CSN1S2 y K-Caseína CSN3. Estas variantes genéticas pueden resultar en cambios de nucleótidos, deleciones e inserciones de nucleótidos. En la actualidad existen 40 variantes: 9 del gen CSN1S1 (A, B, C, D, E, F, G, H, I), 4 del gen CSN1S2 (A, B, C, D), 13 del gen CSN2 (A₁, A₂, A₃, A₄, B, C, D, E, F, G, H₁, H₂, I) y 14 para el gen CSN3 (A, A₁, B, B₂, C, D, E, F₁, F₂, G₁, G₂, H, I, J) (Brooke et al., 2017).

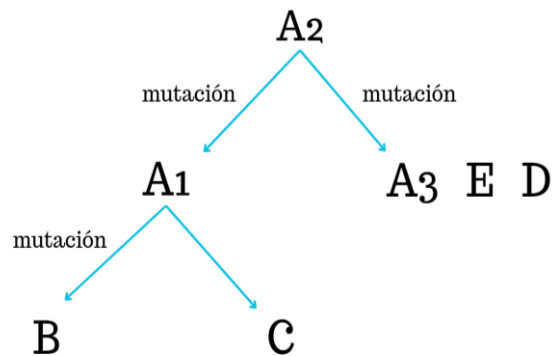
7.2.3 Polimorfismos genéticos de la β -caseína

Entre las caseínas mencionadas, la beta-caseína es la segunda proteína más abundante representando del 25% al 30 % de la proteína total de la leche bovina y consta de 209 aminoácidos siendo la más hidrofóbica de todas las caseínas con un peso molecular de 26,6 kDa. El gen bovino beta-caseína pertenece a un grupo de cuatro genes de caseína que se encuentran en el cromosoma número seis y de acuerdo con autores afirman que existen al menos 12 variantes genéticas de esta caseína: A₁, A₂, A₃, B, C, D, E, F, H₁, H₂, I y G, señalando que el genotipo A₁ y A₂ son significativamente los más frecuentes. Se considera que la β -caseína A₂ es la proteína β -caseína original ya que estaba presente antes de que la mutación por selección natural de lugar a la aparición del genotipo A₁ en el ganado bovino europeo (*Bos taurus*), hace varios miles de años (Padilla & Zambrano, 2021).

La β -caseína A₁ es resultado de una mutación en bovinos que se cree que ocurrió hace aproximadamente 8,000 años en Mesopotamia estimando que la primera domesticación de bovinos fue en esa época. La mutación se fue segregando entre las diferentes razas de ganado principalmente por el uso de bovinos Holstein para mejorar genéticamente la producción lechera de otras razas. A partir de la primera mutación de la β -caseína A₂ surgen los alelos A₁ y A₃ junto con los alelos D y E, después el alelo A₁ sufre otra mutación generando los alelos B y C (Fuentes, 2018).

Figura 1

Polimorfismos y mutaciones de la β -caseína.



Fuente: Fuentes, P. (2018)

7.2.4 Variante genética β -caseína A2A2

La leche A2 proviene de las vacas con dos copias del gen A2 para beta caseína y se recurre a la selección genética como única forma de tener un hato que produzca leche A2. Para que una vaca produzca verdadera leche A2 debe tener dos copias del gen A2 en su ADN, cada animal recibe una copia del gen de beta caseína de su padre y una copia del gen beta caseína de su madre. Entonces, para tener un 100 por ciento de posibilidades con un animal A2A2 se debe cruzar un toro A2A2 con una vaca A2A2 (Meyer, 2018).

El estudio de la estructura micelar de las caseínas, sus propiedades y la genética de estas proteínas, es fundamental para un mejor entendimiento, aprovechamiento y control de su funcionalidad en los procesos complejos de la industria láctea, que permite cada vez mejorar y crear nuevos productos para el consumo humano. El contenido y la composición de las proteínas lácteas, influyen directamente sobre las propiedades tecnológicas de la leche y, por lo tanto, son importantes para la industria del queso y de otros productos de la industria lechera (Padilla & Zambrano, 2021).

De acuerdo con Brooke et al., (2017), en su tema de investigación “Revisión sistemática de los efectos gastrointestinales de A1 en comparación con β -caseína A2” basada en evidencia in vivo, humana y animal, respaldada por estudios in vitro señala que en condiciones digestivas normales el péptido μ -opioide BCM-7 se libera de A1 pero no de A2. Evidencia emergente en algunos grupos de población humana demuestra que el péptido BCM-7 derivado de A1 es pro inflamatorio y se relaciona a un tránsito gastrointestinal más lento.

Desde el punto de vista de su análisis bioquímico, las β -caseínas son proteínas compuestas por una cadena de aminoácidos unidos mediante un enlace químico. La secuencia de la cadena de aminoácidos viene determinada por la secuencia genética que la codifica. La secuencia de la cadena de aminoácidos en el caso de las β -caseínas A₁ y A₂ se diferencia solamente en un aminoácido en la posición 67: la beta-caseína A₁ posee una histidina en esta posición mientras que la beta-caseína A₂ posee una prolina. Esta diferencia es la consecuencia de un cambio de nucleótido que causa el cambio en la estructura de la proteína. El codón original CCT (citosina-citosina-timina) que forma el aminoácido prolina, en la variante A₁, se modifica a CAT (citosina-adenina-timina) que codifica la formación de histidina en la posición 67 de la cadena polipeptídica de la beta-caseína (Gatica & Alomar, 2017).

En algunas ocasiones no existe relación entre las molestias intestinales y la capacidad de digerir lactosa, no obstante se sugiere que el origen de los síntomas pudiera deberse a otros componentes de la leche. En este sentido la evidencia actual apunta que los péptidos derivados de la digestión de la caseína pueden ser capaces de acoplarse a receptores opioides que se expresan en el tubo digestivo y ocasionan varios de los síntomas en personas intolerantes a la leche. El impacto de la leche con y sin caseína A₁ se ha evaluado en tres ensayos en personas adultas, el diseño del estudio fue similar en las poblaciones en un periodo de prueba de dos semanas permitió determinar que los sujetos quienes ingirieron la leche con caseína A₂ no presentaron molestias debido a la digestión de la lactosa (Ristanik et al, 2020).

El consumo mundial de alimentos de origen animal, incluyendo la leche, ha experimentado importantes incrementos en países con economías emergentes. El aumento del consumo de la leche en el mundo ha traído como consecuencia el aumento en el riesgo de presentación y empeoramiento de síntomas de algunos problemas de salud asociados a su ingesta, se ha relacionado leche, y específicamente la variante genética A₁ de beta caseína con problemas de salud que van desde la disfunción gastrointestinal a desórdenes inmune/inflamatorios e incluso enfermedades de tipo crónico. El consumo de beta caseína A₁ en seres humanos ha sido asociado principalmente a alteraciones en la función intestinal y a dos enfermedades crónicas, la diabetes mellitus tipo 1 en infantes y la enfermedad cardíaca isquémica en adultos. El incremento en el consumo de leche en el mundo supone desafíos para la producción primaria, industria y salud pública (Gatica & Alomar, 2017).

7.2.6 Producción Lechera en el País

La industria láctea ha tenido gran importancia en la economía ecuatoriana, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) a través de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD) ha implementado una Guía de buenas prácticas pecuarias de producción de la leche desde el año 2013, señalando los requisitos mínimos para garantizar la inocuidad de la leche cruda y a su vez de los productos lácteos (Romero, 2020).

Según el Centro de la Industria Láctea la distribución y comercialización de la leche y sus derivados en el Ecuador marca un 53% en Industria formal, 37% para el autoconsumo y un 10% de mercado artesanal. Dentro de la leche destinada a la industria láctea la producción quesera comprende un 37%, leche en funda 19%, leche en cartón 16%, yogurt 15%, leche en polvo 9% y otros productos se marcan en un 3%. Entre las principales compañías lácteas que participan en el mercado ecuatoriano se señala a: Pasteurizadora Quito S.A., Lácteos San Antonio, Nestlé, Toni, El Ordeño S.A., Rey Leche, Lactalis Ecuador S.A., Alpina e Indulac quienes procesan aproximadamente entre el 60% a 70% del total de leche producida, destacando que las industrias Nestlé y Lactalis Ecuador S.A. pertenecen a sucursales de empresas transnacionales (CIL, 2018).

Las unidades productivas del Ecuador se caracterizan por tener una vida útil de 12 años cuando las hembras bovinas empiezan a producir a partir de los 12 años, los productores tienen como objetivo explotar las características favorables de las razas alternativas mediante cruzamientos como la única alternativa para la mejora animal permitiendo aumentar la productividad rápidamente. Dentro de la variación de razas en la zona andina del Ecuador se encuentran mestizos bovinos, animales de raza Holstein, Pardo Suizo y Jersey (INEC, 2020).

La elección de la genética adecuada para la zona de mayor potencial lechero de la Sierra del Ecuador constituye un problema práctico, las discrepancias entre las preferencias para la selección del genotipo de Holstein Americano y Holstein Neozelandés, esta última con alternativa eficiente, cuyas bondades y productividad son altamente reconocidas por sus menores requerimientos de nutrientes para una unidad de producción, mayor habilidad en la cosecha de hierba, menor peso vivo tipo y mejor estado general fisiológico y de bienestar animal en condiciones de posible restricción nutricional estacional (Arcos et al., 2018).

Se considera que la β -caseína A₂ es la proteína β -caseína original ya que estaba presente antes de que la mutación por selección natural de lugar a la aparición del genotipo A₁ en el ganado bovino europeo (*Bos taurus*), hace varios miles de años (Padilla & Zambrano, 2021).

La β -caseína A₁ es resultado de una mutación en bovinos que se cree que ocurrió hace aproximadamente 8,000 años en Mesopotamia estimando que la primera domesticación de bovinos fue en esa época. La mutación se fue segregando entre las diferentes razas de ganado principalmente por el uso de bovinos Holstein para mejorar genéticamente la producción lechera de otras razas. A partir de la primera mutación de la β -caseína A₂ surgen los alelos A₁ y A₃ junto con los alelos D y E, después el alelo A₁ sufre otra mutación generando los alelos B y C (Fuentes, 2018).

A nivel nacional existe un mayor número de hembras que machos, y a su vez, la mayor explotación de este ganado se encuentra concentrado en la región sierra, seguido de la costa y posteriormente la región oriental. Se ha reportado que la mayor proporción de bovinos existentes corresponde a la cruce de razas criollas con vacuno de raza Holstein para el mejoramiento de la calidad y rendimiento, así como también se analiza la pureza de los animales y se ha verificado un predominio de ganado Brahman, seguido de Holstein, Brown Swiss y Jersey. La producción total de leche se aproxima a 5135405 L por día con mayor proporción del total de leche es destinada a la industria como materia prima principalmente a la industria quesera (Cortez, 2018).

7.2.7 Generalidades del yogurt

El yogurt es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de ésta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas como *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* pudiendo estar acompañadas de otras bacterias ácido lácticas que por su actividad le confieren las características al producto terminado; estas bacterias deben ser viables y activas desde su inicio y durante toda la vida útil del producto (NTE INEN 2395, 2011).

Tabla 3.*Especificaciones de las leches fermentadas*

Requisitos	Entera	
	Min %	Max %
Contenido de grasa	2,5	-
Proteína m/m En yogurt, kéfir, kumis, leche cultivada	2,7	-
Presencia de adulterantes	Negativo	
Grasa vegetal	Negativo	
Suero de leche	Negativo	

Nota. Adaptado de: INEN, (2011). Elaborado por: Valdiviezo, P. (2023)

Los cultivos comerciales más utilizados están compuestos por *Lactobacillus ssp. Bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* los cuales establecen una relación de simbiosis. El *Streptococcus thermophilus* crece más rápido y produce ácido fórmico y dióxido de carbono, el ácido fórmico y el dióxido de carbono producido estimula el crecimiento del *Lactobacillus bulgaricus*. Asimismo la actividad proteolítica del *Lactobacillus bulgaricus* produce péptidos y aminoácidos que estimulan el crecimiento del *Streptococcus* y por ende es el responsable de la caída inicial del pH hasta aproximadamente 5.0, entre tanto *Lactobacillus* es el responsable del descenso de pH hasta 4.0 (Cueva, 2003).

Las bacterias ácido lácticas se caracterizan por producir ácidos que incrementan la concentración de H⁺ en el medio, se ha demostrado que el cultivo iniciador de *Lactobacillus ssp* tiene actividad proteolítica y genera aminoácidos y pequeños péptidos ácidos que inducen a la reducción de pH, además *S. thermophilus* genera metabolitos como el ácido fórmico y dióxido de carbono que también reducen el valor de pH. Los procesos bioquímicos que desarrollan los microorganismos dentro de productos alimenticios tiene como resultados la generación y acumulación de ácido acético, acetaldehído, ácido fórmico, ácido láctico, dióxido de carbono, aminoácidos y péptidos (Zapata et al., 2014).

7.2.5 Clasificación del yogurt

La norma NTE INEN 2395 da la clasificación para el yogurt:

Según el contenido de grasa.

- Tipo I: Elaboración con leche entera, leche integra o leche integral.
- Tipo II: Elaborado con leche semidescremada o semidesnatada.
- Tipo III: Elaborado con leche descremada o desnatada.

De acuerdo a los ingredientes:

- Natural
- Con fruta
- Azucarado
- Edulcorado

- Saborizado o aromatizado

De acuerdo al proceso de elaboración

- Batido
- Coagulado o aflamado
- Bebible
- Concentrado
- Deslactosado

7.2.6 Reología

Las propiedades reológicas del yogurt son muy importantes en el diseño de procesos de flujo, control de calidad, la predicción de la textura, procesamiento y almacenamiento. El yogurt presenta un comportamiento de flujo complejo dependiendo del esfuerzo cortante y del tiempo, por lo que es de importancia estudiar la reología de este producto lácteo con respecto al proceso, manejo, desarrollo de productos y aspectos de control de calidad (Castillo et al., 2012).

El comportamiento reológico de los alimentos está relacionado con la estructura del producto y también con la temperatura y la composición. Las propiedades físicas de las materias primas y los sustratos transformados tienen una gran importancia, tanto por factores intrínsecos de calidad así como por la forma en que tales propiedades condicionan las manipulaciones y manufacturación o transformaciones domésticas que las materias primas experimentan hasta que llegan a ser productos listos para su consumo (Díaz, 2018).

El yogurt se obtiene por fermentación de la leche provocando la formación de geles, los principales cambios que ocurren en la formación del yogurt son la cantidad de biomasa y la concentración lactosa, galactosa, glucosa, ácido láctico entre otros productos ácidos. El tiempo

de fermentación está definido por el aumento de la acidez que generalmente la acidez final es de 0.8 % a 1 %, luego de la acción de los microorganismos a 40°- 45°C. Estos cambios químicos y bioquímicos están asociados con transformaciones físicas que se ven reflejadas en las propiedades reológicas del yogurt (Valdez & Alvaro, 2019).

Esta propiedad se relaciona con el contenido de lactosa, grasa, estructura de la caseína y los tamaños del glóbulo de grasa, además varía con la temperatura, el estado de dispersión y la concentración de los componentes sólidos. La intensidad del tratamiento mecánico influye en la viscosidad del yogurt y una fuerte acción mecánica determina frecuentemente una consistencia más líquida, sobre todo si el contenido en sólidos es bajo, si se bate incorporando aire favorece la separación de suero. La intensidad y tiempo óptimo de batido serán en función de factores tales como: temperatura, pH, consistencia del gel y capacidad del depósito (Gaviño, 2019).

Según su comportamiento reológico los fluidos pueden clasificarse en fluidos newtonianos los cuales presentan una relación lineal entre el esfuerzo aplicado y el gradiente de velocidad y a diferencia de los fluidos no newtonianos esta relación no es constante. Los productos lácteos obtenidos por coagulación como el yogurt, son geles de textura débil con tendencia a la sinéresis o desuerado (Fuentes et al, 2017).

Los fluidos newtonianos son de relación lineal entre la tensión de cizallamiento y tasa de deformación, dependen de la temperatura y composición del fluido. Los fluidos no newtonianos de una relación no lineal y son dependientes o independientes del tiempo (Valdez & Alvaro, 2019).

7.2.8 Vida útil

La vida útil de un alimento representa el período de tiempo durante el cual se considera apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos como aceptables (Goyen, 2019).

Los estudios de vida útil en alimentos son necesarios para no sub o sobre dimensionar el tiempo que realmente dura el producto, la vida útil de un producto comprende el tiempo transcurrido entre la fabricación y el momento en que se presentan cambios significativos que puedan generar rechazo en el consumidor final. Estos cambios pueden variar según el proceso de producción, la naturaleza del producto y el tiempo de almacenamiento, obteniéndose cambios a niveles microbiológicos, sensoriales y/o fisicoquímicos (Lázaro, 2014).

7.8.1 Pruebas Aceleradas

La premisa básica de una prueba acelerada es cambiar la condición de almacenamiento acelerando los procesos químicos o físicos que conducen al deterioro y que puede definir una relación predictiva de vida en anaquel relacionada a las condiciones ambientales (Vito, 2019).

Esta técnica se basa en la aplicación de la cinética de la velocidad de Arrhenius la cual establece que la velocidad de las reacciones químicas se duplica aproximadamente por cada 10°C de aumento de la temperatura. Las pruebas aceleradas de vida en anaquel tratan de predecir la vida útil de los alimentos bajo condiciones dadas en un menor tiempo, estos factores incluyen propiedades estructurales/mecánicas de los alimentos, propiedades extrínsecas (humedad relativa, atmósfera gaseosa, entre otros), características intrínsecas (pH, A_w , disponibilidad de nutrientes, potencial redox (Eh), presencia de antimicrobianos, etc.), las interacciones microbianas y factores relativos al proceso de elaboración, mantenimiento y manipulación final (Lázaro, 2014).

Lázaro (2014) indica que el modelo matemático de Arrhenius permite comprobar la dependencia de la cinética de una reacción química con respecto a la temperatura, en donde puede expresarse mediante la relación entre la constante de velocidad de deterioro y la temperatura, como indica la ecuación linealizada (1) asemejando a una ecuación de la línea recta (2).

$$\ln(k) = -\frac{E}{R} \left(\frac{1}{T}\right) + \ln(A) \quad (1)$$

$$y = mx + b \quad (2)$$

Donde:

k : Constante de velocidad de la reacción de deterioro

E : Energía de activación

A : Logaritmo de factor pre exponencial

R : Constante de los gases (1,987 cal/K mol)

T : Temperatura absoluta (° K)

La mayor parte de los datos de vida útil de sistemas biológicos tales como alimentos para el cambio de una característica de calidad están basados en alguna reacción química o crecimiento bacteriano los cuales siguen un modelo de orden cero o primer orden dependiendo de la

reacción involucrada, es importante conocer las diferentes reacciones que causan degradación de los alimentos para desarrollar procedimientos específicos para su vida útil y describir como la temperatura influye en el deterioro de los alimentos. Se deben conocer parámetros genéricos como la constante de reacción y la energía de activación, existen dos métodos para encontrar ambos parámetros cinéticos como son la recreación lineal y regresión no lineal. Dichos estudios se basan en la teoría cinética por la cual la velocidad de modificación de una propiedad o atributo de alimento (Jiménez, 2018).

Orden cero (n=0): Reacción cuya velocidad es independiente de la concentración de los reactivos. Reacciones en general de pérdida de calidad de alimentos, pardeamiento no enzimático y oxidación de lípidos.

$$[A] = -kt + [A]_o$$

Orden uno (n=1): Reacción en la que la velocidad depende de la concentración de un solo reactivo, por lo cual también se lo llama reacción unimolecular. Pérdida de vitaminas, crecimiento y muerte microbiana. Pérdida de color por oxidación y de textura por el tratamiento térmico.

$$\ln[A] = -kt + \ln[A]_o$$

Orden dos (n=2): Reacción en la cual la velocidad depende de la concentración al cuadrado de un reactivo o de las concentraciones de dos reactivos diferentes. Desarrollo o muerte microbiana, degradación de vitaminas, concentración de oxígeno en el alimentos (Chagua et al., 2020).

$$\frac{1}{[A]} = kt + \frac{1}{[A]_o}$$

Donde:

k : Constante de velocidad de la reacción de deterioro

A : Concentración final

A_o : Concentración inicial

t : Tiempo

Según explica Jiménez (2018), el factor de aceleración Q_{10} es un método usado con el fin de predecir el efecto de la temperatura sobre un alimento, este factor significa el número de veces que la velocidad de la reacción se modifica cuando la temperatura aumenta 10 °C. Existen varias maneras de expresar matemáticamente la relación existente entre la temperatura y la

velocidad de deterioro de un alimento, para reacciones enzimáticas un $Q_{10}=2$ es frecuente e indica que la velocidad enzimática se dobla para cada 10 °C de aumento de temperatura, hasta que ocurra la desnaturalización o inactividad de la enzima por la energía calorífica. Aplicando la regresión lineal de la ecuación de Arrhenius se obtiene:

$$Q_{10} = e^b$$

Donde:

Q_{10} = Factor de aceleración

e = base del logaritmo natural

b = ordenada de la regresión lineal de la ecuación de Arrhenius.

8. HIPÓTESIS

8.1 Hipótesis nula

La variante genética β -caseína A2A2 presente en la leche utilizada para la elaboración de yogurt natural no influye en las características fisicoquímicas y el tiempo de vida útil de un yogurt natural durante su almacenamiento.

8.2 Hipótesis Alternativa

La variante genética β -caseína A2A2 presente en la leche utilizada para la elaboración de yogurt natural si influye en las características fisicoquímicas y el tiempo de vida útil de un yogurt natural durante su almacenamiento.

8.3 Validación de las hipótesis

La β -caseína A2A2 presente en la leche utilizada para la elaboración de yogurt natural afecta a la firmeza del yogurt tras alcanzar una viscosidad de 194 m Pas*s, sin embargo al terminar el tiempo de almacenamiento las características físico químicas de pH y acidez en porcentaje de ácido láctico no presentaron diferencias significativas obteniendo un valor de 4,22; 0,88% y 4,14; 0,90% a una temperatura de 5 °C, los valores para la segunda temperatura de 15 °C fueron de 3,74; 1,37% y 3,80; 1,46% y para una temperatura de 25°C se obtuvo un valor de 3,41; 1,90% y 3,20; 1,88% respectivamente para el yogurt con β -caseína A2A2 y yogurt control. Los tiempos de vida útil calculados para las dos muestras de yogurt a 5 °C, 15 °C y 25 °C fueron de 6 días, 5 días y 3 días respectivamente, de esta manera se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula al no presentar influencia en las características fisicoquímicas y el tiempo de vida útil de un yogurt natural durante el almacenamiento.

9. METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Tipos de investigación

9.1.1 Investigación experimental

Se obtienen datos a través de la experimentación y se compara con variables constantes, con el fin de determinar las causas o efectos de los fenómenos de estudio. Al finalizarla elaboración del yogurt natural se distribuyeron muestras en recipientes plásticos de 1 L a tres temperaturas de almacenamiento para el estudio de los tratamientos durante un periodo de 15 días, obteniendo mediciones de atributos de calidad como pH y acidez (Lázaro, 2014). Se llevó a cabo colocando los envases con yogurt natural a tres temperaturas diferentes (5 °C, 15°C, 25°C), tomando tres envases de yogurt natural con beta-caseína A₂A₂ y tres envases de yogurt natural control que se mantuvieron en un refrigerador, incubadora y en una cámara de maduración adecuándose respectivamente a las temperaturas de almacenamiento (Jiménez, 2018).

9.1.2 Investigación cuantitativa

Al finalizar el proceso de elaboración y almacenamiento se evaluaron los datos de manera científica con ayuda de la estadística y modelos matemáticos establecidos para reología según determina Mendoza (2021) y Castillo et al.(2012) que aplicaran para establecer el índice de consistencia y el índice de comportamiento de un fluido, además de la cinética de reacciones químicas en alimentos y tiempos de vida útil de acuerdo con Lázaro (2014) y Jiménez (2018) obteniendo los valores de energía de activación, constante de velocidad de reacción y factores de aceleración de una reacción.

9.1.3 Investigación descriptiva

Se centraliza principalmente en la descripción del objeto a estudiar con el fin de recoger datos que permitan proyectar información confiable sin manipular las variables estudiadas, de esta forma se logró obtener información referente al problema de investigación para lo cual se utilizó la observación como técnica de investigación permitiendo apreciar los cambios ocurridos en el yogurt según los tratamientos establecidos (Rus, 2021).

9.1.4 Investigación bibliográfica

Consiste en la revisión, búsqueda, recopilación, organización, valoración, crítica e información material bibliográfico existente con respecto al tema a estudiar, mediante diferentes índices como: libros, artículos y sitios web como fuentes, basados en los fundamentos sobre la genética bovina, β -caseína A2, elaboración de yogurt, reología, vida útil de alimentos, entre otros, además de la comparación de los resultados obtenidos con trabajos realizados por otros autores (Guevara et al., 2020).

9.2 Instrumentos de investigación

- Material experimental

9.3 Materiales, equipos e instrumentos

9.3.1 Adquisición de materias primas

Leche cruda con variante genética β -caseína A2A2 se obtuvo de un hato ganadero caracterizado a través de la genotipificación de la β -caseína mediante una prueba PCR quienes afirman el estricto control y seguimiento de las características genéticas de su ganado según certifica VetNAAT, (2023).

En cuanto a la leche cruda con β -caseínas A1A1, se reporta que la leche con mayor producción dentro de la variación de razas en la zona andina del Ecuador se encuentran animales de raza Holstein cuyo genotipo principal es el gen CSN2 A1 y de mestizos bovinos originados a partir del cruce con bovinos de esta raza para el mejoramiento de la producción lechera (INEC, 2020; Padilla y Zambrano, 2021).

9.3.2 Agente fermentador

- Cultivo láctico (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*)

9.3.3 Materiales y utensilios

- Botellas plásticas
- Cofias
- Mascarillas
- Cucharones
- Tela Lienzo

9.3.4 Equipos e instrumentos

- Termómetro
- Potenciómetro
- Probeta
- Balanza
- Pipetas
- Vasos de precipitación
- Balanza
- Incubadora
- Refrigerador
- Cámara de Maduración
- Viscosímetro rotacional
- Marmita
- Acidómetro

9.3.5 Reactivos

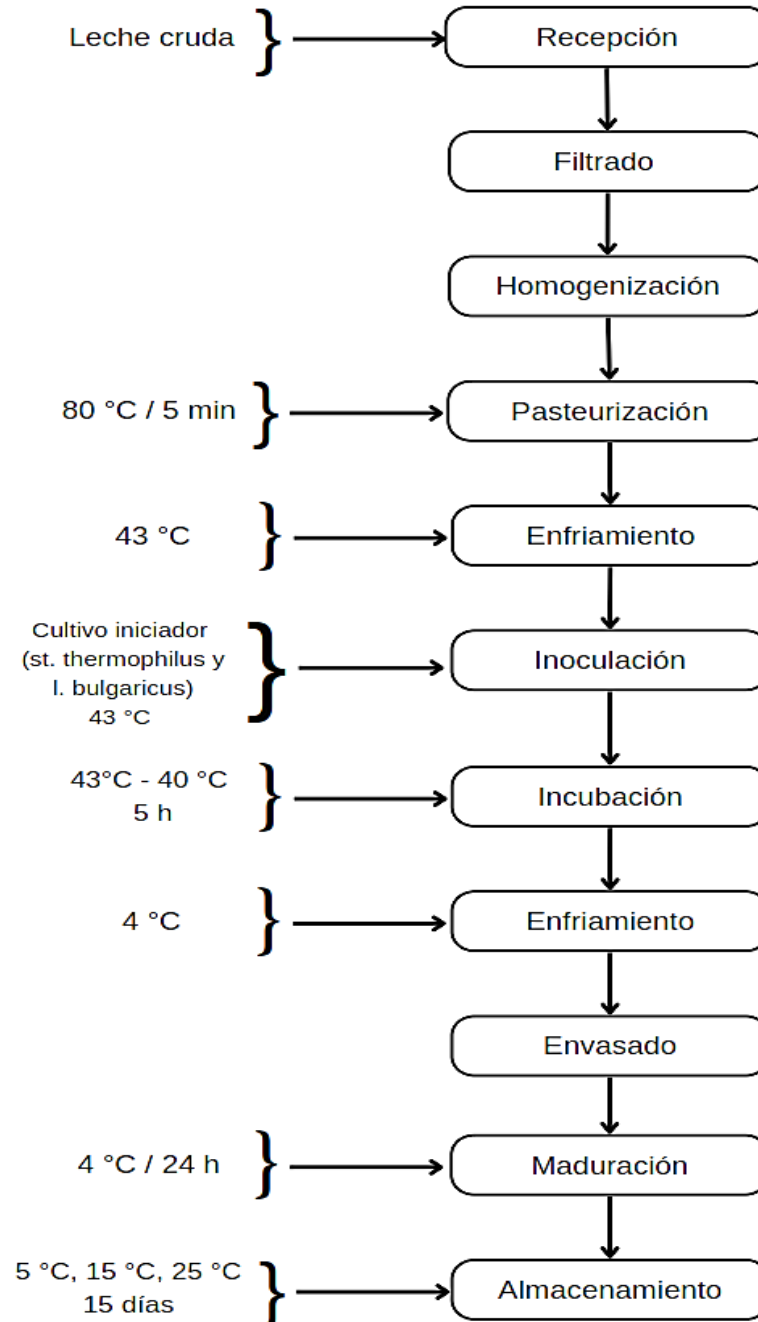
- Etanol
- Hidróxido sódico 0,1 N.
- Fenolftaleína
- Agua destilada

9.4 Metodología de elaboración de yogurt natural

9.4.1 Diagrama de flujo de yogurt natural

Figura 2

Diagrama de flujo de yogurt natural



Fuente: Valdiviezo, P. (2023)

9.4.2 Elaboración de yogurt natural

9.4.2.1 Recepción de leche fresca: Se recibe la leche fresca y se realiza control de pH, densidad y estabilidad proteica para la aceptación de materia prima e inicio de proceso.

Figura 3

Recepción de leche fresca y control de calidad.



Fuente: Valdiviezo, P. (2023)

9.4.2.2 Filtrado: a través de una tela lienzo para eliminar las macro sustancias extrañas presentes.

Figura 4

Filtrado de leche.



Fuente: Valdiviezo, P. (2023)

9.4.2.3 Pasteurización: la leche entera se calienta hasta llegar a 80° C con el objetivo de destruir los microorganismos patógenos.

Figura 5
Pasteurización



Fuente: Valdiviezo, P. (2023)

9.4.2.4 Enfriamiento: Después de la pasteurización, la leche se enfría hasta la temperatura necesaria para el crecimiento óptimo de los microorganismos, que oscila entre 42 y 45° C.

Figura 6
Enfriamiento



Fuente: Valdiviezo, P. (2023)

9.4.2.5 Inoculación de cultivo: iniciador (*st. thermophilus* y *l. bulgaricus*) y se agita lentamente para que el cultivo se distribuya uniformemente en la mezcla.

Figura 7*Activación de cultivo***Fuente:** Valdiviezo, P. (2023)**Figura 8***Adición de cultivo***Fuente:** Valdiviezo, P. (2023)

9.4.2.6 Incubación: durante 6 horas y 30 minutos a una temperatura de entre 40 - 43° C, hasta alcanzar los 70°D.

Figura 9
Incubación



Fuente: Valdiviezo, P. (2023)

9.4.2.7 Enfriado y envasado: Se enfría hasta 4°C y se envasa en botellas plásticas de 1 L, siguiendo los principios de sanidad e higiene.

Figura 10
Enfriado y envasado



Fuente: Valdiviezo, P. (2023)

9.4.2.8 Maduración: Se almacena a una temperatura de 4° C por 24 horas.

9.4.2.9 Almacenado: Se almacena las muestras de yogurt a 5° C, 15° C y 25° C.

Figura 11

Almacenamiento de muestras, 25°C.



Fuente: Valdiviezo, P. (2023)

9.5 Metodología de análisis reológico

El comportamiento reológico de un producto puede ser determinado, definiendo y cuantificando variables tales como: viscosidad, temperatura, tiempo. El análisis inicial se realizará terminado el proceso de elaboración a una muestra de 600ml del yogurt natural, para ello se utilizara un viscosímetro rotacional que determina la viscosidad usando una resistencia mecánica que actúa en sentido contrario al movimiento de rotación del husillo L3, trabaja con una velocidad de 100 rpm en un tiempo de 25 minutos. Obtenido los datos de velocidad se determinarán los valores de índice de consistencia e índice de comportamiento (Mendoza, 2021).

9.6 Metodología de características fisicoquímicas

Para evaluar las características fisicoquímicas (pH y acidez), se mantendrá en almacenamiento tres muestras de cada tratamiento en un envase plástico de 1 L durante quince días. Se medirá periódicamente el valor de pH con la ayuda de un phmetro digital portátil y se realizará la determinación de porcentaje ácido láctico por medio de acidez titulable permitiendo analizar los datos obtenidos y concluir si demuestran significancia los factores y sus interacciones (Peláez, 2016).

Los mejores tratamientos se lo decidirá por el valor de pH y porcentaje de ácido láctico producido durante el tiempo de almacenamiento, siendo factores importantes en las cualidades organolépticas del yogurt; la acidez debe estar en un rango de 0,8% a 1,1% de ácido láctico,

valores superiores indican acidificación del medio debido a que las bacterias lácticas continúan su actividad metabólica y generan disminución en el nivel de pH (Valdez & Alvaro, 2019).

Adicionalmente se evaluarán las muestras y se discutirán los resultados en comparación con la normativa NTE INEN 2395 para leches fermentadas.

9.7 Metodología de vida útil

Para la estimación del tiempo de vida útil del yogurt natural con variante genética β -caseína A2A2 y yogurt control se aplicarán temperaturas específicas sobre las muestras y se almacenarán durante quince días. Para la obtención de datos se medirá pH y se determinará el porcentaje de acidez en las muestras de yogurt natural en un intervalo de tres días durante el tiempo de almacenamiento. Se realizará la estimación de tiempo de vida útil de los tratamientos a partir de la ecuaciones propuestas por Lázaro, (2018) y Chagua et al., (2020) para la determinación de energías de activación, constante de velocidad de reacción y tiempos de vida útil a partir de la regresión lineal de la ecuación de Arrhenius y el incremento de temperatura. En base a los datos obtenidos experimentalmente se graficó las mediciones de pH vs tiempo de experimentación en las tres temperaturas (5 °C, 15 °C, 25 °C) obteniendo la línea de tendencia $y=mx+b$ y R^2 que permitiendo clasificar el orden de la cinética de reacción.

9.8 Diseño Experimental

Diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial 2 x 3 con 3 repeticiones.

9.8.1 Factores en estudio

Factor A: Muestra de yogurt

a1: yogurt con β -caseína A2A2

a2: yogurt con β -caseína A1A1

Factor B: Temperatura de almacenamiento

b1: 5 °C

b2: 15 °C

b3: 25 °C

NOTA: Las temperaturas fueron tomadas para evaluar cambios significativos de las reacciones

químicas por cada 10° C de aumento de la temperatura según menciona (Lázaro, 2014).

9.6.2 Tratamientos en estudio

Tabla 4.

Detalle de los tratamientos

N° de tratamientos	Código	Detalle
T_1	a1b1	Yogurt con variante genética + 5 °C
T_2	a1b2	Yogurt con variante genética + 15 °C
T_3	a1b3	Yogurt con variante genética + 25 °C
T_4	a2b1	Yogurt control + 5 °C
T_5	a2b2	Yogurt control + 15 °C
T_6	a2b3	Yogurt control + 25 °C

Nota. Elaborado por: Valdiviezo, P. (2023)

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

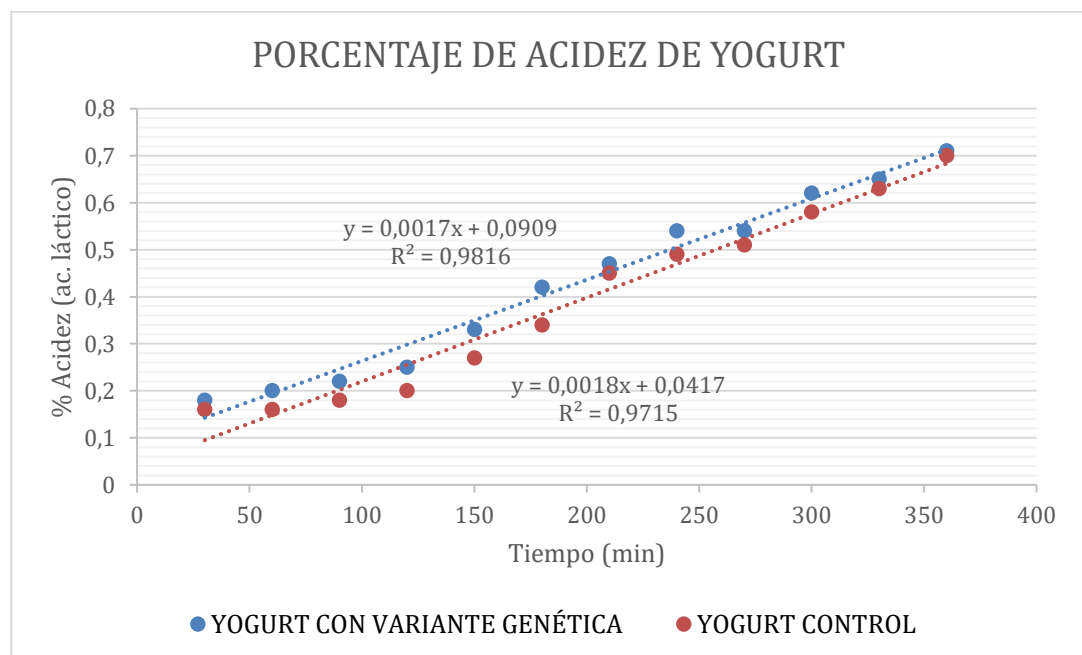
El análisis de los resultados se realizó en base a los datos de acidez expresada en porcentaje de ácido láctico durante la fermentación del yogurt natural y se obtuvieron datos reológicos de las dos muestras en estudio. En el producto final se obtuvo datos de pH y acidez permitiendo determinar el tiempo de vida útil, aplicar un cuadro de análisis de varianza y realizar prueba de Tukey a las interacciones que tienen significancia. Una vez determinados los mejores tratamientos, se aplicará análisis fisicoquímicos de yogurt comparándolo con la NTE INEN 374.

10.1. Resultados de la acidez (% ácido láctico) en función del tiempo de fermentación para elaborar yogurt natural.

Para analizar el proceso de fermentación se observó el incremento de la acidez del yogurt natural con relación al tiempo de incubación. Cada 30 minutos se tomó una muestra de 10g y se midió la acidez para posteriormente denotar la acidez en porcentaje de ácido láctico. En la figura 12 se representan los datos del incremento de la acidez conforme transcurre la fermentación a una temperatura promedio de 41 °C, la activación y desarrollo de los microorganismos utilizados para la elaboración de yogurt fue lenta ya que se obtuvo una consistencia y acidez adecuada después de 6 horas de fermentación.

Figura 12

Curva de acidez durante la fermentación del yogurt



Fuente: Valdiviezo, P. (2023)

El aumento de acidez del yogurt elaborado con la variante genética β -caseína A2A2 se observa un incremento continuo en acidez alcanzando valor de 0,73% de ácido láctico y en comparación con la muestra del yogurt control se obtuvo una acidez de 0,68%, esto indica que la presencia de la variante genética favorece la sobrevivencia de las bacterias ácido lácticas encargadas de producir ácido láctico y acetaldehído provocando la desnaturalización de proteínas brindando al yogur la consistencia y aroma característico. Según Romero (2020), el alto contenido de proteína láctea bovina en especial la caseína es muy importante para las propiedades fisicoquímicas del yogurt ya que están basadas en las propiedades y características iniciales de la leche y los diferentes cambios que ocurren durante la fermentación considerando un rango de 0,8% a 1,8% como óptimo.

En la tabla 5, para las muestras de yogurt, se observa la variación de la acidez expresada en porcentaje de ácido láctico, se ubica en primer rango a la variante a1 (yogurt con variante genética β -caseína A2A2) y de igual manera a la variable a2 (yogurt control). Puesto que la diferencia entre la media muestral es mayor al rango mínimo significativo ($3,84 \geq 3,15$) se asume que $a1 \neq a2$, sin embargo las medias tienen un rango común mostrando que los valores no son significativamente diferentes.

Tabla 5.

Prueba de Tukey al 5% para acidez de yogurt durante la fermentación

Muestras de Yogurt	Medias	n	E.E	
a1	0,45	11	0,06	A
a2	0,39	11	0,06	A

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

Elaborado por: Valdiviezo, P. (2023)

10.2 Resultados de propiedades reológicas del yogurt natural.

En la tabla 6, para las muestras de yogurt, se observa la variación significativa de la viscosidad ubicando en primer rango a la variante a1 (yogurt con variante genética β -caseína A2A2) y en segundo rango a la variable a2 (yogurt control) con una media de 194,04 y 141,08 respectivamente.

Tabla 6.

*Prueba de Tukey al 5% para la viscosidad (mPa*s) para yogurt natural.*

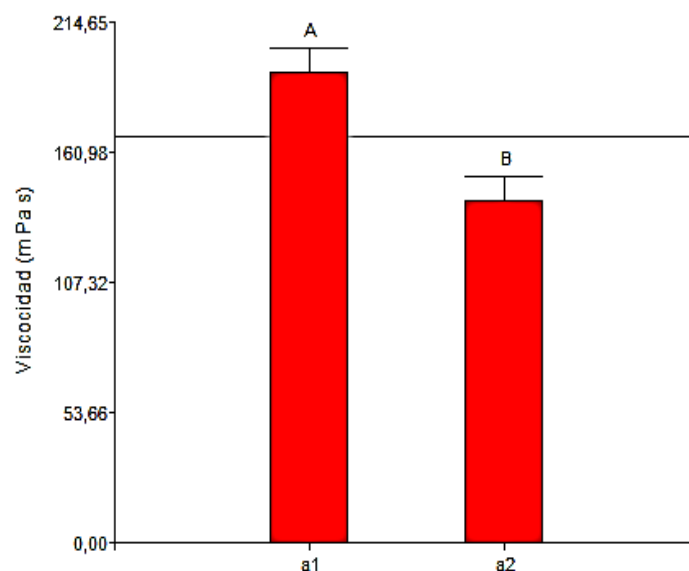
Muestras de Yogurt	Medias	n	E.E	
a1	194,04	5	2,99	A
a2	141,08	5	2,99	B

Fuente: Valdiviezo, P. (2023)

La viscosidad puede estar influenciada por variables que alteran sus propiedades como la presión, temperatura y velocidad de deformación o cizalla, según explica Romero (2020) esta propiedad está relacionada directamente a la composición fisicoquímica de las materias primas utilizadas y el caso del yogurt se relaciona con el contenido de lactosa, grasa, estructura de la caseína y los tamaños del glóbulo de grasa ya que la cantidad de β -caseína presente en la leche actúa de forma directa con el tamaño de la micela proporcionando un amplio rango de valores de viscosidad desde aproximadamente 200 a 700 mPa*s. De acuerdo con los datos obtenidos de la figura 14 se observa que existe una variación significativa entre los valores de viscosidad para los factores a1 (yogurt con variante genética β -caseína A2A2) y el factor a2 (yogurt control), señalando mayor viscosidad en el factor a1 debido a que la leche contiene un alto porcentaje de proteína y grasa dando como resultado un gel más firme.

Figura 13

Mejores tratamientos de viscosidad.



Fuente: Valdiviezo, P. (2023)

En la tabla 7, para las muestras de yogurt, se observa la variación significativa del índice de consistencia ubicando en primer rango a la variante a1 (yogurt con variante genética β -caseína A2A2) y en segundo rango a la variable a2 (yogurt control), indicando que $a1 \neq a2$. De esta manera podría afirmarse que la reducción en el contenido proteico y graso de la leche reduce la firmeza o consistencia del yogurt.

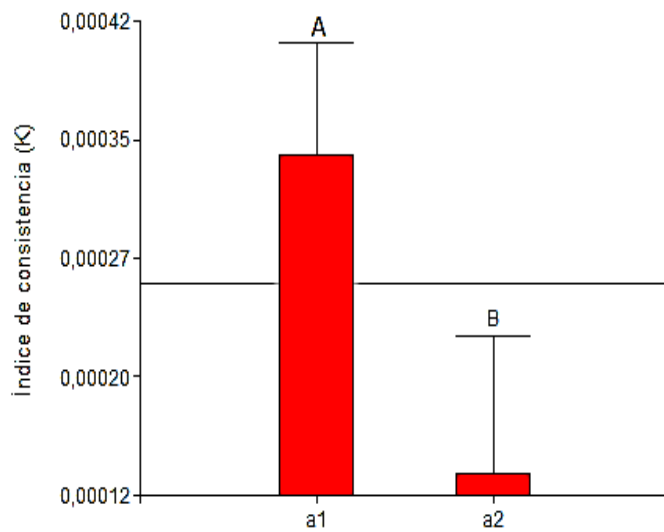
Tabla 7.

*Prueba de Tukey al 5% para el índice de consistencia (Pa*s) para yogurt natural.*

Muestras de Yogurt	Medias	n	E.E	
a1	0,00033	5	0,000072	A
a2	0,00013	5	0,000088	B

Fuente: Valdiviezo, P. (2023)

Con los datos obtenidos de la figura 14 se observa que la variación de los valores de índice de consistencia para los factores a1 (yogurt con variante genética β -caseína A2A2) y el factor a2 (yogurt control) son altamente significativos mostrando dos rangos de significancia permitiendo notar que la presencia de β -caseína A2A2 en la leche proporciona mayor consistencia al yogurt y de acuerdo con Mendoza (2021) el índice de consistencia se puede describir de forma idéntica al concepto de viscosidad plástica dado que un aumento de $[K]$ indica un aumento en la concentración de sólidos, es decir si el valor de $[K]$ es alto el fluido es más viscoso y viceversa.

Figura 14*Mejores tratamientos de índice de consistencia.***Fuente:** Valdiviezo, P. (2023)

En la tabla 8, para las muestras de yogurt, no se observa la variación significativa del índice de comportamiento ubicando en primer rango a la variante a1 (yogurt con variante genética β -caseína A2A2) y a la variable a2 (yogurt control), indicando que $a1 = a2$.

Tabla 8.*Prueba de Tukey al 5% para el índice de comportamiento (η) para yogurt natural.*

Muestras de Yogurt	Medias	n	E.E	
a2	3,06	5	0,10	A
a1	2,96	5	0,08	A

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

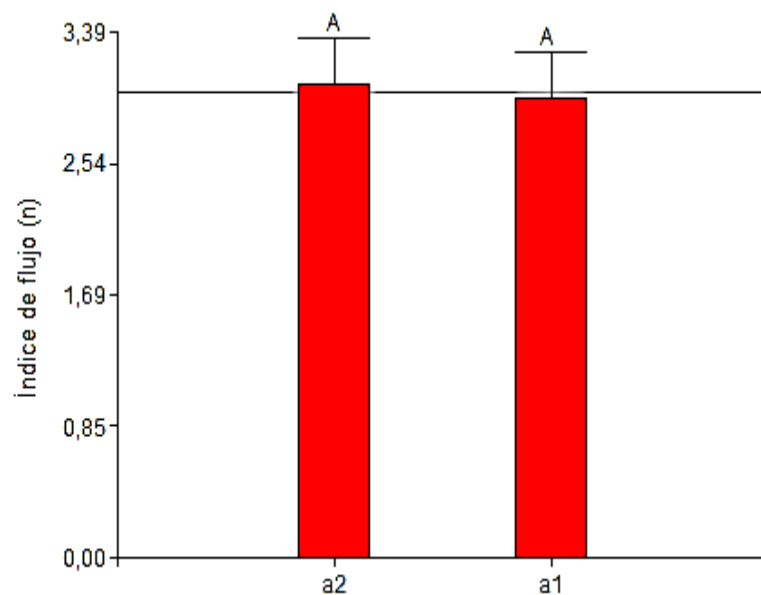
Elaborado por: Valdiviezo, P. (2023)

De acuerdo con los datos obtenidos de la figura 15, se observa que no existe una variación significativa entre los valores de índice de flujo para los factores a1 (yogurt con variante genética β -caseína A2A2) y el factor a2 (yogurt control). Se demuestra que las variaciones

genéticas que pueden presentar las beta caseínas no influyen en el comportamiento pseudoplástico característico del yogurt, dado que el índice de flujo es una medida de la no-newtonianidad de un fluido en consecuencia de la transferencia de cantidad de movimiento que determina la resistencia al flujo y sus propiedades reológicas varían con la duración del corte bajo ciertas consideraciones como temperatura y tiempo (Martínez, 2022).

Figura 15

Mejores tratamientos de índice de flujo (η).



Fuente: Valdiviezo, P. (2023)

10.3 Determinación de las características fisicoquímicas y tiempo de vida útil del yogurt natural durante su almacenamiento.

Los cambios en el pH y acidez de los alimentos no solo afectan a la función enzimática, sino que también cambian las propiedades de carga de las proteínas, afectando significativamente la estabilidad durante el almacenamiento de los alimentos.

10.3.1 Resultados de control de pH y acidez durante el almacenamiento del yogurt natural

Tomando en cuenta las características de la leche, tiempos y temperaturas con las que se llevó a cabo la fermentación del yogurt y por lo expuesto anteriormente en la variación de acidez durante la fermentación se demuestra que la presencia de las beta caseína A2A2 en la leche influye en el pH del yogurt debido a un mayor contenido de grasa y proteína permitiendo el crecimiento del cultivo lácteos (*S. thermophilus* y *L. bulgaricus*) y alcanzando un pH entre un

rango de 4,4 y 5 y una acidez de 0,80 a 1,105 según indica Mendoza (2020). En la tabla 9 se puede evidenciar un descenso moderado del pH y la acidez durante el tiempo de almacenamiento a una temperatura de 5 °C siendo esta temperatura la más óptima para el almacenamiento debido a que la disminución drástica de la temperatura ralentiza el crecimiento de las dos bacterias que llevan a cabo la fermentación ayudando a conservar su textura y sabor al evitar la producción de ácido láctico y como consiguiente una disminución en el pH (Gaviño, 2019).

Tabla 9.

pH y acidez de yogurt natural a 5 °C y diferentes tiempos de almacenamiento.

Tiempo	Muestras de yogurt	pH	Acidez (% ac. láctico)
Día 0	a1	4,37	0,87
	a2	4,33	0,90
Día 3	a1	4,33	0,87
	a2	4,30	0,87
Día 6	a1	4,29	0,88
	a2	4,27	0,87
Día 9	a1	4,22	0,88
	a2	4,22	0,88
Día 12	a1	4,14	0,90
	a2	4,10	0,90
Día 15	a1	4,05	0,92
	a2	4,00	0,91

Nota. Elaborado por: Valdiviezo, P. (2023)

Se observa en la tabla 10 que el incremento de la temperatura en 10 °C provoca un aumento significativo en el metabolismo de las bacterias ácido lácticas por lo que la variación se muestra en 0,63 para un yogurt con variante A₂A₂ y en 0,53 para la variante A₁A₁ señalando que el pH disminuye debido al aumento de temperatura y el aumento en la producción de ácido láctico genera una acidificación en el yogurt de 1,37 % para un yogurt con variante A₂A₂ y en 1,46 % para la variante A₁A₁. Dado que la formación de un gel más estable está directamente proporcionado con la capacidad de retención de agua un gel con menor firmeza promueve la

sinéresis provocando una textura no deseada y la inestabilidad durante el almacenamiento, en el estudio realizado se observó que una de las tres repeticiones presentó sinéresis al finalizar el almacenamiento (Delgado, 2021).

Tabla 10.

pH y acidez de yogurt natural a 15 °C a diferentes tiempos de almacenamiento.

Tiempo	Muestras de yogurt	pH	Acidez (% ac. láctico)
Día 0	a1	4,37	0,87
	a2	4,33	0,90
Día 3	a1	4,22	1,02
	a2	4,26	0,96
Día 6	a1	4,21	1,05
	a2	4,14	1,00
Día 9	a1	4,13	1,15
	a2	4,09	1,12
Día 12	a1	3,95	1,23
	a2	3,95	1,29
Día 15	a1	3,74	1,37
	a2	3,80	1,46

Nota. Elaborado por: Valdiviezo, P. (2023)

El incremento excesivo de la temperatura de almacenamiento del yogurt permite que la cinética de reacción sea mucho más rápida debido a la elevada producción de ácido láctico derivado del metabolismo de las bacterias ácido lácticas propias de estos productos, como se muestra en la tabla 11 los resultados obtenidos a partir de la medición durante el almacenamiento a 25°C muestra un descenso significativo en los valores de pH debido a que la variación del ácido producido en el día quince se ha incrementado en 1 % respecto a la acidez inicial de las muestras

de yogurt natural generando sinéresis de las tres muestras en estudio y la concentración de gases provocando la deformación de los envases plásticos.

Los geles resultantes la fermentación de leche con beta caseína A₂A₂ tienen mayor firmeza debido a un mayor tamaño en los glóbulos grasos presentes en la leche, sin embargo el principal defecto que afecta la calidad de los productos lácteos fermentados es desprendimiento del suero del producto que se observa como un líquido sobrenadante en la superficie, la causa de la sinéresis está asociada a la restructuración del gel después de su deformación debido a la rápida acidificación al producir ácido láctico, etanol y CO₂ (Delgado, 2021; Romero, 2020).

Tabla 11.

pH de yogurt natural a 25 °C y diferentes tiempos de almacenamiento.

Tiempo	Muestras de yogurt	pH	Acidez (% ac. láctico)
Día 0	a1	4,37	0,87
	a2	4,33	0,90
Día 3	a1	4,16	1,10
	a2	4,20	1,06
Día 6	a1	4,09	1,19
	a2	4,04	1,15
Día 9	a1	4,00	1,29
	a2	3,91	1,33
Día 12	a1	3,78	1,55
	a2	3,58	1,63
Día 15	a1	3,41	1,90
	a2	3,20	1,88

Nota. Elaborado por: Valdiviezo, P. (2023)

10.3.2 Análisis estadístico de pH durante el almacenamiento del yogurt natural

De acuerdo con los datos obtenidos en la tabla 19 tras aplicar la prueba de Tukey al 0,05% para los valores correspondientes a los quince días de almacenamiento, en el día 15 los tratamientos (a1b1) (yogurt con variante genética *5°C) y (a2b1) (yogurt control* 5 °C), se encuentran dentro de los parámetros establecidos según (Valdez & Alvaro, 2019), en el cual indican que el

pH para las leches fermentadas (yogurt) debe ser mínimo de 4 y máximo de 4,5 en condiciones de refrigeración y condiciones normales para cada botella. Los demás tratamientos que no cumplen con el parámetro se descartan.

Se demuestra que los valores medidos durante el periodo de almacenamiento sufrieron una disminución gradual en el pH del yogurt natural, lo que compromete la calidad y está relacionada directamente las fluctuaciones de temperatura de almacenamiento ocasionando cambios no deseables en las características fisicoquímicas y organolépticas del producto (Lázaro, 2014).

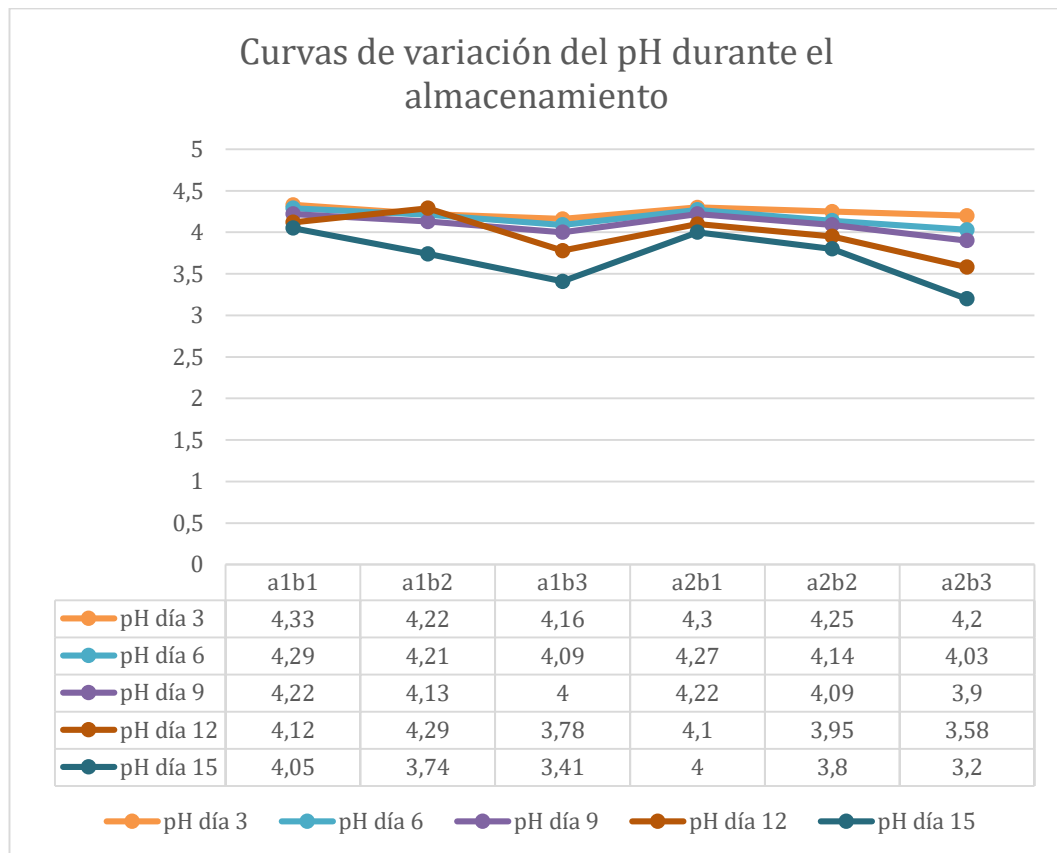
Tabla 12.

Variación de pH durante el almacenamiento

Tratamientos	pH día 3	pH día 6	pH día 9	pH día 12	pH día 15
<i>a1b1</i>	4,33	4,29	4,22	4,12	4,05 A
a1b2	4,22	4,21	4,13	4,29	3,74 B
a1b3	4,16	4,09	4,00	3,78	3,41 C
<i>a2b1</i>	4,3	4,27	4,22	4,10	4,00 AB
a2b2	4,25	4,14	4,09	3,95	3,80 AB
a2b3	4,20	4,03	3,90	3,58	3,20 C

Nota. Elaborado: Valdiviezo, P. (2023)

En las curvas del gráfico 16, se observa los valores de pH durante los quince días del almacenamiento del yogurt natural en donde se visualiza que hasta el día doce los cambios no son significativos, mientras que a partir del día doce desciende de manera moderada en los tratamientos t1 de interacciones (a1b1) (yogurt con variante genética *5°C) y t4 de interacciones (a2b1) (yogurt control* 5 °C), obteniendo como datos un valor de pH en el día quince de 4,05 y 4 respectivamente.

Figura 16*Curvas de variación del pH durante el almacenamiento*

Elaborado: Valdiviezo, P. (2023)

10.3.3 Análisis estadístico de acidez durante el almacenamiento del yogurt natural

De acuerdo con los datos obtenidos en la tabla 13 tras aplicar la prueba de Tukey al 0,05% para los valores correspondientes a los quince días de almacenamiento, los tratamientos (a1b1) (yogurt con variante genética *5°C) y (a2b1) (yogurt control* 5 °C) se encuentran dentro de los parámetros establecidos según (Valdez & Alvaro, 2019), en el cual indican que la acidez expresada en porcentaje de ácido láctico para leches fermentadas (yogurt) debe ser mínimo de 0,8% y máximo de 1,1% en condiciones de refrigeración y condiciones normales para cada botella. Los demás tratamientos que no cumplen con el parámetro se descartan.

Tabla 13.*Valores la de acidez durante el almacenamiento*

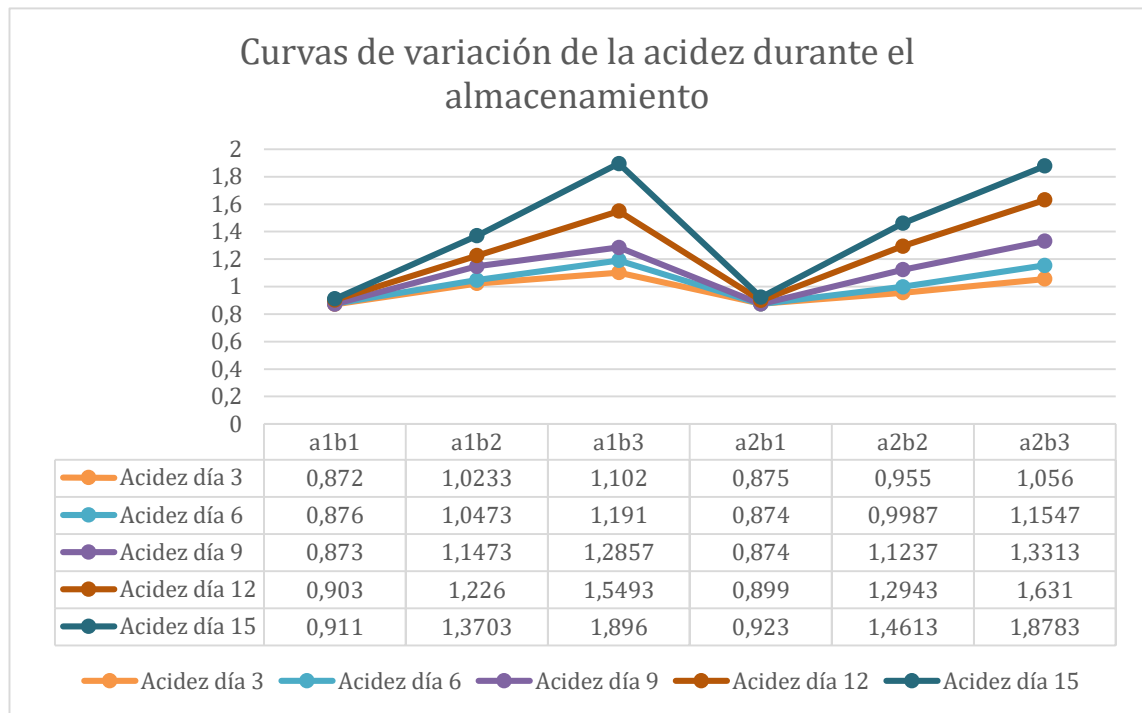
Tratamientos	Acidez	Acidez	Acidez	Acidez	Acidez
	día 3	día 6	día 9	día 12	día 15
<i>a1b1</i>	<i>0,872</i>	<i>0,876</i>	<i>0,873</i>	<i>0,903</i>	<i>0,9110 A</i>
a1b2	1,0233	1,0473	1,1473	1,226	1,3703 B
a1b3	1,102	1,191	1,2857	1,5493	1,8960 C
<i>a2b1</i>	<i>0,875</i>	<i>0,874</i>	<i>0,874</i>	<i>0,899</i>	<i>0,9230 A</i>
a2b2	0,955	0,9987	1,1237	1,2943	1,4613 B
a2b3	1,056	1,1547	1,3313	1,631	1, 8783 C

Elaborado: *Valdiviezo, P. (2023)*

En las curvas del gráfico 13, se observa los valores de acidez durante los quince días de almacenamiento del yogurt natural en donde se visualiza que hasta el día doce los cambios no son significativos, mientras que a partir del día doce asciende de manera moderada la acidez en los tratamientos t1 de interacciones (a1b1) (yogurt con variante genética *5°C) y t4 de interacciones (a2b1) (yogurt control* 5 °C), obteniendo como datos un valor de acidez en el día quince de 0,91 y 0,92 respectivamente.

Figura 17

Curvas de variación de acidez durante el almacenamiento



Elaborado: Valdiviezo, P. (2023)

10.3 Resultados del tiempo de vida útil del yogurt natural en función del pH.

Con los datos obtenidos experimentalmente de pH durante los quince días de almacenamiento se determinó el efecto de la temperatura en base a la regresión lineal de la ecuación de Arrhenius la cual indica que $\ln[k] = -\frac{Ea}{RT} + \ln[A]$ para establecer que la velocidad de reacción es igual a la pendiente de la recta. Además se clasificó el orden de reacción mediante la ecuación integrada $\ln[A] = -kt + \ln[A]_0$ como orden 1 debido a que los valores de R^2 son cercanos a la unidad y permitiendo calcular la energía de activación y el factor de aceleración (Jiménez, 2018).

En las tablas que se muestran a continuación se indican los atributos de calidad a las diferentes temperaturas de almacenamiento (5 °C, 15 °C y 25 °C) a partir de las gráficas obtenidas tras evaluar $\ln[A]$ vs tiempo que dan como resultado una ecuación lineal de la recta permitiendo describir la cinética de reacción de las dos muestras de yogurt con relación a la temperatura durante el almacenamiento. En cuanto a los valores obtenidos del factor de reacción Q_{10} que permite predecir el efecto de las variaciones de temperatura sobre las muestras de yogurt podemos establecer que las cinéticas de reacción durante el almacenamiento fueron aumentando proporcionalmente acercándose a 2 confirmando de esta manera la teoría de

Arrhenius para la duplicación del factor de reacción por cada incremento de 10 °C aplicado en las muestras (Jiménez, 2018).

Tabla 14.

Cinética de reacciones para 5 °C

Yogurt natural	pH		Energía de activación (Ea)	Velocidad de reacción (k)	R ²	Q ₁₀
	Inicial	Final				
a1	4,37	4,05	13 128,40	0,005069	0,9685	1,4808
a2	4,33	4,00	13 022,90	0,005284	0,9153	1,4708

Nota. Elaborado por: Valdiviezo, P. (2023)

Tabla 15.

Cinética de reacciones para 15 °C

Yogurt natural	pH		Energía de activación (Ea)	Velocidad de reacción (k)	R ²	Q ₁₀
	Inicial	Final				
a1	4,37	3,74	11 885,46	0,01037	0,9149	1,4817
a2	4,33	3,80	12 289,19	0,00870	0,9771	1,4748

Nota. Elaborado por: Valdiviezo, P. (2023)

Tabla 16.

Cinética de reacciones para 25 °C

Yogurt natural	pH		Energía de activación (Ea)	Velocidad de reacción (k)	R ²	Q ₁₀
	Inicial	Final				
a1	4,37	3,41	11 150,37	0,016536	0,9079	1,4860
a2	4,33	3,29	10 680,14	0,020098	0,9252	1,4943

Nota. Elaborado por: Valdiviezo, P. (2023)

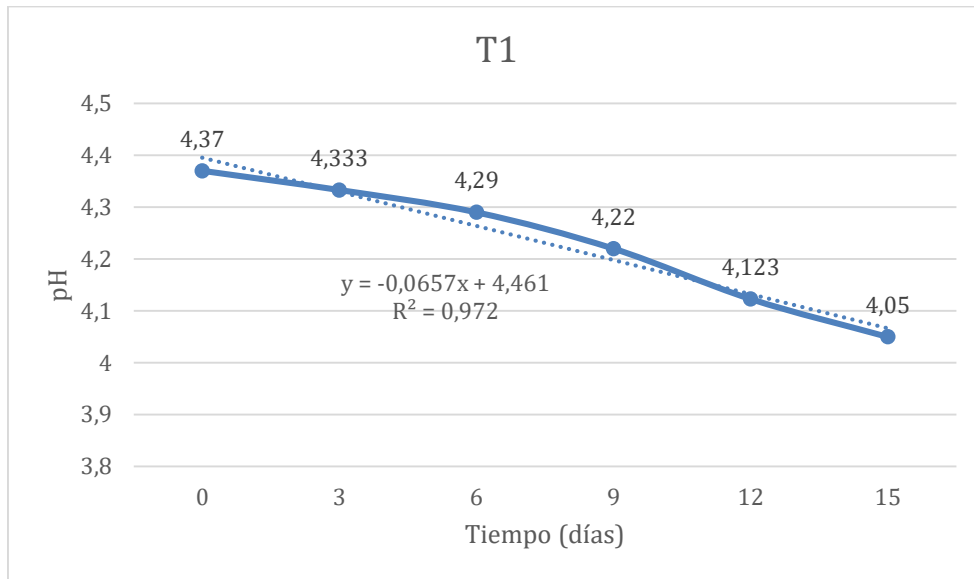
La temperatura es un factor que afecta directamente a la velocidad indicando una mayor cinética de reacción, según se muestra en los datos obtenidos el aumento proporcional de la velocidad de reacción según se eleva la temperatura en 10 °C provoca una disminución gradual en los valores de pH, entre otro factor que afecta las reacciones que pueden producirse en los alimentos se encuentran composición fisicoquímica como el contenido graso, proteínas, sólidos solubles (Camayo et al., 2020).

Para las muestras que fueron colocadas a 5 °C se obtiene una energía de activación superior en relación a las otras temperaturas debido a que en condiciones de refrigeración se ralentiza la actividad metabólica de las bacterias ácido lácticas presentes en el yogurt y permite mantener un pH de 4,05 y 4,00 respectivamente y según indica (Valdez & Alvaro, 2019) manteniéndose bajo un rango adecuado.

En cuanto a la energía de activación que presentan las muestras almacenadas a 15 °C señalan una mayor velocidad de reacción y se observa una disminución en los valores de pH siendo inferiores al rango establecido según autores. Mantener el yogurt a una temperatura superior a la recomendada provoca el aumento en la cinética de reacción y presentar mayor velocidad de reacción, las bacterias ácido lácticas continúan produciendo de manera moderada ácido láctico provocando un aumento no deseado de acidez en el yogurt además de generar sinéresis en el producto.

Para la última temperatura de almacenamiento se evidencia un aumento significativo en la velocidad de reacción puesto que los valores de pH disminuyen drásticamente, en el caso de los atributos de pH para yogurt una disminución excesiva de estos valores generan la sinéresis del producto, enranciamiento, acidez elevada, ácido láctico, etanol y CO₂ por acción metabólica de las bacterias ácido lácticas (Camayo et al., 2020).

Para la estimación de tiempo de vida útil se realizó la regresión lineal de la ecuación de Arrhenius mediante la gráficas de *pH vs tiempo* que se muestran a continuación de los tratamientos en estudio después de un período de almacenamiento de quince días a tres diferentes temperaturas (5 °C, 15 °C, 25 °C). Puesto que el orden determinado para la reacción es de orden uno se aplicó la ecuación de Arrhenius $\ln(k) = -\frac{E}{R}\left(\frac{1}{T}\right) + \ln(A)$ para obtener una ecuación de regresión lineal similar a una ecuación de la pendiente de la recta $y = mx + b$ permitiendo despejar x para determinar el tiempo de vida útil del yogurt natural, de esta manera se sustituye los valores considerando que $y = A$ (*pH final*) y que la pendiente de la recta $m = k$ (*velocidad de reacción*) (Chagua et al., 2020).

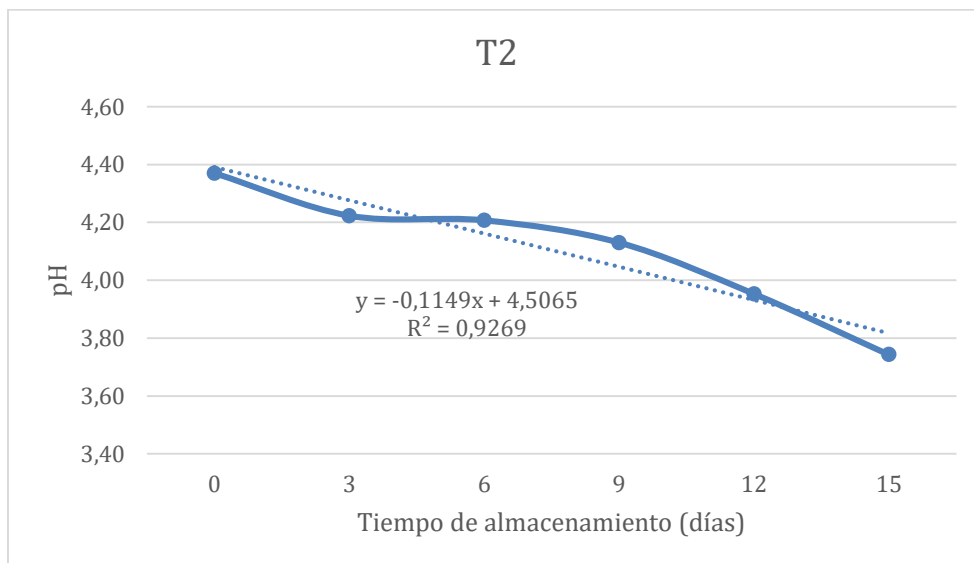
Figura 18*Curva del tiempo de vida útil de yogurt natural***Elaborado:** Valdiviezo, P. (2023)

$$y = -0,0657x + 4,461$$

$$0,0657x = 4,461 - y$$

$$x = \frac{4,4610 - y}{0,0657}$$

$$x = 6 \text{ días}$$

Figura 19*Curva del tiempo de vida útil de yogurt natural***Elaborado:** Valdiviezo, P. (2023)

$$y = -0,1149x + 4,461$$

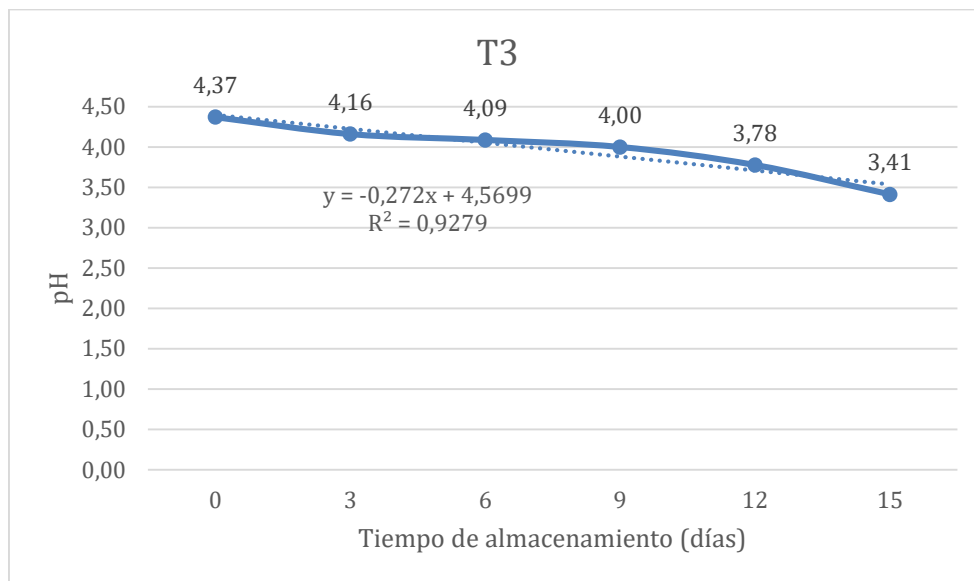
$$0,0657x = 4,461 - y$$

$$x = \frac{4,4610 - y}{0,1149}$$

$$x = 5 \text{ días}$$

Figura 20

Curva del tiempo de vida útil de yogurt natural



Elaborado: Valdiviezo, P. (2023)

$$y = -0,272x + 4,461$$

$$0,0657x = 4,461 - y$$

$$x = \frac{4,4610 - y}{0,272}$$

$$x = 3 \text{ días}$$

El tiempo obtenido de vida útil del yogurt natural con variante genética A₂A₂ y un yogurt control A₁A₁, es de 6 días bajo refrigeración considerándose 5 °C como la temperatura sugerida para su almacenamiento y manteniendo valores de pH entre un rango de 4,50 a 4,00. En cuanto a los tratamientos almacenados a 15 °C y 25°C se tiene tiempos de vida útil de 5 y 3 días respectivamente, en comparación con los datos obtenidos de la cinética de reacción se puede concluir que un aumento de la temperatura acelera la producción de ácido láctico en el yogurt

ocasionando la disminución de pH y la sinéresis un defecto producido por la deformación del gel debido a la rápida acidificación del producto láctico (Mendoza, 2021).

10.4 Resultados análisis fisicoquímicos de los mejores tratamientos

Los mejores tratamientos en caracterización pH y acidez utilizando el análisis de varianza son el tratamiento t₁ (a₁b₁, yogurt con variante genética* 5 °C) y t₄ (a₂b₁, yogurt control *5 °C), siendo los más aceptados se procedió a realizar los análisis fisicoquímicos en un laboratorio certificado. De igual manera se indica que el tratamiento t₁ es estadísticamente significativo en sus valores de análisis reológicos mostrando medias superiores en valor de densidad e índice de consistencia permitiendo obtener geles con mayor firmeza y textura.

Tabla 17.

Análisis fisicoquímicos de yogurt natural

Parámetro	Unidad	Yogurt natural		Valores de referencia NTE INEN 2395
		Variante genética	Control	
Densidad	%	1,044	1,032	-
Contenido de grasa	%	2,48	2,23	Min. 2,5
Proteína	%	3,09	2,48	Min, 2,7
Grasa vegetal	-	Negativo	Negativo	Negativo
Suero de leche	-	Negativo	Negativo	Negativo

Nota. Fuente: Informe de resultados, SETLAB (2023).

De acuerdo con los datos obtenidos de la tabla 17, se observa que los parámetros para la muestra con variante genética se encuentran bajo los rangos establecidos, a diferencia de la leche control que no alcanza los parámetros en cuanto a contenido de grasa y proteína. En el análisis de densidad se puede observar una diferencia poco significativa, señalando un valor superior en densidad para la muestra de yogurt con variante genética. De acuerdo con Mendoza (2021) la leche con beta caseína A₂A₂ presenta mayor contenido graso y proteico a diferencia de leches con otras variantes de caseína, lo cual se ve reflejado en los parámetros de proteína y grasa de las muestras en estudio.

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES, ECONÓMICO)

11.1 Impacto técnico

El estudio permitió elaborar yogurt natural con diferentes factores, caracterizándose fisicoquímicamente, potenciando el estudio de yogurt en la provincia, además de enriquecer la caracterización de derivados lácteos producidos con leche que posee diferentes genotipos de caseínas, las cuales influyen en proceso de elaboración y características físico químicas del yogurt. Permitirá tener una guía adecuada para la elaboración de yogurt natural y el aprovechamiento de materias primas en tendencia mejorando los procesos de elaboración y almacenamiento del yogurt.

11.2 Impacto social

El presente estudio permitirá fomentar el consumo de leche A₂A₂ en las personas que se consideren intolerantes a la lactosa debido a la funcionalidad que presenta la leche mejorando la digestibilidad de la proteína láctea y sus derivados debido a que contiene prolina, un aminoácido que a diferencia de la variante A₁A₁ posee histidina y es el causante de la gran mayoría de inflamaciones gastrointestinales tras la digestión de la proteína láctea, de esta manera desarrollar una cultura de alimentación mucho más saludable y funcional al elevar el consumo de lácteos dentro de la dieta diaria mejorando así el estilo de vida de los consumidores al ampliar las opciones de alimentos que pueden tener a su alcance.

11.3 Impacto ambiental

Se logró elaborar un producto sostenible cuyo proceso no genera contaminación al medio y permite un aprovechamiento total de materia prima sin generar residuos durante el tiempo de fermentación y el almacenamiento, añadiendo que las botellas plásticas utilizadas pueden someterse a reciclaje. El mejoramiento genético del hato ganadero hacia razas con el genotipo BCN2 A₂A₂ se considera como una alternativa eficiente debido a que sus bondades y productividad son altamente reconocidas por sus menores requerimientos de nutrientes por unidad de producción, mayor habilidad en la cosecha de hierba, menor peso vivo y mejor estado general fisiológico en condiciones de posible restricción nutricional estacional permitiendo evitar la sobre explotación del área ganadera además de asegurar el bienestar animal.

11.4 Impacto económico

Tendrá un aspecto positivo fomentando la inclusión de hatos ganaderos con esta variante genética y la diversificación en el mercado provincial de leche que contengan beta-caseína A₂ permitiendo retornar a una producción de leche funcional cuyos aportes a la salud son altamente significativos y representa mayores ingresos económicos puesto que el precio comercial de la leche A₂A₂ es superior a la leche que se produce y comercializa actualmente, tomando en cuenta la creciente tendencia alimentaria por la búsqueda de alimentos que sean saludables y funcionales se propone a la leche A₂A₂ con gran futuro productivo a nivel nacional y local.

12. PRESUPUESTO

Tabla 18.

Presupuesto

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO				
RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
MATERIA PRIMA				
Leche A ₂ A ₂	15	L	\$ 1,50	\$ 22,50
Leche control	15	L	\$ 0,60	\$ 9,00
Cultivo Láctico	24	g	\$ 14,50	\$ 0,44
SUB-TOTAL				\$ 31,94
REACTIVOS				
Agua destilada	4	L	\$ 1,50	\$ 6,00
Solución de Na OH (1 %)	1	L	\$ 9,40	\$ 9,40
Fenoptaleína	0,50	L	\$ 3,65	\$ 3,65
Alcohol etílico (95 %)	4	L	\$ 2,75	\$ 11
SUB-TOTAL				\$ 30,05
MATERIALES				
Botellas plásticas	18	u	\$ 0,55	\$ 9,90
Cucharón	1	u	\$ 1,20	\$ 1,20

Fundas de basura	2	u	\$ 0,15	\$ 0,30
Cofias	20	u	\$ 0,35	\$ 7,00
Mascarillas	20	u	\$ 0,25	\$ 5,00
Tela lienzo	2	u	\$ 2,10	\$ 4,20
Contenedor cooler	2	u	\$ 2,50	\$ 5,00
SUB-TOTAL				\$ 32,60
INSUMOS				
Diésel	20	L	\$ 1,75	\$ 35,00
SUB-TOTAL				\$ 35,00
EQUIPOS				
Termómetro	1	u	\$ 17,50	\$ 17,50
Potenciómetro	1	u	\$ 48,00	\$ 48,00
Balanza analítica	1	u	\$ 15,00	\$ 15,00
Vaso de precipitación	1	u	\$ 1,30	\$ 1,30
SUB-TOTAL				\$ 81,80
ANÁLISIS DE LABORATORIO				
Laboratorio "SETLAB"	2	u	\$ 50,00	\$ 100,00
SUB-TOTAL				\$ 100,00
MATERIAL DE OFICINA				
Marcador	1	u	\$ 0,80	\$ 0,80
Cuaderno	1	u	\$ 1,00	\$ 1,00
SUB-TOTAL				\$ 1,80
EVENTUALIDADES				\$ 18,00
TOTAL				\$ 296,19

Nota. Elaborado: Valdiviezo, P. (2023)

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones

- Se elaboró yogurt natural con distinta materia prima, leche con variante genética beta caseína A₂A₂ y leche control A₁A₁ obteniendo dos muestras de yogurt natural dando como resultado un primer factor A con dos niveles de estudio (a₁, a₂). El yogurt natural con variante genética (a₁) presenta mayor grado de acidificación al alcanzar 72 °D en un tiempo de seis horas y treinta minutos con un pH de 4,37 y acidez de 0,73%, a diferencia del yogurt control (a₂) que presentó un grado de acidez de 60 °D en el mismo periodo de tiempo alcanzando un pH de 4,33 y una acidez de 0,68%.

Los cuadros de análisis de varianza para los parámetros reológico indican que el yogurt natural a₁ es significativamente diferente del yogurt a₂ en el parámetro de viscosidad presentando un valor de 194,04(m Pa*s) y los datos de índice de consistencia (k) con una media 0,00025, sin embargo no existen diferencias significativas entre las dos muestras de yogurt para y el índice de flujo(n) con una media de 3,00 puesto que las muestras se ubican en un mismo rango de significancia para estos valores, según explica Romero (2020) esta propiedad está relacionada directamente a la composición fisicoquímica de las materias primas utilizadas y el caso del yogurt se relaciona con el contenido de lactosa, grasa, estructura de la caseína y los tamaños del glóbulo de grasa ya que la cantidad de β -caseína presente en la leche actúa de forma directa con el tamaño de la micela proporcionando al gel mayor firmeza.

A través de los datos experimentales obtenidos se indica que el yogurt elaborado con leche cuya variante proteica es de beta-caseína A₂A₂ luego de la fermentación se obtiene un producto con mayor firmeza y textura y según indica Mendoza (2021) la leche con beta caseína A₂A₂ presenta mayor contenido graso y proteico a diferencia de leches con otras variantes de caseína, lo cual se ve reflejado en los parámetros de proteína y grasa de las muestras en estudio.

- De acuerdo con los datos obtenidos de las características fisicoquímicas (pH y acidez) medidos durante el periodo de almacenamiento indican que sufrieron una disminución gradual en el yogurt natural, lo que compromete la calidad y está relacionada directamente las fluctuaciones de temperatura de almacenamiento ocasionando cambios no deseables en las características fisicoquímicas y organolépticas del producto (Lázaro, 2014). Se observa que los mejores resultados de pH y acidez en el décimo quinto día se

encuentran los tratamientos t_4 y t_1 con un promedio de 4,05 y 4,00 para pH, mientras que en los valores de acidez alcanzaron promedios de 0,911% y 0,923% respectivamente.

De acuerdo con los resultados los parámetros fisicoquímicos del yogurt natural en comparación con las Normativa NTE INEN 2395 indica que para la muestra con variante genética se encuentran bajo los rangos establecidos y señala que el yogurt con la variante genética de beta caseína presenta un alto porcentaje de proteína cuyo valor es de 3,09% a diferencia de un 2,87% que presenta el yogurt control. En el análisis de densidad se puede observar una diferencia poco significativa, señalando un valor superior en densidad para la muestra de yogurt con variante genética cuyo valor es de 1,04 g/ml a diferencia de 1,032 g/ml que presenta el yogurt control.

- El tiempo de vida útil para un yogurt natural con variante genética y para un yogurt control es de 6 días bajo refrigeración de 5 °C considerándose la temperatura óptima de almacenamiento recomendada por Valdez & Alvaro(2019). La temperatura es un factor que afecta directamente a la velocidad indicando una mayor cinética de reacción, según se muestra en los datos obtenidos del aumento proporcional de la velocidad de reacción al elevar la temperatura en 10 °C provoca una disminución gradual en los valores de pH, entre otro factor que afecta las reacciones que pueden producirse en los alimentos se encuentran composición fisicoquímica como el contenido graso, proteínas, sólidos solubles (Camayo et al., 2020).

En cuanto a los tratamientos almacenados a 15 °C y 25°C se tiene tiempos de vida útil de 5 y 3 días respectivamente, en comparación con los datos obtenidos de la cinética de reacción se puede concluir que el aumento de la temperatura acelera la producción de ácido láctico en el yogurt ocasionando la disminución de pH y sinéresis, un defecto producido por la deformación del gel debido a la rápida acidificación del producto láctico (Mendoza, 2021).

13.2 Recomendaciones

- Diversificar la aplicación de cultivos lácteos que permitan optimizar el tiempo de fermentación y se logre obtener yogures con características físico químicas adecuadas de una manera más rápida y eficaz.
- Incentivar en los productores lecheros el mejoramiento genético del hato ganadero con bovinos de genotipo BCN2 A₂A₂ para poder retornar a una producción de leche

funcional cuyos aportes a la salud son altamente significativos y representa mayores ingresos económicos puesto que el precio comercial de la leche A₂A₂ es superior.

- Sugerir la comercialización de leche A₂A₂ en presentaciones de leche entera debido a que las operaciones unitarias que se llevan a cabo en los derivados lácteos pueden ocasionar la desnaturalización de las proteínas reduciendo el valor nutricional y funcional de la leche.

14. REFERENCIAS

- Arcos, C., Lascano, P., Guevara, R., Torres, C., & Guevara, G. (2018). *Plano alimentario, días de lactancia y genotipos de vacas en pastoreo, como efectos en la producción de la leche y cambios de peso vivo en sistemas lecheros del Trópico Alto en Ecuador*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Medicina Veterinaria.
- Babio, N., Mena, G., & Salas, J. (2017). *Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta?*, *Nutrición Hospitalaria*.
https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112017001000006
- Brooke, S., Dwyer, K., Woodford, K., & Kost, N. (2017, Septiembre 7). *Systematic Review of the Gastrointestinal Effects of A1 Compared with A2 β -Casein*. *Advances in Nutrition*.
<https://academic.oup.com/advances/article/8/5/739/4772179?login=false>
- Camayo, B., Quispe, M., De la Cruz, E., Manyari, G., Espinoza, C. & De la Cruz, A. (2020, Junio). *Compota de zapallo (Cucúrbita máxima Dutch.) para infantes, funcional, de bajo costo, sin conservantes y de considerable tiempo de vida útil: características reológicas, sensoriales, fisicoquímicas, nutritivas y microbiológicas*. *Scientia Agropecuaria*. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.02.07>
- Castillo, D., Sánchez, J., & Castro, P. (2012, Noviembre 13). *Efecto de la concentración de sólidos totales de la leche entera y tipo de cultivo comercial en las características reológicas del yogurt natural tipo batido*. Universidad Nacional de Trujillo, Ingeniería Agroindustrial.
<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/120/138>
- Chagua, P., Malpartida, R., & Ruiz, A. (2020). *Tiempo de pasteurización y su respuesta en las características químicas y de capacidad antioxidante de aguamiel de Agave americana L.* Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572020000100045

- CIL. (2018). *Datos del sector lácteo – Ecuador*. Centro de la Industria Láctea del Ecuador, Quito. https://e152f73b-81b4-4206-a6ee-8b984b6a13b0.filesusr.com/ugd/6cc8de_513a9bb8db76451a9a74586d7902bb3b.pdf
- Cortez, J. (2018, Diciembre). *Lechería e industria quesera en la república del Ecuador*. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Veterinarias. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/1162/TFI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cueva, O. A. (2003, Diciembre). *Elaboración de yogur firme sabor fresa*. Zamorano, Carrera de Agroindustria. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7b517165-22c5-4f25-95c7-f4a17dd18574/content>
- Delgado, R. (2021, Diciembre). *Study of the effects of – casein polymorphism (A2vsA1) on acid coagulation properties of milk*. Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Veterinaria. https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2021/259159/TFM_rdelgadoteixeira.pdf
- Díaz, R. (2018, Noviembre). *Reología aplicada a sistemas alimentarios*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/270/1/CORRECCIONES-ilovepdf-compressed.pdf>
- Fuentes, A., Cortés, V., & Talens, P. (2017). *Comportamiento reológico de un alimento en función de su contenido en grasa*. Universidad Politécnica de Valencia, Tecnología de Alimentos. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/83391/Fuentes%3BCort%3%A9s%3BTalens%20-%20Comportamiento%20reol%C3%B3gico%20de%20un%20alimento%20en%20funci%C3%B3n%20su%20contenido%20en%20grasa.pdf?sequence=1>
- Fuentes, P. (2018). *Efecto del consumo de leche con los genotipos A1 y A2 de beta-caseína en becerros de la raza charoláis*. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Biotecnología y Genómica. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/27910/Efecto%20del%20consumo%20de%20leche%20con%20los%20subtipos%20A1%20y%20A2%20de%20Beta%20-%20Case%C3%ADna%20en%20becerros%20de%20la%20raza%20charolais.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gatica, C., & Alomar, D. (2017). *Variantes genéticas de beta caseína bovina: implicancia en la producción, características tecnológicas de la leche y la salud humana*. Agro Sur, Universidad Austral de Chile. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2017.v45n3-05>

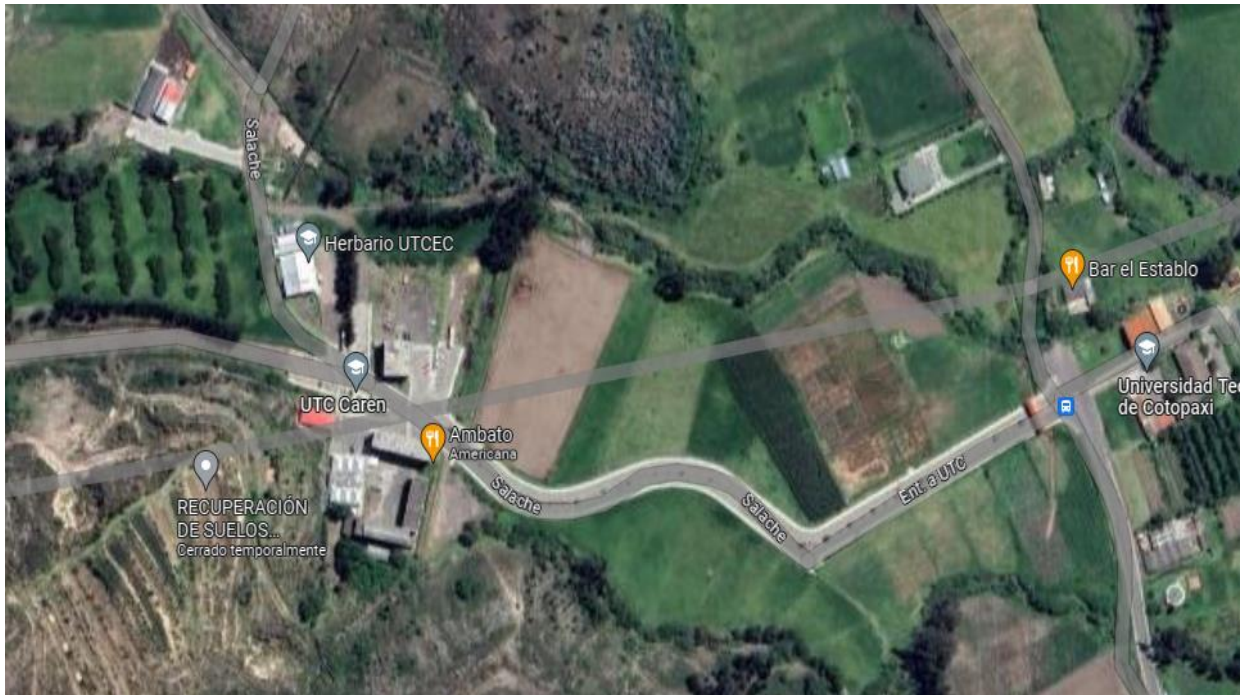
- Gaviño, R. (2019). *Efecto de la adición de proteína de suero de leche concentrado y tiempo de almacenamiento sobre la acidez, viscosidad, sinéresis, recuento de bacterias lácticas y aceptabilidad general en el yogurt bebible*. Universidad Privada Antenor Orrego. https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4698/1/RE_ALI_ROXANA.GAVI%c3%91O_EFECTO.ADICION.PROTEINA_DATOS.pdf
- Goyen, E. (2019). *Factores que influyen en la vida útil y sensorial de productos alimenticios: almacenamiento en el hogar, fecha de vencimiento, tipo de producto, perfil de consumidor y entorno de evaluación*. Universidad Nacional de la Plata, Departamento de Química. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/79617/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020, Julio 1). *Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)*. Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento. <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/860/1363>
- INEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. (2020). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria: Ecuador*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Jiménez, A. (2018, Septiembre). *Determinación de factor Q para establecer la vida útil de un concentrado de fruto*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de ciencia y Tecnología de Alimentos. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/45497/K%2065562%20Jim%C3%A9nez%20Herrera%2C%20Alejandra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lázaro, M. (2014). *Vida útil determinada por pruebas aceleradas y estadística de supervivencia de yogurts de leche de cabra frutados con mango (Mangifera indica) y mango (Musa paradisiaca)*. Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10211/L%c3%81ZARO%20SAAVEDRA%20MAR%c3%8dA%20LUZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Llactahuamani, I. (2021, Agosto 31). *Estudio de los efectos del polimorfismo genético de la β -caseína sobre las propiedades de coagulación enzimática de la leche*. Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Veterinaria. https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2022/259091/TFM_illactahuamanihuilca.pdf

- Martínez, L. (2022, Julio 25). *Tratamiento de datos de alimentos fluidos para la determinación experimental de viscosidad*. Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Ingeniería y Tecnología. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/81406>
- Mendoza, R. (2021). *Propiedades y características reológicas aplicadas en el yogurt*. Universidad Nacional de Chimborazo, Carrera de Agroindustria. http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7629/1/Tesis_Mendoza%20Rosa_20_04_2021.pdf
- Mercado, J., López, M., Martínez, G., & Juárez, A. (2018). *Estimación de la vida de anaquel mediante pruebas aceleradas en fresa entera en bolsa de polietileno y pulpa de fresa congelada*. Universidad de Guanajuato, Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/6/110.pdf>
- Meyer, C. (2018). *Leche A2A2: ¿Moda o futuro genético?* Ganadería SOS. <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2018/08/LECHE-A2A2-MODA-O-FUTURO-GENETICO-.pdf>
- NTE INEN 0009. (2012). *Leche cruda. Requisitos*. Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_009_6r.pdf
- NTE INEN 2395. (2011). *Leches fermentadas. Requisitos*. Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2395-2r.pdf>
- Padilla, J., & Zambrano, J. (2021). *Estructura, propiedades y genética de las caseínas de la leche: una revisión*. Revista CES, Medicina Veterinaria y Zootecnia. <https://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/5231/3588>
- Pelaéz, O. (2016). *Evaluación de la acidez titulable en la elaboración de yogurt en base a la norma INEN 2395 en lácteos nacionales*. Universidad Técnica de Machala, Carrera de Ingeniería Química. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7661/1/alcivar.pdf>
- Piza, N., Amaiquema F., & Beltrán, G. (2019, Diciembre 2). *Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas apreciaciones necesarias*. Universidad Técnica de Babahoyo. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442019000500455&script=sci_arttext&tlng=pt
- Ristanik, M., & col. (2020). *Beta-Casein Gene Polymorphism in Serbian Holstein-Friesian Cows and Its Relationship with Milk Production Traits*. University of Belgrade, Faculty of Veterinary Medicine. <https://sciendo.com/article/10.2478/acve-2020-0037>

- Romero, J. (2020). *Efecto de la proteína láctea bovina sobre la calidad fisicoquímica y tecnológica de los quesos frescos. Revisión*. Universidad Nacional de Chimborazo, Carrera de Ingeniería Agroindustrial. http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7395/2/8.1.%20TESIS%20FINAL_JENNIFER%20ROMERO%20.pdf
- Rus, E. (2021, Junio 1). *Investigación cuantitativa - Qué es, definición y concepto*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-cuantitativa.html>
- Valdez, M. & Alvaro, K. (2019). *Comportamiento reológico y evaluación fisicoquímica y sensorial del yogurt con adición de fibra de mesocarpio del maracuyá (Passiflora edulis)*. Universidad Nacional del Centro de Perú, Facultad de Ciencias Aplicadas. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5567/T010_70233570_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vito, J. (2019). “*Determinación de la vida útil mediante pruebas aceleradas (ASLT) de un producto extruido enriquecido con concentrado proteico de pota (Dositicus Gigas)*”. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Pesquería. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4195/vito-villajordan-jesus.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zapata, I., Sepúlveda, U., & Rojano, B. (2014). *Efecto del Tiempo de Almacenamiento sobre las Propiedades Fisicoquímicas, Probióticas y Antioxidantes de Yogurt Saborizado con Mortiño (Vaccinium meridionale Sw)*. Universidad Católica de Oriente, Facultad de Ingeniería. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v26n2/art04.pdf>

15. ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión Salache



Fuente: Google Maps (2023)

Anexo 2. Hoja de vida del docente tutor

INFORMACIÓN PERSONAL

Nombre: Franklin Antonio
Apellido: Molina Borja
Estado Civil: Casado
Cedula: 0501821433
Lugar y Fecha de nacimiento: Latacunga, 28 de enero del 1971
Dirección domiciliaria: Latacunga, Barrio San Sebastián
Teléfono Convencional: 032811546
Teléfono Celular: 0992982440
E-mail Institucional: franklin.molina@utc.edu.ec



En caso de emergencia contactarse con: Rivera Guzmán 0984623678

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TÍTULOS OBTENIDOS	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
TÉCNICO	Técnico superior entrenador de fútbol	19-04-2005	2219-05-58990
TERCER	Ingeniero Agroindustrial	27-08-2002	1020-02-179998
CUARTO	Diploma superior en auditoría y aseguramiento de la calidad para el sector alimenticio	26-06-2009	1010-09-693979
CUARTO	Magister en industrias pecuarias mención en industrias de lácteos	23-01-2013	1002-13-86031945

HISTORIAL PROFESIONAL

FACULTAD EN LA QUE LABORA: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

CARRERA A LA QUE PERTENECE: Agroindustria

ÁREA DE CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Administración; Educación Comercial y Administración.

Ingeniería, Industria y Construcción; Industria y Producción.

FECHA DE INGRESO A LA UTC: octubre 03 del 2004.

Anexo 3. Hoja de vida del estudiante investigador

INFORMACIÓN PERSONAL

Nombre: Poeth Carolina
Apellido: Valdiviezo Galarza
Estado Civil: Soltera
Cédula: 0502815475
Lugar y Fecha de nacimiento: Latacunga, 24 de Junio de 1999
Dirección domiciliaria: Av. San Isidro Labrador y Los Álamos, Latacunga
Teléfono Convencional: 03 2292 334
Teléfono Celular: 099 972 3452
E-mail Personal: carolinavaldiviezo99@gmail.com
E-mail Institucional: poleth.valdiviezo5475@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS

Primaria: Escuela Fiscal Mixta Dr. Vicente Piedrahita
Secundaria: Título de Bachiller en Ciencias. San José "La Salle", Latacunga
Superior: Carrera de Agroindustria, en curso. Universidad Técnica de Cotopaxi
Idiomas: Inglés, Francés

FORMACIONES ADICIONALES

- I Seminario Internacional de Agroindustria: Seguridad Alimentaria, Innovación y Gestión de Calidad
- Inocuidad y Seguridad Alimentaria
- Elaboración y Control de Calidad de Productos Lácteos
- III Congreso internacional de Agroindustria: Tendencias Industriales, Biotecnología y Emprendimiento 2020
- I Congreso Internacional de Innovación y Emprendimiento en tiempo de pandemia y post pandemia
- Gestión de la Agroindustria como eje de desarrollo en la Industria Agroalimentaria
- II Jornada de Difusión científica Agroindustrial, Universidad Técnica de Cotopaxi
- Semana de la Difusión del Centro de Emprendimiento UTC
- Obtención de Notificaciones Sanitarias para Alimentos Procesados y Manejo del Sistema ECUAPASS
- Formación de Implementadores en Buenas Prácticas Agropecuarias
- Auditoría Interna en Sistemas Integrados de Inocuidad Alimentaria BPM, ARCSA, HACCP CODEX, ISO 22 000
- Gestión del Riesgo y Resiliencia en sistemas Agroalimentarios

PRÁCTICAS LABORALES

- Embutidos Cárnicos MARIBO, "La Madrileña"
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, Agrocalidad. Área de Registro e Insumos Agropecuarios
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, Agrocalidad. Área de Inocuidad de Alimentos

Anexo 4. Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 2395: 2011



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2395:2011
Segunda revisión

LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS.

Primera Edición

FERMENTE MILKS. REQUIREMENTS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos procesados, leches fermentadas, requisitos.
AL 03.01-442
CDU: 637.146
CIU: 3112
ICS: 67.100.01

CDU: 637.146
ICS: 67.100.01



CIIU: 3112
AL 03.01-442

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS	NTE INEN 2395:2011 Segunda revisión 2011-07
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las leches fermentadas, destinadas al consumo directo.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a las leches fermentadas naturales: yogur, kéfir, kumis, leche cultivada o acidificada; leches fermentadas con ingredientes y leches fermentadas tratadas térmicamente.</p> <p>2.2 No se aplican a las bebidas de leches fermentadas</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 Leche Fermentada natural. Es el producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, elaborado a partir de la leche por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación (precipitación isoeléctrica). Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de vencimiento. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de microorganismos viables. Comprende todos los productos naturales, incluida la leche fermentada líquida, la leche acidificada y la leche cultivada y al yogur natural, sin aromas ni colorantes.</p> <p>3.1.2 Producto natural. Es el producto que no está aromatizado, no contiene frutas, hortalizas u otros ingredientes que no sean lácteos, ni está mezclado con otros ingredientes que no sean lácteos.</p> <p>3.1.3 Yogur. Es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> y <i>Streptococcus salivaris</i> subsp. <i>thermophilus</i>, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias benéficas que por su actividad le confieren las características al producto terminado; estas bacterias deben ser viables y activas desde su inicio y durante toda la vida útil del producto. Puede ser adicionado o no de los ingredientes y aditivos indicados en esta norma.</p> <p>3.1.4 Kéfir. Es una leche fermentada con cultivos ácido lácticos elaborados con granos de kéfir, <i>Lactobacillus kéfir</i>, especies de géneros <i>Leuconostoc</i>, <i>Lactococcus</i> y <i>Acetobacter</i> con producción de ácido láctico, etanol y dióxido de carbono. Los granos de kéfir están constituidos por levaduras fermentadoras de lactosa (<i>Kluyveromyces marxianus</i>) y levaduras no fermentadoras de lactosa (<i>Saccharomyces omnispurus</i>, <i>Saccharomyces cerevisiae</i> y <i>Saccharomyces exiguus</i>), <i>Lactobacillus casei</i>, <i>Bifidobacterium sp</i> y <i>Streptococcus salivarius subs. Thermophilus</i>, por cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto.</p> <p>3.1.5 Kumis. Es una leche fermentada con <i>Lactococcus Lactis subsp cremoris</i> y <i>Lactococcus Lactis subsp lactis</i>, los cuales deben ser viables y activos en el producto hasta el final de su vida útil, con producción de alcohol y ácido láctico.</p> <p>3.1.6 Leche cultivada, o acidificada. Es una leche fermentada por la acción de <i>Lactobacillus acidophilus</i> (leche acidificada) o <i>Bifidobacterium sp.</i>, u otros cultivos lácticos inoocuos apropiados, los cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto.</p> <p>3.1.7 Leche fermentada tratada térmicamente. Es el producto definido en el numeral 3.1.1 y 3.1.9, que ha sido sometido a tratamiento térmico, después de la fermentación. Los cultivos de microorganismos no serán viables ni activos en el producto final.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos procesados, leches fermentadas, requisitos</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3999 – Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro – Quito-Ecuador – Prohibida la reproducción

3.1.8 Leche fermentada con ingredientes. Son productos lácteos compuestos, que contienen un máximo del 30 % (m/m) de ingredientes no lácteos (tales como edulcorantes, frutas y verduras así como jugos, purés, pastas, preparados y conservantes derivados de los mismos, cereales, miel, chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales e inocuos) y/o sabores. Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o luego de la fermentación.

3.1.9 Leche fermentada concentrada. Es una leche fermentada cuya proteína ha sido aumentada antes o luego de la fermentación a un mínimo del 5,6%. Las leches fermentadas concentradas incluyen productos tradicionales tales como Stragisto (yogur colado), Labneh, Ymer e Ylette.

3.1.10 Leche fermentada adicionada con microorganismos probióticos. Es el producto definido en el numeral 3.1.1 al cual se le han adicionado bacteria vivas benéficas, que al ser ingeridas favorecen la microflora intestinal.

3.1.11 Microorganismo probiótico. Microorganismo vivo, que suministrado en la dieta e ingerido en cantidad suficiente ejerce un efecto benéfico sobre la salud, más allá de los efectos nutricionales.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 De acuerdo a sus características las leches fermentadas, se clasifican de la siguiente manera:

4.1.1 Según el contenido de grasa en:

- a) Entera.
- b) Semidescremada (parcialmente descremada).
- c) Descremada.

4.1.2 De acuerdo a los ingredientes en:

- a) Natural,
- b) Con ingredientes,

4.1.3 De acuerdo al proceso de elaboración en:

- a) Batido,
- b) Coagulado o aflanado,
- c) Tratado térmicamente
- d) Concentrado,
- e) Deslactosado.

4.1.4 De acuerdo al contenido de etanol, el Kéfir se clasifica en:

- a) suave
- b) fuerte

5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

5.1 La leche que se utilice para la elaboración de leches fermentadas debe cumplir con la NTE INEN 09, y posteriormente ser pasteurizada (ver NTE INEN 10) o esterilizada (ver NTE INEN 701) y debe manipularse en condiciones sanitarias según el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.

(Continúa)

5.2 Se permite el uso de otras leches diferentes a las de vaca, siempre que en la etiqueta se declare de que mamífero procede.

5.3 Las leches fermentadas, deben presentar aspecto homogéneo, el sabor y olor deben ser característicos del producto fresco, sin materias extrañas, de color blanco cremoso u otro propio, resultante del color de la fruta o colorante natural añadido, de consistencia pastosa; textura lisa y uniforme.

5.4 A las leches fermentadas pueden agregarse, durante el proceso de fabricación, crema previamente pasteurizada, leche en polvo, leche evaporada, grasa láctea anhidra y proteínas lácteas.

5.5 Los residuos de medicamentos veterinarios y sus metabolitos no deben superar los límites establecidos por el Codex Alimentario CAC/LMR 2 en su última edición.

5.6 Los residuos de plaguicidas, pesticidas y sus metabolitos, no deben superar los límites establecidos por el Codex Alimentario CAC/LMR 1 en su última edición.

5.7 Se permite el uso de vitaminas, minerales y otros nutrientes específicos, de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1334-2.

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos específicos

6.1.1 A las leches fermentadas podrán añadirse: azúcares o edulcorantes permitidos, frutas frescas enteras o en trozos, pulpa de frutas, frutas secas y otros preparados a base de frutas. El contenido de fruta adicionada no debe ser inferior al 5 % (m/m) en el producto final.

6.1.2 Se permite la adición de otros ingredientes como: hortalizas, miel, chocolate, cacao, coco, café, cereales, especias y otros ingredientes naturales. Cuando se utiliza café el contenido máximo de cafeína será de 200 mg/kg, en el producto final. El peso total de las sustancias no lácteas agregadas a las leches fermentadas no será superior al 30% del peso total del producto.

6.1.3 La leche fermentada con frutas u hortalizas, al realizar el análisis histológico deben presentar las características propias de la fruta u hortaliza adicionada.

6.1.4 Las leches fermentadas, ensayadas de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con lo establecido en la tabla 1.

TABLA 1. Especificaciones de las leches fermentadas

REQUISITOS	ENTERA		SEMIDESCREMADA		DESCREMADA		METODO DE ENSAYO
	Min %	Max %	Min %	Max %	Min %	Max %	
Contenido de grasa	2,5	---	1,0	<2,5	---	<1,0	NTE INEN 12
Proteína, % m/m							
En yogur, kéfir, kumis, leche cultivada	2,7	--	2,7	--	2,7	--	NTE INEN 16
Alcohol etílico, % m/v							
En kéfir suave	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	NTE INEN 379
En kéfir fuerte	--	3,0	--	3,0	--	3,0	
Kumis	0,5	---	0,5	---	0,5	---	
Presencia de adulterantes ¹⁾	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Grasa Vegetal	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Suero de Leche	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 2401

* Expresado como ácido láctico

1) Adulterantes: Harina y almidones (excepto los almidones modificados) soluciones salinas, suero de leche, grasas vegetales.

6.1.5 Las leches fermentadas deben cumplir con los requisitos del contenido mínimo del cultivo del microorganismo específico (*Lactobacillus delbruekii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivaris* subsp. *thermophilus*; *Lactobacillus acidophilus*, según sea el caso), y de bacterias prebióticas, hasta la fecha de vencimiento, de acuerdo con lo indicado en la tabla 2.

TABLA 2. Cantidad de microorganismos específicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación

PRODUCTO	Yogur, kumis, kéfir, leche cultivada, leches fermentadas con ingredientes y leche fermentada concentrada Mínimo	kéfir y kumis Mínimo
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido para cada producto	10 ⁷ UFC/g	
Bacterias probióticas	10 ⁶ UFC/g	
Levaduras		10 ⁴ UFC/g

6.1.6 Requisitos microbiológicos

6.1.6.1 Al análisis microbiológico correspondiente las leches fermentadas deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas.

6.1.6.2 Las leches fermentadas, ensayadas de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3.

TABLA 3. Requisitos microbiológicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes totales, UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
Recuento de <i>E. coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1529-10

En 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.

6.1.6.3 Cuando se analicen muestras individuales se tomaran como valores máximos los expresados en la columna m.

6.1.6.4 Las leches fermentadas tratadas térmicamente y envasadas asépticamente deben demostrar esterilidad comercial de acuerdo a NTE INEN 2335

6.1.7 Aditivos. Se permite el uso de los aditivos establecidos en la NTE INEN 2074 para estos productos

6.1.8 Contaminantes. El límite máximo de contaminantes no deben superar los límites establecidos por el Codex Stan 193-1995

6.2 Requisitos complementarios

6.2.1 Las leches fermentadas, siempre que no se hayan sometido al proceso de esterilización, deben mantenerse en refrigeración durante toda su vida útil.

(Continúa)

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.

7. INSPECCIÓN

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

7.2 Aceptación o rechazo. Se acepta el lote si cumple con los requisitos establecidos en esta norma; caso contrario se rechaza.

8. ENVASADO Y EMBALADO

8.1 Las leches fermentadas deben expendirse en envases asépticos, y herméticamente cerrados, que aseguren la adecuada conservación y calidad del producto.

8.2 Las leches fermentadas deben acondicionarse en envases cuyo material, en contacto con el producto, sea resistente a su acción y no altere las características organolépticas del mismo.

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

9. ROTULADO

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

(Continúa)

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 9	<i>Leche cruda. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 10	<i>Leche pasteurizada. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 12	<i>Leche. Determinación del contenido de grasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 13	<i>Leche. Determinación de la acidez titulable.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 16	<i>Leche. Determinación de la proteína</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 19	<i>Leche. Ensayo de fosfatasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 379	<i>Conservas vegetales. Determinación de alcohol etílico.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 701	<i>Leche larga vida. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2	<i>Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1500	<i>Leche. Métodos de ensayo cualitativos para la determinación de la calidad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-7	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica del recuento de colonias.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-8	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y escherichia coli.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de mohos y levaduras viables.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2335	<i>Leche larga vida. Método para control de la esterilidad comercial</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2401	<i>Leche determinación de suero de quesería en leche fluida y en polvo. Método de cromatografía líquida de alta eficacia.</i>
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados</i>
<i>Ley 2007-76</i>	<i>del Sistema Ecuatoriano de la Calidad. Publicado en el Registro Oficial No. 26 de 2007-02-22.</i>
Decreto Ejecutivo 3253	<i>Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002</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>
<i>Codex Stan 193-1995 Norma General del Codex para los contaminantes y toxinas presentes en los alimentos.</i>	

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Andina. NA 078:2009	<i>Leches fermentadas. Requisitos.</i> Comunidad Andina, Lima 2009
Norma Técnica Colombiana NCT 805	<i>Productos Lácteos. Leches Fermentadas.</i> Bogotá 2000.
Programa Conjunto FAO – OMS	<i>Norma del Codex para leches fermentadas.</i> Codex Stan 243-2003. Adoptado 2003. Revisión 2008, 2010

(Continúa)

Ministerio de Agricultura y de Abastecimiento del Brasil. Resolución No. 5 de 13 de noviembre del 2000. *Especificaciones para las leches fermentadas.*

Secretaría de Salud. Norma Mexicana NOM 185-SSA1-2002 *Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.* México 2002.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2395 Segunda revisión	TÍTULO: LECHE FERMENTADAS. REQUISITOS	Código: AL 03.01-442
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 2008-11-28 Oficialización con el Carácter de Voluntaria por Resolución No 150-2009 2009-01-29 publicado en el Registro Oficial No. 519 de 2009-02-02 Fecha de iniciación del estudio:	
Fechas de consulta pública: de _____ a _____		

Subcomité Técnico: LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS

Fecha de iniciación: 2010-10-14

Fecha de aprobación: 2011-01-13

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

Dr. Rafael Vizcarra (Presidente)
 Ing. Julio Gutiérrez
 Ing. Juan Carlos Romero
 Dra. Teresa Rodríguez
 Dra. Indira Delgado
 Dra. Mónica Sosa
 Dr. Alexander Salazar
 Ing. Paola Simbaña
 Ing. Noela Bautista

Tlga. Tatiana Gallegos
 Ing. Gustavo Navarro
 Sr. Rodrigo Gómez de la Torre
 Ing. Leonardo Baño
 Ing. Julio Vera
 Dr. Galo Izurieta
 Ing. Lourdes Reinoso
 Ing. Daniel Tenorio
 Ing. Luis Sánchez

Ing. Rocío Contero
 Dr. David Villegas
 Dra. Katya Yépez
 Dr. Darío Solórzano
 Ing. Daniel Tenorio
 Dra. Mónica Quinatoa

Dr. Paúl Fuertes
 Dr. Rodrigo Dueñas
 Dra. Cecilia Zamora
 Dra. Ma. Isabel Salazar
 Ing. Jorge Chávez
 Dra. Verónica Iñiguez
 Ing. Santiago Tinajero
 Ing. María E. Dávalos (Secretaría Técnica)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

CENTRO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA
 UTA - FACULTAD DE ALIMENTOS
 LACTEOS SAN ANTONIO
 INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Guayaquil
 ALPINA ECUADOR S.A.
 INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Quito
 REYBANPAC – LACTEOS
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
 UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA -
 ECOLAC
 MINISTERIO DE SALUD – SISTEMA ALIMENTOS
 HOLSTEIN
 PRODUCTORES DE LECHE
 AVELINA S.A.
 LA HOLANDESA
 PATEURIZADORA QUITO
 SFG – MAGAP
 AILACCEP
 DIRECCIÓN PROVINCIAL DE SALUD DE
 PICHINCHA
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
 MIPRO
 NESTLÉ ECUADOR
 NESTLÉ ECUADOR
 AILACCEP
 DIRECCIÓN PROVINCIAL DE SALUD DE
 PICHINCHA
 BUSTAMANTE & BUSTAMANTE
 REYBANPAC
 INDUSTRIAS LÁCTEAS TONI S.A.
 INDUSTRIAS LÁCTEAS TONI S.A.
 MAGAP
 ALIMEC S.A.
 MAGAP
 INEN

Otros trámites: Esta NTE INEN 2395:2011 (Segunda Revisión), reemplaza a la NTE INEN 2395:2009 (Primera Revisión)

La Subsecretaría de Industrias, Productividad e Innovación Tecnológica del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Voluntaria

Por Resolución No. 11 150 de 2011-05-20

Registro Oficial No. 484 de 2011-07-05

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

Anexo 5. Tablas de datos del yogurt Natural

Tabla 14.

Aumento de la acidez durante la fermentación del yogurt.

VARIACIÓN DE ACIDEZ DURANTE LA FERMENTACIÓN DEL YOGURT NATURAL

Tiempo (min)	Variante genética		Control	
	% ac. láctico	° D	% ac. láctico	° D
30	0,18	18,2	0,16	16,4
60	0,20	20,0	0,16	16,3
90	0,22	21,7	0,18	18,1
120	0,25	25,4	0,20	20,0
150	0,33	32,7	0,27	27,2
180	0,42	41,7	0,34	34,3
210	0,47	47,2	0,45	45,4
240	0,54	54,3	0,49	48,9
270	0,54	54,3	0,51	50,6
300	0,62	61,6	0,58	58,1
330	0,65	65,1	0,63	63,3
360	0,73	72,6	0,70	70,1

Nota. Elaborado por: Valdiviezo, P. (2023)

Tabla 15.

Variación de valores de los parámetros reológicos de yogurt natural.

PARÁMETROS REOLÓGICOS DEL YOGURT NATURAL

Tiempo (min)	Variante genética			Control		
	Viscosidad (m Pa s)	Índice de consistencia (K)	Índice de flujo (n)	Viscosidad (m Pa s)	Índice de consistencia (K)	Índice de flujo (n)
300	194,8	0,000649	2,702	154,6	0,000544	2,678
600	194,6	0,000324	2,930	146,3	0,000243	2,900
900	194,3	0,000216	3,063	139,2	0,000125	3,028
1200	193,4	0,000161	3,157	133,2	0,000093	3,118
1500	193,1	0,000129	3,230	132,1	0,000074	3,190

Elaborado por: Valdiviezo, P. (2023)

Tabla 16.*Datos obtenidos de las 3 repeticiones de pH*

Tratamientos		Días pH				
Repetición N°1	0	3	6	9	12	15
T1	4,37	4,34	4,28	4,23	4,14	4,08
T2	4,37	4,13	4,22	4,16	4,04	3,85
T3	4,37	4,18	4,09	4	3,79	3,43
T4	4,33	4,29	4,25	4,24	4,14	4,02
T5	4,33	4,26	4,17	4,1	3,98	3,79
T6	4,33	4,23	4,07	3,91	3,62	3,25
Repetición N°2	0	3	3	9	12	15
T1	4,37	4,33	4,3	4,24	4,16	4,1
T2	4,37	4,29	4,22	4,12	3,9	3,6
T3	4,37	4,2	4,15	4,06	3,81	3,56
T4	4,33	4,3	4,28	4,22	4,15	4,05
T5	4,33	4,24	4,13	4,08	3,94	3,81
T6	4,33	4,17	4,01	3,89	3,46	3,09
Repetición N°3	0	3	6	9	12	15
T1	4,37	4,33	4,29	4,19	4,07	3,97
T2	4,37	4,25	4,18	4,11	4,92	3,78
T3	4,37	4,1	4,02	3,94	3,73	3,25
T4	4,33	4,31	4,28	4,21	4,02	3,93
T5	4,33	4,27	4,13	4,08	3,94	3,8
T6	4,33	4,21	4,03	3,92	3,66	3,27

Elaborado por: Valdiviezo, P. (2023)

Tabla 17.*Datos obtenidos de las 3 repeticiones de acidez.*

Tratamientos		Días Acidez				
Repeticón N°1	0	3	6	9	12	15
T1	0,875	0,872	0,875	0,869	0,908	0,929
T2	0,875	1,026	1,045	1,146	1,199	1,387
T3	0,875	1,082	1,172	1,323	1,513	1,911
T4	0,899	0,872	0,872	0,869	0,896	0,902
T5	0,899	0,965	0,992	1,146	1,263	1,448
T6	0,899	1,056	1,172	1,301	1,632	1,864
Repeticón N°2	0	3	6	9	12	15
T1	0,875	0,872	0,875	0,872	0,899	0,938
T2	0,875	1,022	1,045	1,150	1,216	1,327
T3	0,875	1,112	1,210	1,263	1,503	1,840
T4	0,899	0,875	0,881	0,875	0,896	0,902
T5	0,899	0,965	1,009	1,079	1,332	1,493
T6	0,899	1,056	1,150	1,327	1,662	1,913
Repeticón N°3	0	3	6	9	12	15
T1	0,875	0,872	0,878	0,878	0,902	0,902
T2	0,875	1,022	1,052	1,146	1,263	1,397
T3	0,875	1,112	1,191	1,271	1,632	1,937
T4	0,899	0,878	0,869	0,878	0,905	0,929
T5	0,899	0,935	0,995	1,146	1,288	1,443
T6	0,899	1,056	1,142	1,366	1,599	1,858

Fuente: *Valdiviezo, P. (2023)*

Anexo 6. Certificado de “VetNAAT” para Beta caseína A2A2



CERTIFICADO

Hacemos constar que, según los registros y análisis realizados a través de la genotipificación de la β -Caseína de la leche mediante la técnica de PCR cuantitativa, el presente certificado confirma que el 100% de las vacas ordeñadas en la hacienda LYG FARM 1A, ubicada en la parroquia la Ecuatoria, del cantón Quito, son de la variedad genética A2A2.

Este reconocimiento se otorga a la propiedad de la señora Laura Cuasapaz y el señor Guillermo Molina, quienes han mantenido un estricto control y seguimiento de las características genéticas de su ganado. A través de pruebas de laboratorio confiables y procedimientos adecuados, se ha verificado que todas las vacas ordeñadas en la mencionada hacienda poseen el gen A2A2, garantizando así la calidad y características deseables en la leche producida.

Este certificado está respaldado por los datos recolectados y analizados por personal especializado en el campo de la genética bovina y se considera válido hasta su fecha de vencimiento, que se indica a continuación, si no ingresan nuevos animales a la hacienda.

Fecha de emisión: 18 enero 2023

Fecha de vencimiento: 18 ene 2024

La hacienda LYG FARM, la señora Laura Cuasapaz y Guillermo Molina se comprometen a mantener los estándares de calidad y genética establecidos, garantizando así la procedencia y pureza de la leche producida en sus instalaciones.

Este certificado tiene como objetivo respaldar y asegurar la calidad de los productos derivados de la leche de las vacas ordeñadas en la hacienda LYG FARM, en beneficio de los consumidores y de la industria láctea en general.

Atentamente,

 Firmado electrónicamente por:
**EDIE GABRIEL
MOLINA
CUASAPAZ**
MVZ. Gabriel Molina Cuasapaz MSc.
Coordinador de Diagnóstico Veterinario
+593 998587787

 Firmado electrónicamente por:
**DAVID ALEJANDRO
ORTEGA PAREDES**
Biot. David Ortega Paredes MSc. PhD.
Coordinador de Diagnóstico Molecular Veterinario
+593 995836635


Dr. Galo Leoro Monroy
Médico-Director
02 2 239379

Somos referentes en servicios de diagnóstico molecular, implementando nuevos procesos, acorde a los avances biotecnológicos para garantizar la confiabilidad de nuestros resultados.

Anexo 7. Análisis de laboratorio "SETLAB"

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS
 Dirección: Galo Plaza 28-55 y Jaime Roldós Teléfono 0998407494 Email: luciasilvax@yahoo.com

"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS

Código Rmp- 09309

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Srta. Poleth Carolina Valdiviezo Galarza

Domicilio / Address

Av. San Isidro Labrador e Isla Manchena

Teléfonos / Telephones

593 99 972 3452

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Yogurt a 1

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	RESULTADO (PS) %	METODO/NORMA
Proteína (%)	3,09	AOAC/Gravimétrico
Grasa (%)	2,48	AOAC/Gravimétrico
Densidad (g/ml)	1.044	AOAC/Colorimétrico
Presencia de grasa vegetal	Negativo	Ca 3d.02 (AOCS, 1997))/ Gravimétrico
Presencia de Suero de leche	Negativo	Kessler (1998)/ Gravimétrico

Emitido en: Riobamba, el 17 de julio de 2023

Dr. William Viñan A.
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB

Servicio de Transferencia Tecnológica
 y Laboratorios Agropecuarios
 Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
 032366-764

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS
 Dirección: Galo Plaza 28-55 y Jaime Roldós Teléfono 0998407494 Email: luciasilvax@yahoo.com

"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS

Código Rmp- 09308

Nombre del Solicitante / *Name of the Applicant*

Srta. Poleth Carolina Valdiviezo Galarza

Domicilio / *Address*

Teléfonos / *Telephones*

Av. San Isidro Labrador e Isla Manchena

593 99 972 3452

Producto para el que se solicita el Análisis / *Product for which the Certification is requested*

Yogurt a 2

Marca comercial / *Trade Mark*

No tiene

Características del producto / *Ratings of the product*

Color, Olor y sabor característico

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	RESULTADO (PS) %	METODO/NORMA
Proteína (%)	2,87	AOAC/Gravimetrico
Grasa (%)	2,23	AOAC/Gravimetrico
Densidad (g/ml)	1.032	AOAC/Colorimétrico
Presencia de grasa vegetal	Negativo	Ca 3d.02 (AOCS, 1997)/ Gravimetrico
Presencia de Suero de leche	Negativo	Kessler (1998)/ Gravimetrico

Emitido en: Riobamba, el 17 de julio de 2023

Dr. William Viñan A.
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
 Servicio de Transferencia Tecnológica
 y Laboratorios Agropecuarios
 Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
 032366-764

Anexo 8. *Aval del Traductor*

**CENTRO
DE IDIOMAS**

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“INFLUENCIA DE LA β -CASEÍNA A2A2 SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE UN YOGURT NATURAL”** presentado por: **Poeth Carolina Valdiviezo Galarza**, egresada de la Carrera de: **Agroindustria**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales** lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 28 de Agosto del 2023

Atentamente,

TANIA
ELIZABETH
ALVEAR
JIMENEZ

Firmado digitalmente
por TANIA ELIZABETH
ALVEAR JIMENEZ
Fecha: 2023.08.29
12:08:32 -05'00'



Mg. Tania Alvear Jiménez
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0503231763