



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y

AMBIENTALES

CARRERA: INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR,

MODALIDAD TESIS

TEMA: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN

PARCIAL DE SACAROSA POR GLUCOSA SOBRE LA FORMACIÓN

DE CRISTALES EN EL MANJAR DE LECHE TIPO I”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial

Línea de investigación: gestión producción, productividad, innovación y desarrollo socio económico.

Autor: Morales Conterón Jessica Yarina

Director: Ing. Cuarán Guerrero Milton Jimmy, Mg.I.

Ibarra-2023



CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ibarra, 09 de mayo del 2023

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE SACAROSA POR GLUCOSA SOBRE LA FORMACIÓN DE CRISTALES EN EL MANJAR DE LECHE TIPO I”**, de autoría de la señorita Jessica Morales estudiante de la Carrera de Ingeniería Agroindustrias, el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que la autora ha procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

TRIBUNAL TUTOR

Ing. Cuarán Guerrero Milton Jimmy MIg
DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN

FIRMA



CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ibarra, 09 de mayo del 2023

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE SACAROSA POR GLUCOSA SOBRE LA FORMACIÓN DE CRISTALES EN EL MANJAR DE LECHE TIPO I”**, de autoría de la señorita Jessica Morales estudiante de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que la autora ha procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

TRIBUNAL TUTOR

FIRMA

Msc. Manosalvas Armando

MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN



CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ibarra, 09 de mayo del 2023

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE SACAROSA POR GLUCOSA SOBRE LA FORMACIÓN DE CRISTALES EN EL MANJAR DE LECHE TIPO I”**, de autoría del señorita Jessica Morales estudiante de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que la autora ha procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

TRIBUNAL TUTOR

FIRMA

Msc. Pinto Nicolás

MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004658264		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Morales Conteròn Jessica Yarina		
DIRECCIÓN:	Iluman, comunidad San Carlos		
EMAIL:	jymoralesc@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2-946-157	TELÉFONO MÓVIL:	0997565276

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación del efecto de la sustitución parcial de sacarosa por glucosa sobre la formación de cristales en el manjar de leche tipo I
AUTOR (A):	Jessica Morales
FECHA: DD/MM/AAAA	09/05/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agroindustrial
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Cuarán Guerrero Milton Jimmy, Mg.I.

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 15 días del mes de mayo de 2023

La autora:

Firma: _____



Morales Conterón Jessica Yarina

C.C. 1004658264



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
ACREDITADA RESOLUCIÓN N°. 173-SE-33-CACES-2020
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE AGROINDUSTRIA



CERTIFICADO

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Morales Conterón Jessica Yarina, con cédula de ciudadanía N° 1004658264 bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jimmy Cuarán Guerrero', written over a horizontal line.

Ing. Cuarán Guerrero Milton Jimmy, Mg.I.

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón el presente trabajo investigativo a mis padres Marco Morales y Rebeca Conterón, por ser quienes siempre han luchado y me han apoyado sin importar las circunstancias, por creer en mis capacidades, por sus palabras de aliento, los cuales fueron mi inspiración a culminar uno de mis objetivos.

A mi esposo Fernando Cajas, por su amor incondicional, por estar en los malos y buenos momentos, por darme palabras de superación y desearme lo mejor para la culminación del trabajo investigativo.

A mi pequeño hijo Matthew Samuel, por ser mi motivo de alcanzar todos mis objetivos, por ser esa luz de felicidad en momentos de tristeza; con su sonrisa elimina todos los malos momentos, te amo mi hermoso travieso.

Gracias a todos los que han recorrido en este caminar junto a mí. Los adoro

AGRADECIMIENTO

De manera especial, deseo expresar mi agradecimiento a Dios por su amor infinito, por ser quien me ha brindado fuerzas y no me ha dejado caer, señor gracias por tu bendición.

A mis padres, por sus palabras, por la confianza y por el apoyo incondicional que me han sabido dar desde el inicio hasta la culminación de mis estudios; sin ellos nada de esto fuera posible, gracias infinitamente mis queridos padres.

A mi director Ing. Jimmy Cuarán, por su guía, paciencia y motivación para la culminación del presente trabajo investigativo, quien siempre estuvo pendiente de los avances del desarrollo del tema investigativo.

A mis docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial por brindarme cada uno de sus conocimientos para formarme como profesional.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfoca en evaluar el efecto de la sustitución parcial de sacarosa por glucosa en la formación de cristales en el manjar de leche tipo I. El objetivo de este estudio es mejorar la calidad y estandarización del manjar de leche, ofreciendo una solución al problema de cristalización mediante la sustitución parcial de sacarosa por glucosa. La metodología de investigación aplicada es de diseño completamente al azar ya que se llevaron a cabo 7 tratamientos que combinaron diferentes porcentajes de glucosa y sacarosa, obteniendo como resultado que el que el tratamiento T6 con una composición de glucosa al 25% y sacarosa al 20%, es el mejor tratamiento, ya que presentó una menor cantidad de cristales en comparación con los demás tratamientos. Además, este tratamiento se destacó por sus atributos de olor, color y textura, siendo calificado como la formulación dominante en el experimento. En conclusión, la sustitución parcial de sacarosa por glucosa en el manjar de leche reduce la cristalización, pero no evita la formación de grandes cristales a largo plazo. Se observó un aumento en la viscosidad al aumentar la proporción de glucosa, mayor porcentaje de glucosa resultó en mayor luminosidad y brillo. El tratamiento T6 fue el más preferido por los consumidores y cumplió con las normas de calidad. La hipótesis nula se rechaza, indicando mejoras en las características del manjar. Se recomienda, controlar la temperatura de adición de glucosa y sacarosa para obtener una consistencia viscosa en el manjar. Estudiar distintas concentraciones finales y explorar el impacto de la glucosa en las características del producto.

Palabras claves: Manjar de leche, glucosa y sacarosa, cristalización, tratamientos, características sensoriales y fisicoquímicas.

ABSTRACT

The present research work focuses on evaluating the effect of the partial substitution of sucrose by glucose on the formation of crystals in type I manjar de leche. The objective of this study is to improve the quality and standardization of manjar de leche, offering a solution to the crystallization problem by partially replacing sucrose with glucose. The applied research methodology is of a completely random design since 7 treatments were carried out that combined different percentages of glucose and sucrose, obtaining as a result that the T6 treatment with a composition of 25% glucose and 20% sucrose, is the best treatment, since it presented a lower amount of crystals compared to the other treatments. In addition, this treatment stood out for its odor, color, and texture attributes, being qualified as the dominant formulation in the experiment. In conclusion, the partial replacement of sucrose by glucose in manjar de leche reduces crystallization, but does not prevent the formation of large crystals in the long term. An increase in viscosity was observed with increasing glucose proportion, higher percentage of glucose resulted in greater luminosity and shine. The T6 treatment was the most preferred by consumers and met quality standards. The null hypothesis is rejected, indicating improvements in the characteristics of the delicacy. It is recommended to control the temperature of addition of glucose and sucrose to obtain a viscous consistency in the delicacy. Study different final concentrations and explore the impact of glucose on product characteristics.

Keywords: Milk delicacy, glucose and sucrose, crystallization, treatments, sensory and physicochemical characteristics.

INDICE DE CONTENIDO

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
ÍNDICE DE CONTENIDO	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
INDICE DE FIGURAS.....	xvii
CAPÍTULO I	1
Introducción	1
1.1 Problema.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Hipótesis.....	3
1.4.1 Hipótesis Nula	3
1.4.2 Hipótesis Alternativa	3
CAPÍTULO II.....	4
Marco Teórico.....	4
2.1 Manjar De Leche	4

2.1.1 Usos	4
2.1.2 Definición Y Clasificación	4
2.1.3 Requisitos Generales	7
2.1.4 Defectos y alteraciones en la elaboración del manjar.....	7
2.1.5 Alteraciones en la elaboración.....	10
2.2 Cristalización del manjar de leche	10
2.2.1 Estados de cristalización de la lactosa	11
2.2.2 Causas que provocan la cristalización	13
2.2.3 Tamaño de los cristales.....	13
2.2.4 Métodos para prevenir la cristalización.....	14
2.3 Función de la glucosa y sacarosa en el manjar de leche	15
2.3.1 La glucosa.....	15
2.3.2 La sacarosa	16
2.4 Reacciones involucradas en la elaboración del manjar.....	17
2.4.1 Reacción de maillard	17
2.4.2 Reacciones de caramelización de azúcares	20
2.4.3 Proceso de elaboración	20
2.4.4 Diagrama de flujo de la elaboración del manjar de leche.....	21
CAPITULO III.....	23
3. Metodología	23

3.1 Ubicación del experimento.....	23
3.2 Equipos, instrumentos, materiales e insumos.....	24
3.3 Metodología	25
3.3.1 Evaluación de la sustitución parcial de sacarosa por la glucosa en el manjar de leche sobre la viscosidad aparente, el color y cantidad de sólidos solubles.	25
3.3.2 Factores de estudio	25
3.3.3 Determinación del efecto de sustitución de sacarosa por glucosa en el grado de cristalización del manjar de leche.....	30
3.3.4 Análisis de las características fisicoquímicas y sensoriales del mejor tratamiento	31
3.4 Manejo específico del experimento.....	33
3.4.1 Diagrama de proceso de elaboración del manjar de leche.....	33
3.5 Descripción del proceso	35
CAPÍTULO IV	41
4. Resultados y Discusión	41
4.1 Caracterización de la materia prima	41
4.2 Evaluar la sustitución parcial de sacarosa por glucosa en el manjar de leche sobre la viscosidad aparente, color y sólidos solubles.....	41
4.2.1 Análisis de varianza de la viscosidad aparente.....	42
4.2.2 Análisis comparativo de la variable color	43
4.2.3 Análisis de varianza de los °brix.....	47

4.3 Determinar el efecto de la sustitución parcial de sacarosa por glucosa en el grado de cristalización del manjar de leche.	48
4.3.1 Cantidad de cristales.....	48
4.3.2 Tamaño de los cristales.....	54
4.4 Analizar las características fisicoquímicas y sensoriales del mejor tratamiento.....	56
4.4.1 Características fisicoquímicas al mejor tratamiento.....	56
4.4.2 Características sensoriales.....	57
CAPÍTULO V.....	64
5. Conclusiones y Recomendaciones.....	64
5.1 Conclusiones.....	64
5.2 Recomendaciones.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66
ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Requisitos fisicoquímicos para el manjar de leche.....	7
Tabla 2 Ingredientes para elaborar un manjar de leche tipo i.....	22
Tabla 3 Ubicación del experimento.....	23
Tabla 4 Materiales necesarios para la elaboración del experimento.....	24
Tabla 5 Descripción de niveles del factor a.....	26

Tabla 6 Descripción de niveles del factor b.....	26
Tabla 7 Descripción De Los Tratamientos Generados De La Combinación De Glucosa Y Sacarosa.....	27
Tabla 8 Característica de la unidad experimental	28
Tabla 9 Análisis de varianza para el diseño dca	28
Tabla 10 Variables de respuesta.....	29
Tabla 11 Codificación para el tamaño de los cristales en el manjar de leche.....	31
Tabla 12 Pruebas para la determinación de los análisis físico-químicos.....	31
Tabla 13 Ficha de evaluación sensorial	32
Tabla 14 Simbología de la ecuación utilizada para sacar la prueba de tukey al 5%	33
Tabla 15 Caracterización de la leche	41
Tabla 16 Análisis de varianza de la viscosidad.....	42
Tabla 17 Prueba de rango múltiple tukey de la variable viscosidad.....	42
Tabla 18 Medidas de color en sistema cielab y rgb	44
Tabla 19 Anova de los °brix.....	47
Tabla 20 Anova de la cantidad de cristales a los 30 días de almacenamiento.....	49
Tabla 21 Anova de la cantidad de cristales a los 60 días de almacenamiento	50
Tabla 22 Prueba de tukey para determinar la cantidad de cristales en el manjar de leche a 60 días de almacenamiento	50
Tabla 23 Anova de la cantidad de cristales a los 90 días de almacenamiento.....	51
Tabla 24 Prueba de tukey para determinar la cantidad de cristales en el manjar de leche a los 90 días de almacenamiento.....	52

Tabla 25 Resumen de los resultados del experimento acerca de la cantidad de cristales en el manjar de leche.....	52
Tabla 26 Prueba de tukey de los datos promedios de la cantidad de cristales.....	53
Tabla 27 Datos del promedio del tamaño de cristales en función del tiempo	54
Tabla 28 Pruebas para la determinación del análisis físico-químico del manjar de leche.....	57
Tabla 29 Prueba de friedman al 5% del olor.....	58
Tabla 30 Prueba de friedman al 5% del color.....	59
Tabla 31 Prueba de friedman al 5% del sabor	61
Tabla 32 Prueba de friedman al 5% de la textura	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Manjar de leche tipo i.....	5
Figura 2 Manjar de leche tipo II.....	6
Figura 3 Manjar de leche con cacao o tipo III.....	6
Figura 4 Manjar de leche con textura arenosa	8
Figura 5 Manjar de leche de color oscuro.....	9
Figura 6 Presencia de grumos en el manjar de leche	9
Figura 7 Microfotografía de los cristales de lactosa en tres dimensiones obtenida por microscopia óptica	11
Figura 9. Cristal de lactosa en forma prisma	12
Figura 10. Cristal de lactosa en forma diamante.....	12
Figura 11. Cristal de lactosa en forma tomahawk.....	12
Figura 12. Cristal de lactosa en forma piramidal.....	12
Figura 13 La glucosa.....	16

Figura 14 La sacarosa	17
Figura 15 Tres etapas de la reacción de maillard en los alimentos.....	19
Figura 16 Diagrama de flujo de la elaboración del manjar de leche	21
Figura 17 Diagrama del proceso de elaboración del manjar de leche	34
Figura 18 Diagrama ingenieril del manjar de leche.....	35
Figura 19 Recepción de la materia prima	35
Figura 20 Filtración.....	36
Figura 21 Análisis	36
Figura 22 Neutralización.....	37
Figura 23 Calentamiento.....	37
Figura 24 Concentración de glucosa.....	38
Figura 25 Concentración de sacarosa	38
Figura 26 Mezcla concentrada	38
Figura 27 Agitado	39
Figura 28 Enfriado	39
Figura 29 Envasado.....	39
Figura 30 Almacenado.....	40
Figura 31 Análisis de los grados brix	40
Figura 32 Análisis de la viscosidad	40
Figura 33 Comparación de las medidas del color entre los 9 tratamientos y el testigo	45
Figura 34 Color promedio de los tratamientos	45
Figura 35 Color promedio del testigo	46
Figura 36 Resultados en el sistema cielab	46

Figura 37 Cantidad de cristales a los 30 días de almacenamiento del tratamiento t6 (primer campo óptico)	83
Figura 38 Cantidad de cristales a los 60 días de almacenamiento del tratamiento t6 (primer campo óptico)	84
Figura 39 Cantidad de cristales a los 90 días de almacenamiento del tratamiento t6 (primer campo óptico)	84
Figura 40 Tratamientos en función de los promedios del tamaño de los cristales	55
Figura 41 Formación de cristales en función del tiempo	56
Figura 42 Evaluación de la variable olor	58
Figura 43 Evaluación de la variable color	60
Figura 44 Evaluación de la variable sabor	61
Figura 45 Evaluación de la variable textura	63

CAPÍTULO I

Introducción

1.1 Problema

El manjar de leche es un derivado lácteo, el cual es obtenido por la concentración térmica de leche, azúcares y otros ingredientes permitidos de acuerdo a la normativa ecuatoriana. Adquiere un color característico por el tratamiento térmico al que se somete, también el producto debe tener consistencia cremosa o pastosa con una textura que no contenga grumos, libre de sensaciones arenosas y debe ser agradable al paladar del consumidor (NTE INEN 0700, 2011).

En Ecuador existen grandes y pequeñas industrias que se dedican a la elaboración de este producto lácteo. Tanto a nivel artesanal como industrial presentan problemas de cristalización de la lactosa que afectan directamente a las características organolépticas y fisicoquímicas del producto. El principal motivo para que se produzca la cristalización se debe a que la α -lactosa que se encuentra presente en la leche posee una baja solubilidad, por tal motivo el manjar de leche tiende a cristalizarse obteniendo así un resultado desfavorable y no deseado para el consumidor (Zambrano, et al., 2018).

La ausencia de glucosa o el exceso de sacarosa también es la causa principal de la cristalización ya que si existe un exceso de lactosa genera sobresaturación por su escasa solubilidad, a medida que el manjar termina de enfriarse, su sobresaturación se va aumentando y con el tiempo el azúcar se cristaliza. Esta anomalía también interviene en la textura del manjar debido a la lenta velocidad de enfriamiento, esto facilita la formación de cristales grandes que otorgan una textura arenosa al producto final (Maldonado, 2019); (Alvarado, 2018).

La formación de cristales implica una disminución en el tiempo recomendado para consumo y comercialización del manjar de leche y la consecuente inconformidad del cliente con el producto.

1.2 Justificación

El manjar de leche es un producto tradicional en América Latina, ampliamente consumido en varios países. En Ecuador el manjar de leche empezó siendo un postre tradicional que se consume solo o acompañado con pan, galletas, queso, etc. Dicho producto se utiliza para confitería o en la elaboración de helados. Tecnológicamente, el dulce de leche entra en la categoría de leche en conserva por evaporación y adición de azúcar y por la disminución de la actividad del agua, hoy en día este producto tiene una gran demanda comercial, porque puede ser empleado en repostería, panadería y complemento de algunos postres (Ramírez, et al., 2018).

El presente trabajo investigativo espera convertirse en una guía de información para pequeños emprendedores que aspiran iniciar sus negocios, y también para aquellas empresas que presentan problemas de cristalización en el manjar de leche, por el desconocimiento de ciertos principios de elaboración y de conservación. La finalidad de este estudio es obtener productos estandarizados con excelentes características físico-químicas y sensoriales, principalmente enfocado en el control de la cristalización del manjar mediante una sustitución parcial de sacarosa por glucosa, ya que este tiene mayor poder edulcorante que la sacarosa y otorga mejor textura, aumentando así la vida útil y la aceptación de este producto (Porrás, 2019).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto de la sustitución parcial de sacarosa por glucosa sobre la formación de cristales en el manjar de leche Tipo I.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la sustitución parcial de sacarosa por glucosa en el manjar de leche sobre la viscosidad aparente, color y sólidos solubles
- Determinar el efecto de la sustitución parcial de sacarosa por glucosa en el grado de cristalización del manjar de leche.
- Analizar las características fisicoquímicas y sensoriales del mejor tratamiento

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis Nula

El efecto de la sustitución parcial de sacarosa por glucosa no influye en la formación de cristales ni afecta las características sensoriales y fisicoquímicas del manjar de leche Tipo I.

1.4.2 Hipótesis Alternativa

El efecto de la sustitución parcial de sacarosa por glucosa influye en la formación de cristales y mejora las características sensoriales y fisicoquímicas del manjar de leche Tipo I.

CAPÍTULO II

Marco Teórico

2.1 Manjar De Leche

2.1.1 Usos

El manjar de leche es ampliamente utilizado en postres o como un ingrediente alimenticio en pastelería, heladería o acompañando otros alimentos como quesos, natillas, waffles, panqueques, obleas, frutas, etc. La aplicación de varios procesos e ingredientes permite generar opciones de manjar de leche (Torres, 2022).

2.1.2 Definición Y Clasificación

El dulce de leche es un producto que se elabora a partir de la leche y el azúcar, mediante la aplicación de calor, lo que le da su color marrón característico. Tiene una textura uniforme y suave, sin la presencia de cristales, y emana un agradable aroma a leche condensada. La leche tendrá un contenido de sólidos totales que no será menor al 25,5% y no deberá contener más del 35% de agua. Está compuesto de la mezcla de leche entera, crema de leche, sacarosa, u otros azúcares así también otras sustancias como son el coco, la miel, almendras, cacao y otras permitidas según las normas establecidas, no debe añadirse antioxidantes, colorantes sintéticos, emulsionantes, estabilizantes ni gelificantes (Ramírez & Novoa, 2018).

Es caracterizado por presentar un alto porcentaje de azúcar la cual garantiza su conservación frente al ataque bacteriano; este producto es declarado como patrimonio gastronómico nacional en Argentina y es catalogado como el único sabor. Por lo tanto, se puede encontrar en varios países con nombres diferentes. De acuerdo a sus características la norma del Instituto Ecuatoriano de Normalización, clasifica al manjar de leche en los siguientes tipos (González, 2023).

Tipo I manjar de leche

El manjar de leche tipo I es considerado como un arequipe tradicional cuyos ingredientes principales son la leche, el azúcar, el bicarbonato de sodio y aditivos permitidos como: conservantes, aromatizantes, colorantes y espesantes, los cuales se deben concentrar hasta que se caramelize y adquiera una textura blanda de color marrón, se puede utilizar como postre o como relleno de otros postres. Además, debe cumplir con los requisitos fisicoquímicos como es la grasa de 6,0 a 9,0 (g/100g) (CAA, 2020).

Figura 1

Manjar de leche tipo I



Tomado de: Larrarte,(2023)

Tipo II dulce de leche con crema

El manjar de leche tipo II o manjar de leche con crema tienen los mismos ingredientes y aditivos que el manjar de tipo I, pero el contenido de grasa es superior a 9,0 (g/100 g) o dentro de su composición adquiera un mínimo de 11,0 % p/p (Stephani et al., 2019).

Figura 2

Manjar de leche tipo II



Tomado de: Roskaritz, (2022)

Tipo III dulce de leche mixto

El tipo III es mencionado mixto porque dentro de su ingrediente puede contener cacao, chocolate, almendras, maní, frutos secos, cereales y demás ingredientes (aparte o mezclados) que hayan también sido adicionados o no de aditivos espesantes y/o estabilizantes y/o humectantes autorizados (Stephani et al., 2019).

Figura 3

Manjar de leche con cacao o tipo III



Tomado de: Nestlé S.A., (2019).

2.1.3 Requisitos Generales

El manjar de leche, cualquiera que fuese su designación debe presentar un aspecto homogéneo, consistencia blanda, textura suave, uniforme, sabor dulce, olor característico de un producto fresco. Microbiológicamente debe estar libre de microorganismos patógenos, causantes de la descomposición del producto, de hongos y levaduras (González, 2023).

2.1.3.1 Requisitos fisicoquímicos

Para preparar el manjar de leche es necesario seguir las Buenas Prácticas de Manufactura. En cuanto a los requisitos fisicoquímicos, es importante que la pérdida por calentamiento no exceda el 35%, que los sólidos de la leche sean al menos del 25,5% y que los azúcares totales no superen el 56% (INEN, 2011).

Tabla 1

Requisitos fisicoquímicos para el manjar de leche

Requisito	Tipo I Min%	Tipo I Max%	Método de ensayo
Pérdida por calentamiento	-	35	INEN 164
Contenido de grasa	5,5	-	INEN 165
Sólido de la leche	25,5	-	INEN 014
Ceniza	-	2	INEN 014
Azúcares totales	-	56	INEN 398

Tomado de: (NTE INEN 0700, 2011)

2.1.4 Defectos y alteraciones en la elaboración del manjar

2.1.4.1 Defecto de textura en el manjar

La textura viscosa se la suministra la leche, debido a su contenido graso. El contenido de lactosa y sacarosa influyen debido que ambas producen una textura arenosa del producto. Así también la temperatura interviene en la textura, ya que al aumentar la temperatura la viscosidad disminuye.

Además, al añadir azúcar a la leche, esta se concentra y deja de lado la viscosidad para presentar dureza y adhesividad (Velasco, 2022).

La consistencia del manjar de leche está relacionada con la cantidad de agua en la mezcla, ya que, a mayor humedad, menor será su firmeza. Asimismo, la acidez de la leche provocara una precipitación de las proteínas producto del resultado de una textura desfavorable en el proceso de elaboración del manjar de leche (Villegas R. , 2016).

Figura 4

Manjar de leche con textura arenosa



Tomado de: Davinia, Barba, & Muñoz, (2020).

2.1.4.2 Defectos de apariencia en el manjar

La sinéresis ocurre cuando el manjar de leche contiene una cantidad excesiva de humedad (más del 35%) o un medio demasiado ácido. Esta situación suele ser causada por el uso de leche contaminada con bacterias proteolíticas. La Figura 5, presenta un tono muy oscuro que se puede atribuir a varios factores, como el exceso de tiempo de cocción, una cantidad excesiva de glucosa en el manjar de leche, la falta de presión de vapor durante la elaboración, el uso de leche con una acidez muy baja y una caramelización inadecuada de los azúcares (Cuaspud, 2018).

Figura 5

Manjar de leche de color oscuro



Tomado de: Larrahondo, (2023).

Según Albarado, (2018), señala que el manjar de leche gomoso es causado por la utilización de un porcentaje de acidez láctica muy bajo, esta acidez es producida de forma natural o adquirida por medio de un exceso de neutralizantes. Mientras que la presencia de grumos es causada por un bajo pH o por no agitar constantemente el producto durante la elaboración, por ende, se precipita la caseína y se forman los grumos.

Figura 6

Presencia de grumos en el manjar de leche



Tomado de: Tullio, (2020).

2.1.4.3 Defectos de sabor

La presencia de un sabor extremadamente dulce en el manjar de leche puede ser causada por un desequilibrio en la formulación, mientras que el sabor a quemado puede ser el resultado de una distribución inadecuada del calor y la falta de agitación durante el proceso de elaboración. Un sabor demasiado aromático puede deberse a un exceso de aromatizantes en la formulación, mientras que un sabor agresivo a vainilla puede ser causado por el uso excesivo de vainilla y la falta de materia grasa (Cuaspud, 2018).

2.1.5 Alteraciones en la elaboración

De acuerdo a González (2018), la fermentación es una alteración que ocurre cuando existe la presencia de levaduras en aquellos manjares de leche que no han sido esterilizados en envases de cierre hermético. Esta alteración se origina por el ataque de las levaduras a la lactosa, efecto por el cual se degrada con formulación de alcohol etílico, anhídrido carbónico y otras sustancias secundarias que le otorga un sabor y olor desagradable al producto.

Senati (2018), señala que el desarrollo de mohos y bacterias son alteraciones que se presentan por una excesiva humedad en el manjar de leche y por una higiene deficiente en el procesamiento. Cuando se elabora el producto a presión normal, la temperatura y el tiempo de procesamiento no son suficientes para destruir las esporas que hayan sido introducidas en la leche.

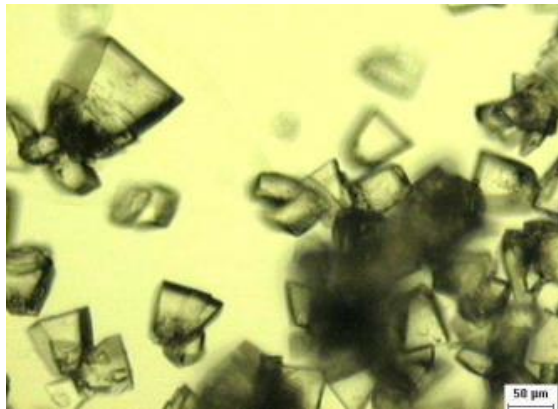
2.2 Cristalización del manjar de leche

El manjar de leche presenta anomalías al momento de su almacenamiento, dicho defecto es conocido como cristalización. La lactosa es uno de los principales azúcares de la leche y a bajas temperaturas ésta no se puede disolver, como también los ácidos grasos de la leche por tener un alto punto de fusión, por lo cual se dice que son los elementos más propensos a cristalizarse a bajas temperaturas. La lactosa es un disacárido único en la leche de las hembras de muchos mamíferos,

su solubilidad en agua es a 20°C, 19,2 g en 100ml es decir el 9,4% de la solubilidad de la sacarosa en iguales condiciones (Barba, 2020).

Figura 7

Microfotografía de los cristales de lactosa en tres dimensiones obtenida por microscopia óptica



Tomado de: Everaldo et al., (2018)

2.2.1 Estados de cristalización de la lactosa

La lactosa puede contar con tres estados cristalinos distintos o polimorfos: alfa lactosa, beta lactosa y alfa lactosa monohidratada. Los cristales pueden tener distintas formas las cuales dependen de ciertos factores, la forma de prisma puede aparecer a velocidades de crecimiento muy altas de la alfa lactosa monohidratada, formas de diamante pueden aparecer a velocidades de crecimiento menores; la forma más particular son los cristales llamados Tomahawk en especial cuando se obtienen por cristalización a partir de una solución acuosa, sin embargo, cuando se produce la cristalización en presencia de sacarosa, la forma cambia a una forma piramidal (Alvarado, 2018).

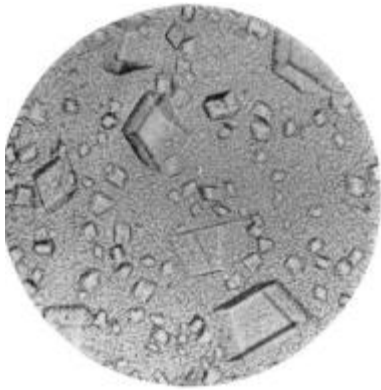


Figura 8. Cristal de lactosa en forma prisma

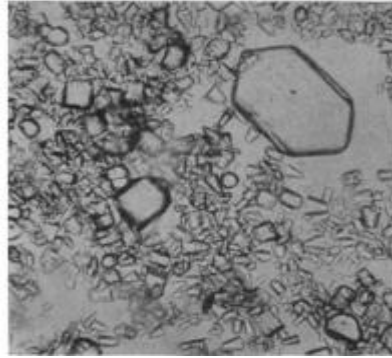


Figura 9. Cristal de lactosa en forma diamante.

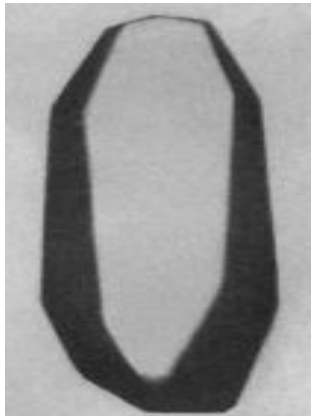


Figura 10. Cristal de lactosa en forma Tomahawk

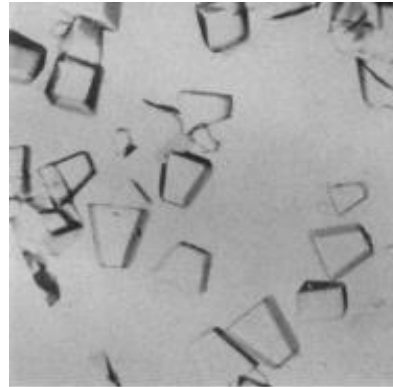


Figura 11. Cristal de lactosa en forma piramidal.

Tomado de: Sánchez, (2018)

Cuando las soluciones de lactosa están sobresaturadas y se encuentran a temperaturas superiores a $93,5^{\circ}\text{C}$, se produce la cristalización de la β -lactosa anhidra, la cual es más dulce que la α -lactosa monohidratada. A temperaturas inferiores a $93,5^{\circ}\text{C}$ las soluciones sobresaturadas cristalizan como α -lactosa monohidratada. La mutorrotación (los anómeros α y β pueden pasar de una forma a la otra) de β -lactosa a α -lactosa ocurre cuando la α -lactosa cristaliza de la solución (Sánchez, 2018).

Las diversas formas de cristales de α -lactosa monohidratada presentan diferencias en su apariencia, pero todas tienen una estructura cristalográfica similar a la forma de un Tomahawk. Las variables más importantes que afectan la velocidad de crecimiento y la forma de los cristales son el grado de sobresaturación y la presencia de inhibidores (Hunziker & Nissen, 2018).

2.2.2 Causas que provocan la cristalización

Según Condori y Guerrero (2019) indican que, las principales causas que producen la cristalización durante la elaboración del manjar son:

- Excesiva concentración de sólidos solubles
- Ausencia de glucosa o excesiva cantidad de sacarosa
- Baja proporción de humedad
- Tiempo de almacenamiento prolongado
- Conservación del producto a temperaturas bajas
- Envases mal cerrados
- Enfriamiento lento al final de su procesamiento

2.2.3 Tamaño de los cristales

La cristalización de la lactosa en una solución saturada es un proceso que ocurre de manera inevitable, y la formación de cristales se hace más evidente debido a la gran cantidad de competencia por el agua presente en la solución. Cuando la concentración de lactosa en un producto lácteo alcanza niveles superiores a 13g/100ml de agua comienza el proceso de cristalización, que es un fenómeno no deseado en este tipo de producto (Condori & Guerrero, 2019).

Los cristales de lactosa con un diámetro inferior a 10 μm no son distinguidos por el paladar del consumidor, mientras que los cristales con un diámetro de 16 μm son detectables sensorialmente y los cristales con un tamaño de 30 μm adquieren una sensación arenosa. La formación de cristales sigue una reacción de orden cero, por lo que su formación involucra el deterioro en el manjar de leche (Alibra S.A, 2021).

2.2.4 Métodos para prevenir la cristalización

Diversas investigaciones se han utilizado para evitar la cristalización de lactosa en productos procesados que tienen este tipo de problemas. Los métodos más notorios es la siembra de microcristales de lactosa con el fin de generar una formación de cristales pequeños que no sean percibidos por el consumidor. Esta técnica no es utilizada en dulce de leche porque puede ocasionar contaminación al producto. Otra alternativa que se utiliza para evitar la cristalización es la adición de 0,5% de leche descremada en polvo o 0,2-0,3% de suero de queso en polvo (Barba, 2020).

Otro factor importante que se puede controlar durante la elaboración del manjar de leche es la velocidad de enfriamiento. Si existe una disminución lenta de temperatura del producto, favorece la formación de cristales grandes. Lo contrario ocurre cuando el descenso de la temperatura es rápido porque esto facilita la formación de múltiples cristales pequeños que no son percibidos por el consumidor. Además, a bajas temperaturas la viscosidad del manjar de leche disminuye la formación de cristales de lactosa (Alvarado, 2018).

En la producción industrial de manjar de leche, se emplea un método que utiliza la enzima β -D-galactosidasa, perteneciente al grupo de las hidrolasas, para romper el enlace entre los dos azúcares que conforman la lactosa, galactosa y glucosa. El objetivo de utilizar esta enzima en la formulación del manjar de leche es reducir el contenido de lactosa y así prevenir la formación temprana de cristales de lactosa (Maldonado, 2019).

Según estudios realizados por Maldonado (2019), respecto a la formación de cristales, el uso de leche deslactosada fue el factor principal para evitar que el manjar de leche se cristalice con el transcurso del tiempo, mientras que el uso de bicarbonato y glucosa no es tan efectivo como el uso de la leche deslactosada, menciona el mismo autor. Estos dos insumos, bicarbonato y glucosa, limitan el tamaño de los cristales a un máximo de 16 μm , no perceptibles al paladar del consumidor.

Según Barba (2020) indica que al aumentar la concentración o cantidad de glucosa en la formulación de elaboración del producto existe una disminución leve de cristales, es decir a mayor sustitución parcial de sacarosa por glucosa se retarda la formación de los cristales al pasar el tiempo de almacenamiento. La cantidad de glucosa que se debe añadir al manjar de leche debe ser superior al 20% con el fin de disminuir los cristales de lactosa.

2.3 Función de la glucosa y sacarosa en el manjar de leche

2.3.1 La glucosa

La glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), es un azúcar simple que se encuentra principalmente en las frutas y miel, resultado de la mezcla de maltosa, dextrosas y dextrina que es soluble en agua. Tiene varios beneficios una de ellas es que ayuda a retardar el desarrollo de los cristales de lactosa, la cual es causante de la arenosidad en el manjar de leche, además contiene un poder edulcorante inferior al de la sacarosa, agrega brillo al producto y proporciona una textura más suave (Castro C. , 2018).

Figura 12

La glucosa



Tomado de: Maldonado, (2019)

2.3.2 La sacarosa

La sacarosa es un tipo de disacárido digerible que se compone de una molécula de glucosa y otra de fructosa (Glu-Fru), las cuales están unidas por un enlace glucosídico en unión 1-2. La sacarosa es el edulcorante natural más utilizado en la alimentación humana, y es conocido como el azúcar blanco común. Se extrae industrialmente a partir de la remolacha azucarera y de la caña de azúcar (Vásquez, 2018).

La sacarosa o más conocida como azúcar de mesa, es el edulcorante predominante del manjar de leche el cual brinda las principales características sensoriales (color oscuro, textura y química) como en la reacción de Maillard, debido a la adulación de azúcares entre la lactosa y las proteínas de la leche. También es responsable de la formación de cristales motivo por el cual es necesario agregar la cantidad de un 45% de la composición final del producto (Navarro P. , 2019).

Figura 13

La sacarosa



Tomado de: Navarro C. , (2020)

2.4 Reacciones involucradas en la elaboración del manjar

De acuerdo con Ortiz (2021), indica que el manjar de leche está compuesto por proteínas, aminoácidos libres y azúcares, los cuales generan una serie de reacciones no enzimáticas que dan lugar a los olores y colores característicos del producto. Entre estas reacciones se encuentran la reacción de Maillard y la caramelización.

2.4.1 Reacción de maillard

La reacción de Maillard es un proceso químico que ocurre durante la cocción de los alimentos y que involucra la interacción entre proteínas y azúcares presentes en ellos. esta reacción implica una modificación de las proteínas conocida como glicación no enzimática, que ocurre debido a una alteración química de los aminoácidos que conforman las proteínas (Montejo, 2018).

Cuando se dan ciertas condiciones, como la presencia de azúcares con función aldehído, las reacciones de Maillard ocurren y son las responsables de la coloración distintiva del manjar de leche. Estas reacciones pueden ocurrir cuando los azúcares reaccionan con sustancias que contienen nitrógeno, como el amoníaco, las aminas y los aminoácidos. Si se somete la leche a una temperatura elevada durante un período determinado, se producirá una reacción conocida como

reacción de Maillard, que dará lugar a la formación de compuestos pigmentados que oscurecerán la leche. Esta reacción es más común en productos lácteos como la leche esterilizada, la leche evaporada y, en particular, el manjar de leche, ya que involucra la interacción entre la lactosa y las proteínas de la leche. Dentro de la reacción se pueden distinguir tres etapas sucesivas como son: etapa inicial, intermedio y final (Voyer, 2019).

2.4.1.1 Etapa inicial

En esta etapa no existe la producción de color, también se producen la unión entre los azúcares reductores y los aminoácidos. Se obtiene una glucosamina por condensación y las transposición de Amadori (azúcar de aldosa) producto del reordenamiento secuencial para producir una aminocetosa (Torres, 2022).

2.4.1.2 Etapa intermedia

En esta etapa se produce tres tipos de reacciones como son: la deshidratación, fragmentación de los azúcares y la degradación de los aminoácidos o de Strecker, sus productos dan lugar a los compuestos dicarbonílicos, reductonas, y derivados furfúricos, estos dan origen a una hexosa (5 – hidroximetilfurfural) que son fluorescentes las cuales absorben radiación ultravioleta, formándose colores amarillentos muy ligeros, así como la producción de olores desagradables (Morelli, 2020).

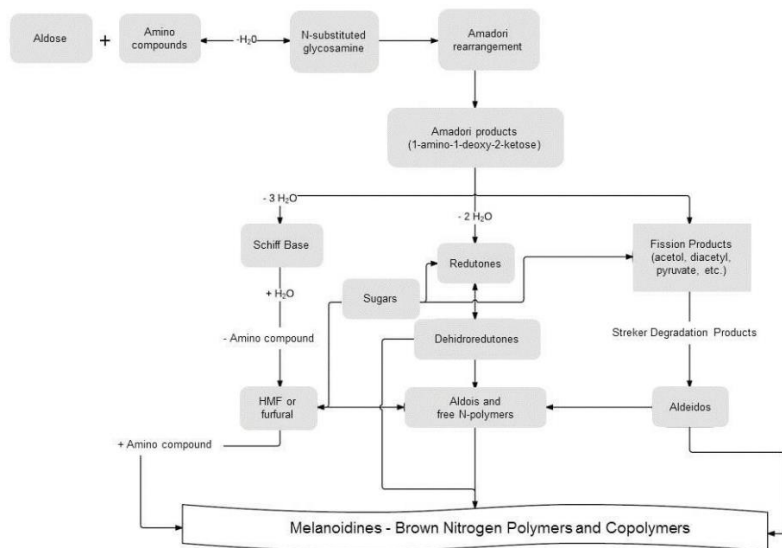
2.4.1.3 Etapa final

Está compuesta por la condensación aldólica y aldehído-amina, y la formación de compuestos heterocíclicos nitrogenados, a partir de los compuestos altamente reactivos formados en la etapa anterior. Las condensaciones aldólicas, catalizadas por aminas, dan origen a moléculas que ofrecen olores característicos en los alimentos. Durante este proceso se crean compuestos de color marrón llamados melanoidinas, que son polímeros y co-polímeros que contienen nitrógeno. Estos

compuestos son los responsables de la coloración distintiva del manjar de leche (Abril & Jacob, 2020).

Figura 14

Tres etapas de la reacción de Maillard en los alimentos



Tomado de: Stephani et al., (2019)

Los factores que influyen en la reacción de Maillard dependen de varios factores, como el tipo de hidrato de carbono, de aminoácido o proteína presentes en el alimento, de la temperatura, del tiempo de cocción, del pH y de la actividad de agua. Los monosacáridos, especialmente las pentosas, reaccionan más fácilmente que los disacáridos y los azúcares no reductores no pueden reaccionar en esta vía. Por otro lado, los aminoácidos más simples son más propensos a reaccionar, mientras que los más complejos pueden inhibir la reacción (Guemra, 2020).

El pH del medio también influye en la reacción, siendo más favorable en condiciones alcalinas. Además, los alimentos con una actividad de agua intermedia, de 0,6 a 0,9, son los más propensos a la reacción de Maillard. Por último, ciertos compuestos como los sulfitos, metasulfitos, bisulfitos

y anhídrido sulfuroso, pueden actuar como inhibidores de la reacción de Maillard (Encalada & Velez, 2018).

2.4.2 Reacciones de caramelización de azúcares

Según Arias y López (2019) mencionan que la reacción de caramelización de azúcares es un proceso en el cual una solución concentrada de azúcar es tratada a una temperatura por encima de su punto de fusión, tornando un color oscuro que va del amarillo, café, café rojizo y negro.

El mismo autor expresa que se distinguen dos tipos de caramelización:

1. Caramelización en medio ácido: se produce deshidratación de los azúcares y luego polimerización. El manjar que se obtiene es oscuro y tiene poco aroma.
2. Caramelización en medio alcalino: En un ambiente alcalino, la caramelización ocurre mediante procesos de isomerización y fragmentación de las cadenas de azúcares, como resultado de este proceso se obtiene un producto de color más claro que el anterior, pero que contiene menos aroma. Este tipo de caramelización se puede observar en la elaboración de manjar de leche.

2.4.3 Proceso de elaboración

Según Castro (2018) existen tres formas de realizar el manjar de leche los cuales son:

- Artesanal (en pailas de cobre o estufas a leña o gas)
- Industrial (en marmitas de acero inoxidable)
- Mecánico (en evaporadores al vacío)

El proceso de elaboración del manjar puede variar dependiendo de la infraestructura que se disponga, capacidad y cantidad de producción, como también al mercado al cual será destinado el producto.

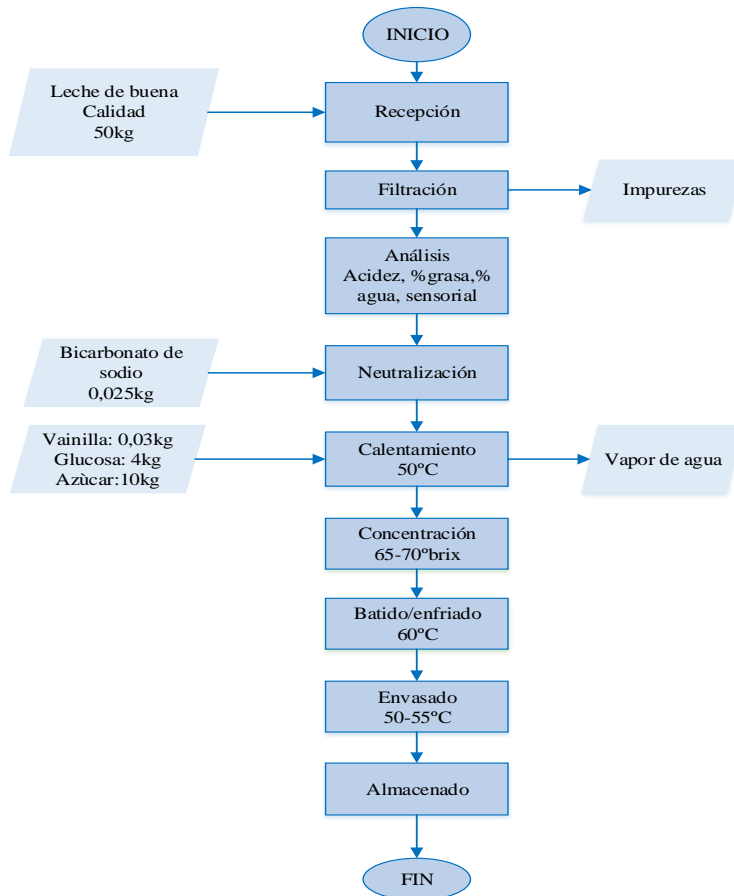
El tiempo de concentración final del producto dependerá de la formulación y de la consistencia que se espera (sabor, olor, color y viscosidad característico), generalmente el proceso de concentración se finaliza en 70-75°Brix.

2.4.4 Diagrama de flujo de la elaboración del manjar de leche

El manjar de leche requiere de cuidados en su elaboración y en su formulación con el fin de obtener un producto de calidad, por lo tanto, el proceso productivo del manjar de leche consta de varias etapas el cual está representada en un diagrama de flujo como se muestra en la Figura 16 (Alvarado, 2018).

Figura 15

Diagrama de flujo de la elaboración del manjar de leche



Según Lang (2018), expone las pautas mínimas necesarias para la elaboración de un manjar de leche tipo I. Para fabricar 25 kilogramos de manjar de leche por día, se necesita de los siguientes ingredientes, la cual está presentada en la Tabla 2.

Tabla 2

Ingredientes para elaborar un manjar de leche tipo I

Ingrediente	Cantidad (kg)	Función
Leche	51,5	Ingrediente principal
Azúcar	10	Aporta los sólidos solubles que ayudan a concentrar el producto
Bicarbonato de sodio	0,025	Neutraliza la acidez de la leche
Glucosa	4	Mejora su viscosidad y previene la cristalización
Aromatizante de vainilla	0,03	Brinda sabor y aroma al producto

Tomado de: Lang, (2018).

CAPITULO III

Metodología

3.1 Ubicación del experimento

La presente investigación se realizó en la provincia de Imbabura, ciudad de Ibarra. El desarrollo de la fase experimental, se llevó a cabo en el laboratorio de frutas y lácteos de las Unidades Educativas de la Carrera de Agroindustria pertenecientes a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica del Norte (UTN). En la siguiente Tabla 3, se muestra las características del lugar donde se ejecutó la investigación del análisis experimental.

Tabla 3

Ubicación del experimento

Provincia	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Ciudad:	Ibarra
Lugar:	Laboratorios de frutas y lácteos
Altitud:	2250 m.s.n.m
HR. Promedio:	73%
Temperatura:	17,4°C
Pluviosidad:	503 – 1000 mm. Año

Tomada de : (INAMHI, 2019).

3.2 Equipos, instrumentos, materiales e insumos

Se utilizó diferentes equipos, instrumentos de medida, materiales, materia prima e insumos y reactivos como se presenta en la Tabla 4, los cuales permitieron cumplir con los objetivos planteados.

Tabla 4

Materiales necesarios para la elaboración del experimento

Equipos	Instrumentos	Materiales	Materia Prima e insumos	Reactivos
Balanza analítica	Termómetro	Olla de acero inoxidable	Leche cruda	Hidróxido de sodio 1N
Potenciómetro	Refractómetro	Paleta de madera	Sacarosa	Fenolftaleína
Milkanalyzer	Termolactodencimetro	Jarra de 1L	Glucosa	Agua destilada
Refractómetro	Acidómetro de Dornic	Cocina industrial	Bicarbonato de sodio	
Colorímetro	Pipetas de 1 y 10ml	Recipientes		
	Probeta 250ml	Cucharas		
	Vasos de precipitación	Colador		

3.3 Metodología

3.3.1 Evaluación de la sustitución parcial de sacarosa por la glucosa en el manjar de leche sobre la viscosidad aparente, el color y cantidad de sólidos solubles.

Se realizaron variaciones en cuanto a la cantidad de los azúcares que se manejaron en el proceso de elaboración del producto. Los porcentajes para la sustitución parcial de sacarosa por glucosa, se calculó a base de la relación planteada según el Instituto Ecuatoriano de Normalización, el cual manifiesta que debe tener un mínimo de 65,5% de sólidos totales y la cantidad de azúcares añadidos no debe exceder del 50% (Maldonado, 2019).

En la formulación del manjar de leche se incorporó distintos porcentajes de sacarosa y glucosa con el fin de medir las características de las variables de respuesta como son la viscosidad, color y los °Brix, al sustituir sacarosa por glucosa, para lo cual se empleó un diseño experimental DCA (diseño completamente al azar), con arreglo factorial ($A \times B + 1$), siendo los factores: glucosa (A), sacarosa (B) y el testigo (30% de sacarosa), el cual determinará la influencia de estos factores sobre la viscosidad, el color y los grados brix en el manjar de leche.

3.3.2 Factores de estudio

En la presente investigación se tomó como fuente de estudio lo siguiente:

3.3.2.1 Factor A: Glucosa

Se estudió el efecto de aplicar tres niveles de sustitución parcial por glucosa, las cuales son: 15, 20 y 25% en el proceso de la elaboración del manjar de leche.

Tabla 5

Descripción de niveles del factor A

Factor A	Niveles
A1	15% glucosa
A2	20% glucosa
A3	25% glucosa

3.3.2.2 Factor B: Sacarosa

Se estudió el efecto de aplicar tres niveles de sustitución parcial de sacarosa, las cuales son: 25, 20 y 15% en el proceso de la elaboración del manjar de leche.

Tabla 6

Descripción de niveles del factor B

Factor B	Niveles
B1	25 % sacarosa
B2	20 % sacarosa
B3	15 % sacarosa

3.3.2.3 Testigo

Se elaboró un manjar de leche únicamente con la incorporación de sacarosa al 30%, con el fin de verificar diferencias significativas entre tratamientos, ya que en las formulaciones e ingredientes tradicionales la sacarosa, es utilizada por la mayor parte de las pequeñas industrias para la obtención de manjares de leche, por tal razón presentan esos problemas de cristalización debido al

desconocimiento del uso de glucosa ya que este disminuye la aparición de cristales de lactosa en el producto final.

3.3.2.4 Tratamientos

Tabla 7

Descripción de los tratamientos generados de la combinación de glucosa y sacarosa

Tratamiento	Combinaciones	Descripción
T1	A1B1	15 % glucosa, 25 % sacarosa
T2	A2B1	20% glucosa, 25% sacarosa
T3	A3B1	25% glucosa, 25 % sacarosa
T4	A1B2	15 % glucosa, 20% sacarosa
T5	A2B2	20% glucosa, 20 % sacarosa
T6	A3B2	25% glucosa, 20% sacarosa
T7	A1B3	15 % glucosa, 15 % sacarosa
T8	A2B3	20% glucosa, 15 % sacarosa
T9	A3B3	25% glucosa, 15% sacarosa
T10	Testigo	30% sacarosa

3.3.2.5 Característica de la unidad Experimental

Características del experimento para la sustitución parcial de glucosa por sacarosa sobre la viscosidad, representada se encuentra representada en la Tabla 8.

Tabla 8*Característica de la Unidad experimental*

Características	Valores
Número de repeticiones	3
Tratamientos	10
Unidad experimental	30

Mediante un análisis estadístico, se evaluó el efecto combinado de los dos factores en el proceso de elaboración del manjar de leche sobre la viscosidad del producto final, el experimento está establecido por 10 tratamientos, con 3 repeticiones, correspondientes a 30 unidades experimentales, el tamaño de la unidad experimental está conformado por 3 litros de leche para cada tratamiento.

3.3.2.6 Análisis estadístico

La Tabla 9, describe la estructura utilizada para interpretar los datos del diseño experimental.

Tabla 9*Análisis de varianza para el diseño DCA*

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	29
Tratamientos	9
Factor A	2
Factor B	2
Interacciones AxB	4
Testigo vs resto	1

Error Experimental	20
--------------------	----

3.3.2.7 Análisis funcional

En la experimentación se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey ($p < 0,05$) para identificar significancia entre tratamientos, los cuales se determinaron en el programa Infostat.

3.3.2.8 Variable dependiente

En la presente investigación se evaluó las siguientes variables de respuesta al producto final como: viscosidad, color y °brix.

Tabla 10

Variables de respuesta

Variable	Método /instrumento	Unidad	Referencia
Viscosidad aparente	Viscosímetro rotacional	Cp	(Viscosimetro.Org, 2020)
Color	Colorímetro	CIE lab	(Méndez, 2018)
Cantidad de sólidos solubles	Refractómetro	°Brix	AOAC 932.12

- **Viscosidad aparente**

La viscosidad del producto final es primordial debido a que, la concentración de azúcares excesivas presenta un producto poco consistente, es decir produce defectos de un manjar harinoso, grumoso y con presencia de cristales. Para la determinación de la viscosidad del manjar de leche, se procedió a utilizar el viscosímetro Rotacional de Brookfield, en donde se prepararon 200ml de muestra en un vaso de precipitación de 250ml, luego se procedió a escoger el husillo número 6 y 5 de acuerdo a la viscosidad que el producto tuvo, después se elevó el rotor del viscosímetro para colocar el

recipiente con la muestra debajo de este, para finalmente obtener los datos correspondientes (Viscosimetro.Org, 2020).

- **Color**

El color es fundamental en el manjar de leche ya que si se excede o carece de las proporciones de glucosa y sacarosa presentarán un color oscuro sin brillo, caso contrario no presentarán las características mencionadas. Para el método de medición de color se utilizó el colorímetro PCE-CSM2 que mide los espectros de color de distintos objetos, la cual es utilizada en la industria de alimentos (ITA Aquateknica S.A, 2023).

- **Cantidad de sólidos solubles (Grados °Brix)**

El análisis se realizará mediante una medición dada por el equipo Refractómetro REICHERT AMETEK con el método de AOAC 932.12. a una temperatura de 20 °C de la muestra.

3.3.3 Determinación del efecto de sustitución de sacarosa por glucosa en el grado de cristalización del manjar de leche.

Para la determinación de la cristalización de la lactosa por el método propuesto por Hough & Contarini, (1990), se utilizó un microscopio óptico con un lente objetivo de 20X, y 40X. Las muestras fueron examinadas durante el tiempo de inicio de generación de los cristales y su crecimiento hasta terminar la vida útil del producto, para lo cual se ejecutó un conteo de cristales en 10 campos microscópicos.

Los datos fueron tratados de manera estadística con el mismo diseño experimental propuesto en el objetivo anterior, además se desarrolló una curva donde se relacionó la formación de cristales en función del tiempo, permitiendo definir así la presencia y tamaño de esta anomalía en el manjar de leche.

Para el conteo se recolectó una muestra de 0,1 g de producto, seguidamente se colocó el producto en el portaobjetos cubriéndolo con el cubre objetos, luego se procedió a realizar el conteo de los cristales presentes en la muestra. Finalmente, se efectuó el promedio de los números de cristales. Para determinar el tamaño de los cristales, se siguió el mismo proceso anterior, además los datos obtenidos del tamaño de cristales se procedieron a codificar a las categorías de la siguiente manera:

Tabla 11

Codificación para el tamaño de los cristales en el manjar de leche

Categoría	Escala
Grande	4
Mediano	3
Pequeño	2
Ninguno	1

3.3.4 Análisis de las características fisicoquímicas y sensoriales del mejor tratamiento

3.3.4.1 Análisis de las características fisicoquímicas

Se realizó los análisis fisicoquímicos al mejor tratamiento del manjar de leche, con el fin de identificar el cumplimiento con la norma NTE INEN 700. Para esto se tomó una muestra de 250 g. En la Tabla 12, se presentan los siguientes análisis físico- químicos del manjar de leche.

Tabla 12

Pruebas para la determinación de los análisis físico-químicos

Análisis	Método	Unidad	Referencia
Acidez	AOAC 942.15	° D	(Magyp, 2018)
Sólidos solubles	AOAC Official Methods 932.12	°Brix	Min 25,5%
Humedad	AOAC 925.10	%	Max 32%

Viscosidad	ASTM D445-18- Brookfield/ Viscosímetro rotativo	Cp	(Zambrano, et al., 2018)
Potencial de hidrógeno	AOAC 981.12	Ph	(Zambrano, et al., 2018)
Características organolépticas	Sensorial	Olor, color, sabor y textura	-

3.3.4.2 Análisis de las características sensoriales

Se realizó la evaluación de las características organolépticas (olor, color, sabor y textura) del mejor tratamiento, para ello se empleó fichas de evaluación sensorial, en donde se usaron valores con escala hedónica del 1 al 10 que corresponden a diferentes parámetros como se encuentra en la Tabla 13, con la participación de un panel no entrenado a 30 degustadores de la ciudad de Ibarra.

Tabla 13

Ficha de evaluación sensorial

Escala	Parámetro
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

La diferencia estadística entre las muestras, se determinó a través de la prueba de Friedman al 5%, para ello se utilizó la ecuación 1.

Ecuación 1.

$$x^2 = \frac{12}{rt(t+1)} R^2 - 3r[(t + 1)]$$

Tabla 14

Simbología de la ecuación utilizada para sacar la prueba de tukey al 5%

Simbología	Significado
x ²	Chi cuadrado
12	Constante
R ²	Sumatoria de rangos al cuadrado
R	Número de degustadores
T	Número de muestras

3.4 Manejo específico del experimento

3.4.1 Diagrama de proceso de elaboración del manjar de leche

Se planteó un diagrama de bloques en el cual se plasma los procesos de elaboración del manjar de leche, como se muestra en la Figura 17.

Figura 16

Diagrama del proceso de elaboración del manjar de leche

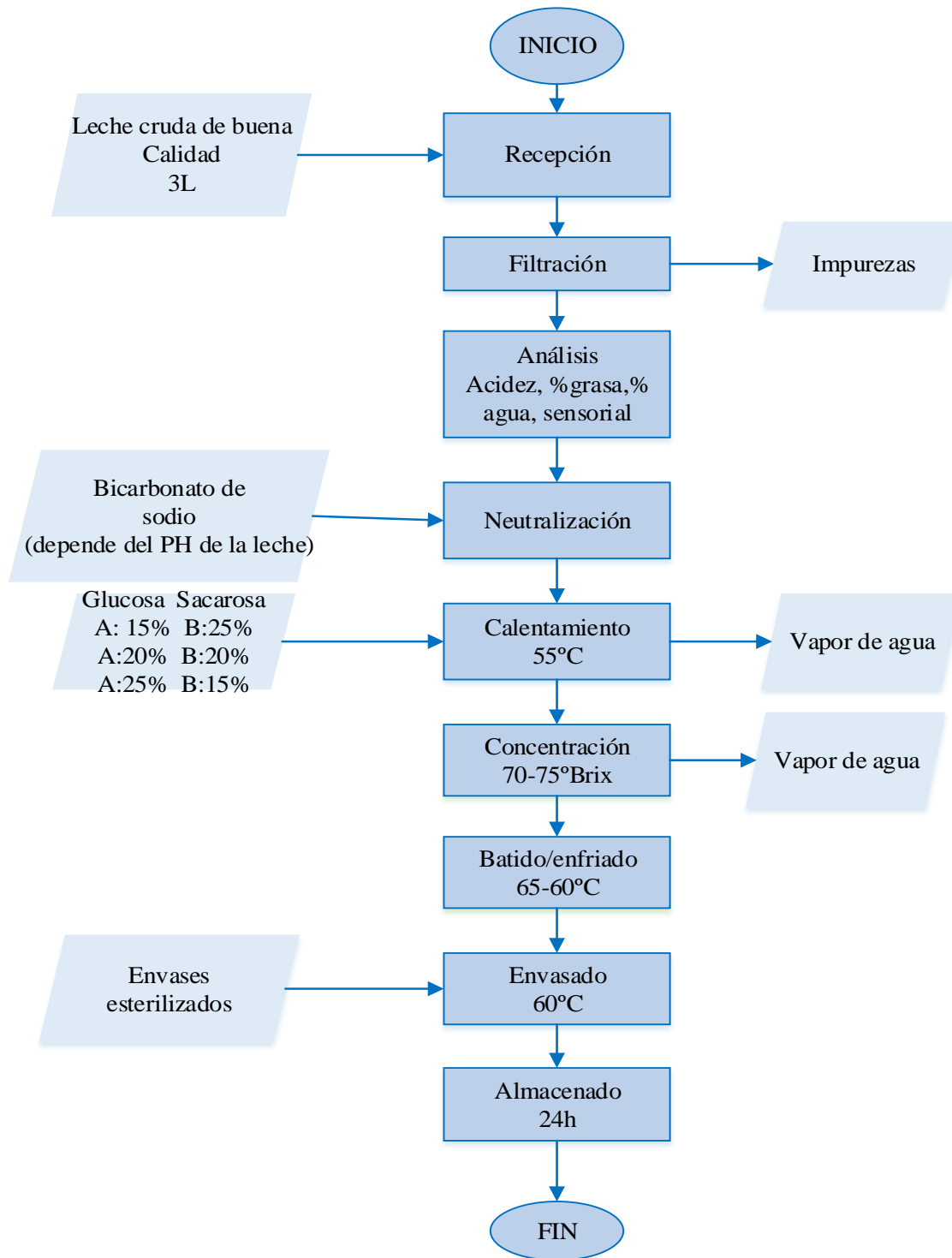
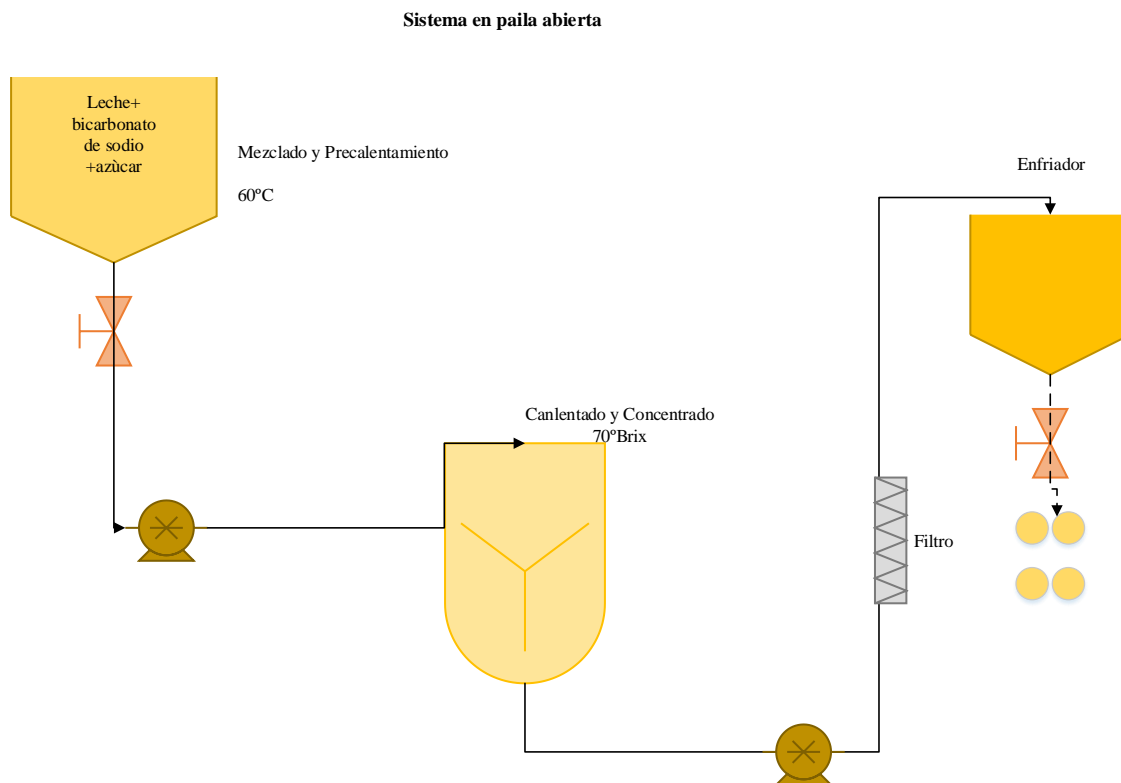


Figura 17

Diagrama ingenieril del proceso de elaboración del manjar de leche (sistema en paila abierta)



3.5 Descripción del proceso

A continuación, se detallará el proceso de elaboración del manjar de leche tipo I.

Recepción de materia prima: Se elaboró con 3 L de leche entera, previamente refrigerada.

Figura 18

Recepción de la Materia Prima



Filtración: Se filtra la leche en una malla de filtro con el fin de eliminar impurezas y cuerpos extraños que se encuentran en la materia prima.

Figura 19

Filtración



Análisis: Se desarrolló los análisis a la materia prima en el equipo milkanalyzer, en donde se verificó porcentajes de grasa, proteína, densidad, agua y sólidos no grasos.

Figura 20

Análisis



Neutralización: La cantidad de bicarbonato de sodio que se adicionó a la leche está de acuerdo a la ecuación empírica y al contenido de Ph de la leche. Este compuesto neutraliza la acidez de la leche que favorece la formación del color típico del manjar.

Figura 21

Neutralización



Calentamiento: Se procedió a calentar la leche, manteniendo una agitación hasta alcanzar una temperatura de 55 °C, para continuar con el siguiente proceso que es la concentración de la glucosa y sacarosa.

Figura 22

Calentamiento



Concentración: seguido del calentamiento, se agregó la glucosa a los 55°C (niveles: 15%, 20% y 25), ya que a esta temperatura actúa la glucosa, se continúa agitando hasta alcanzar los 65°C para adicionar la sacarosa (niveles: 25%, 20% y 15%). Se mantuvo la mezcla con constante agitación durante un tiempo de 3 h y 30 min aproximadamente hasta alcanzar los 70-75 °Brix.

Figura 23

Concentración de glucosa



Figura 24

Concentración de sacarosa



Figura 25

Mezcla de glucosa y sacarosa



Enfriado: Enfriar el manjar de leche en el mismo recipiente con ayuda de un agitador o paleta hasta alcanzar una temperatura de 55- 60°C, se debe realizar una agitación rápida.

Figura 26

Agitado



Figura 27

Enfriado



Envasado: Se envasa a una temperatura de 60 °C, en recipiente plástico con una cantidad de 250g por muestra.

Figura 28

Envasado



Almacenado: Se almacenó a temperatura ambiente de 22°C durante las 24h, hasta realizar su respectivo análisis.

Figura 29

Almacenado



Análisis: Una vez almacenado, se procederá a realizar los análisis del °Brix (refractómetro), viscosidad (viscosímetro), para interpretar los resultados del presente proyecto investigativo.

Figura 30

Análisis de los grados brix



Figura 31

Análisis de la viscosidad



CAPÍTULO IV

Resultados y Discusión

Para obtener un manjar de leche de buena calidad fue necesario realizar los análisis fisicoquímicos de la materia prima.

4.1 Caracterización de la materia prima

El principal proveedor de la leche cruda fue la compañía Floralp S.A, los resultados del análisis físico químico que se realizó a la materia prima se encuentran dentro de los estándares señalados en la norma INEN 009. En la Tabla 15, se presentan los datos de los diferentes análisis y los rangos mínimos y máximos permitidos por la normativa.

Tabla 15

Caracterización de la leche

Análisis	Unidad	Media	Inen 009	
			Min	Max
Acidez	°Dornic	15,48	14	18
pH	%	6,80	6,6	6,8
Grasa	%	3,19	3	-
Densidad	g/m ³ (15°C)	1,028	1,028	1,032
Proteína	% (m/m)	3,08	2,9	-
Adición de agua	%	1,85	-	-
Sólidos no grasos	%	8,17	8,2	-
Punto crioscópico	(°C) (-100)	53,79	0,52	0,54

4.2 Evaluar la sustitución parcial de sacarosa por glucosa en el manjar de leche sobre la viscosidad aparente, color y sólidos solubles.

4.2.1 Análisis de varianza de la viscosidad aparente

En la Tabla 16, se presentan los resultados del ANOVA de la variable viscosidad el cual fue determinado en el viscosímetro Rotacional de Brookfield detallada en unidad CP.

Tabla 16

Análisis de varianza de la viscosidad

F.V.	Sc	Gl	Cm	F	P-valor
Glucosa (A)	88928800,5	2	44464400,3	16,80	7,66E-05
Sacarosa (B)	205355470	2	102677735	38,79	2,98E-07
Glucosa(A)*sacarosa(B)	504186033	4	126046508	47,61	2,46E-09
A*B+1	114234577	1	114234577	43,15	3,59E-06
Error	47651930	18	2647329,44		
Total	960356811	27			

Nota. Coeficiente de variación: 11,26%

Los resultados obtenidos de la variable viscosidad en el manjar de leche, presentan diferencias significativas ya que el p-valor para los factores, interacción e interacción más el testigo, son inferiores a 0,05 el cual determina las diferencias significativas, es decir que hubo efecto entre tratamientos y que la combinación de los insumos (glucosa y sacarosa) a sus diferentes porcentajes interfieren en la viscosidad del manjar de leche. Se empleó la prueba de Tukey con un nivel de confianza al 5%, al existir estadísticamente diferencias significativas entre tratamientos como se encuentra detallado en la tabla 17.

Tabla 17

Prueba de rango múltiple TUKEY de la variable viscosidad

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Rangos
T8	24504,33	3	939,38	a
T6	23409,33	3	939,38	a
T7	17723,33	3	939,38	b

T5	14487,33	3	939,38	b c
T2	12664,33	3	939,38	b c
T1	10435,67	3	939,38	C
T4	10280,67	3	939,38	C
T9	10111,33	3	939,38	C
T3	9981,33	3	939,38	C
Testigo	3960,00	3	1627,06	D

En la Tabla 17 se observa que, los tratamientos T8 y T6 presentaron mayor viscosidad, siendo el mejor tratamiento el **T8** (glucosa:20% , sacarosa: 15%), con un valor de: 24504,33cp, seguido de los demás tratamientos con valores menores al reportado, por el contrario el testigo presentó menor ponderación, este tratamiento al trabajar con el 30% de sacarosa, presentó un producto poco consiste, dado que, Barba & Muñoz (2020), en su investigación recalcan que el uso de la glucosa en el manjar de leche genera una viscosidad mayor al de la sacarosa, por ende, el testigo sacarosa: 30%, con un promedio de 3960 cp, presentó una viscosidad menor a todos los tratamientos ya que únicamente se le incorporó sacarosa en su formulación.

De acuerdo con las investigaciones realizadas por Torres, (2022), acerca del manjar de leche elaboradas con la incorporación de sacarosa existe un índice promedio de 3816,52, en el cual, el testigo está dentro del rango establecido en literatura.

4.2.2 Análisis comparativo de la variable color

Los resultados obtenidos de la variable de respuesta color se midió a base de un sistema CIEI*a*b a través de un colorímetro de marca 3nh tomando una medición por triplicado presentado por ITA Aquateknica S.A, (2023), en donde la variable L* establece la luminosidad, los valores de a* representan al índice rojo-verde y el b* es el índice amarillo-azul, posteriormente se obtuvo un promedio del comportamiento de los datos para el análisis comparativo con el testigo (30%

sacarosa). A continuación, se presenta la Tabla 18, en la cual se encuentran representadas los valores promedios de cada tratamiento y el testigo de la variable color del cual será comparado.

Tabla 18

Medidas de color en sistema CIElab y RGB

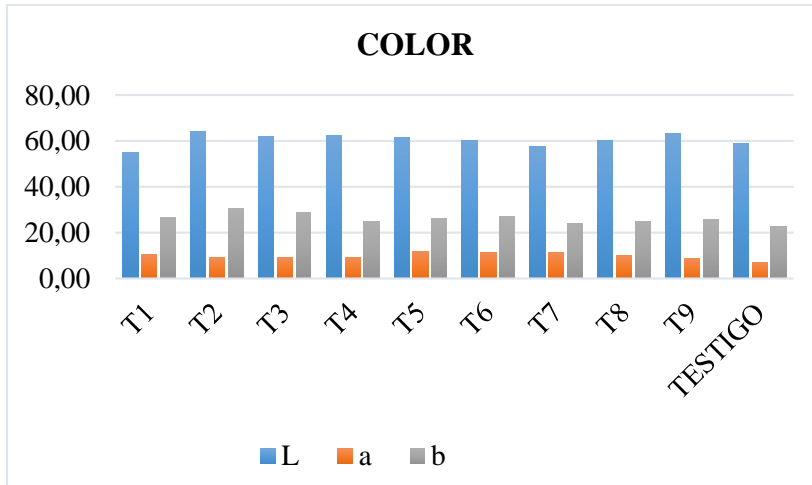
Tratamientos	L	A	B	RGB
T1	55,03	10,47	26,50	166 123 74
T2	64,14	9,02	30,45	190 147 87
T3	62,22	9,44	28,82	185 142 86
T4	62,40	9,23	24,86	183 143 96
T5	61,66	11,65	26,03	186 139 92
T6	60,11	11,20	27,07	181 135 85
T7	57,79	11,32	24,05	174 129 87
T8	60,34	10,14	24,85	179 137 91
T9	63,31	8,96	25,94	186 145 96
Testigo	59,13	7,27	22,92	170 136 92

Nota. L: luminosidad; a: coordenadas (rojo/verde); b: coordenadas (amarillo/azul); RGB: modelo cromático (rojo,verde y azul).

En esta Tabla 18, se presentan los valores promedios del color en coordenadas CIE Lab y en sistema RGB (rojo,verde,azul) para cada una de las muestras y el testigo.

Figura 32

Comparación de las medidas del color entre los 9 tratamientos y el testigo



En la Figura 33, se puede observar que el **T1** (glucosa:15% , sacarosa:25%) y el **T7** (glucosa: 15%, sacarosa: 15%), son los que más se asemejan al testigo en la coordenada *l y el resto de los tratamientos son mayores al testigo, lo cual explica en la literatura que la adición de glucosa al manjar de leche resulta el aumento de la intensidad del color y oscurecimiento ya que la glucosa tiene un poder edulcorante mucho mayor que la sacarosa, además le otorga al producto final un brillo agradable, mejorando la apariencia del manjar de leche (Encalada & Velez, 2019).

Para la comparación del color de los tratamientos y el testigo, se realizó un promedio total de los tratamientos en el sistema CIElab los cuales son: **l**: 60,78, **a**: 10,16, **b**: 26,51 (RGB:181, 138, 88) y el testigo (30% de sacarosa) con **l**: 59,13, **a**: 7,27, **b**: 22,92 (RGB:170, 136, 92).

Figura 33

Color promedio de los tratamientos

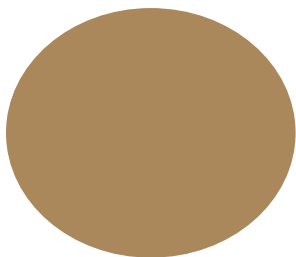


Figura 34

Color promedio del testigo

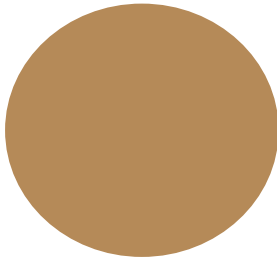
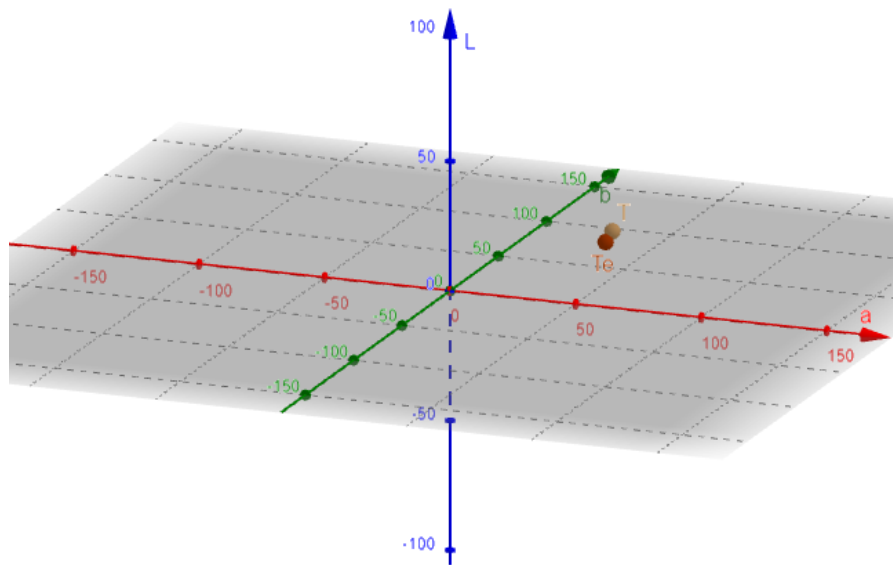


Figura 35

Resultados en el sistema CIElab



Se pueden determinar visualmente que las Figuras 34 y 35, son diferentes en color, ya que los tratamientos tienen un aspecto a marrón claro, rojo y menos amarillo que el testigo; este tiene un aspecto marrón oscuro con tendencia inferior al rojo y amarillo (figura 36).

Los valores promedio referenciales de la variable color, fue el manjar de leche argentino, el cual es más estudiado hasta el momento y sus rangos en el sistema CIE-L*a*b* son: **L***: 26,36 a 41,31, **a***: 14,72 a 17,09, y **b***: 26,37 a 31,49; comparando con los resultados de los tratamientos y el testigo del presente experimento, presentan mayor luminosidad, los valores de a* son menores a

los reportados y los valores de b* están dentro del rango establecido que el manjar de leche argentino (Rodríguez & Salazar, 2018).

Mediante la siguiente ecuación, se calcula las diferencias totales de la variable color.

Ecuación 2.

Fórmula del color total

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

En donde: $\Delta L=1,65$

$\Delta a=2,89$

$\Delta b=3,59$

$\Delta E=4,89$

En la ecuación de diferencia de color, se pudo determinar que la diferencia total del color es 4,89, siendo este menor a ± 5 el cual indica que el promedio de los tratamientos y el testigo de la variable color son visualmente apreciables al ojo humano.

4.2.3 Análisis de varianza de los °brix

Los resultados del ANOVA de la variable sólidos totales del manjar de leche, se describen en la Tabla 19, los resultados fueron expresados en °Brix, y la lectura se realizó cuando las muestras estaban a temperatura ambiente.

Tabla 19

ANOVA de los °Brix

F.V.	Sc	Gl	Cm	F	P-valor
Glucosa (A)	0,29	2	0,14	0,06	0,95

Sacarosa (B)	4,91	2	2,46	0,97	0,40
Glucosa(A)*sacarosa(B)	13,69	4	3,42	1,35	0,29
A*B+1	3,18	1	3,18	1,25	0,28
Error	45,64	18	2,54		
Total	67,71	27			

En cuanto a la variable °Brix, se puede visualizar en la tabla ANOVA que los factores glucosa y sacarosa son superiores al p-valor 0,05 es decir que estadísticamente los tratamientos no presentan significancia, al igual que la interacción con un p-valor de 0,29 y el testigo con un p-valor de 0,28.

Estableciéndose que no es necesario aplicar la prueba tukey puesto que, el porcentaje de glucosa y porcentaje de sacarosa añadida al producto no intervienen en alcanzar la concentración entre el 70-75° Brix, sin embargo, estudios realizados por Alvarado (2018), menciona que el contenido de sólidos solubles es predominante ya que, si el producto se sobresatura produce el crecimiento de grandes cristales que provoca arenosidad al producto final.

Según Zambrano, et al., (2018), los grados Brix son un factor determinante para la textura es decir a mayor concentración mayor viscosidad poseerá el producto. El manjar de leche posee valores de 70-75 °Brix. Los resultados de dicha variable obtenidos en esta investigación, coinciden con los reportados en la literatura y además cumplen con los requisitos establecidos en la norma técnica ecuatoriana.

4.3 Determinar el efecto de la sustitución parcial de sacarosa por glucosa en el grado de cristalización del manjar de leche.

4.3.1 Cantidad de cristales

Se determinó la cantidad de cristales mediante un microscopio óptico, los cuales fueron apreciadas en 10 campos microscópicos en donde las muestras se estimaron en función del tiempo, hasta

finalizar su vida útil que fue por un lapso de 90 días aproximadamente, a continuación, en la Tabla 20, se presentan los análisis de varianza correspondientes a la formación de cristales al día 30 de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 20

ANOVA de la cantidad de cristales a los 30 días de almacenamiento

F.V.	Sc	Gl	Cm	F	P-Valor
Glucosa (A)	1801,56	2	900,78	7,10	0,0053
Sacarosa (B)	62,89	2	31,44	0,25	0,7832
Glucosa (A) *Sacarosa (B)	543,56	4	135,89	1,07	0,3999
A*B+1	126,3	1	126,3	1,00	0,3317
Error	2284,67	18	126,93		
Total	4818,96	27			

En la Tabla 20, se presenta el p-valor (0,05) al realizar el análisis de varianza, en el que se aprecia el nivel de significancia de cada uno de los factores, interacción e interacción más testigo, e indica si los factores en estudio que se utilizaron influyen o no durante el proceso de elaboración del manjar de leche, al no tener diferencias significativas no se aplicó la prueba de tukey para esta variable.

Al realizar el análisis de varianza, se aprecia que el nivel de significancia es nula en todos los factores de estudio, esto se debe a que la combinación de los niveles del factor glucosa y sacarosa son diferentes, por lo tanto, los promedios en algunos tratamientos dieron como resultado cero, siendo los tratamientos con mayor glucosa en su formulación **T2** (20% de glucosa, 25% de sacarosa), **T6** (25% de glucosa, 20% de sacarosa) y **T8** (20% de glucosa, 15% de sacarosa), a pesar de que el testigo (30% de sacarosa) no posee glucosa, no presentó cristales, pero únicamente hasta los 30 días, es decir que el tiempo de almacenamiento es muy corto para la aparición de cristales.

Tabla 21*ANOVA de la cantidad de cristales a los 60 días de almacenamiento*

F.V.	Sc	Gl	Cm	F	P-valor
Glucosa (A)	4088,96	2	2044,48	3,45	0,03
Sacarosa (B)	50,96	2	25,48	0,04	0,96
Glucosa (A) *Sacarosa (B)	19141,26	4	4785,31	8,08	0,00
A*B+1	169350,83	1	169350,83	286,05	0,00
Error	10656,67	18	592,04		
Total	203288,68	27			

A continuación, se presenta la Tabla 21, en el cual se observa que los resultados del p-valor obtenidos, dio como resultado que, en la incorporación de glucosa el nivel de significancia recae sobre todos los factores en estudio a excepción de la adición de sacarosa en el proceso del manjar de leche.

Al existir diferencias significativas entre tratamientos se realiza la prueba de tukey, el cual se presenta en la Tabla 22.

Tabla 22

Prueba de tukey para determinar la cantidad de cristales en el manjar de leche a 60 días de almacenamiento

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Rangos
Testigo	512	3	24,33	a
T5	137	3	14,05	b
T1	124	3	14,05	b c
T7	117,33	3	14,05	b c
T9	111,33	3	14,05	b c
T4	85,67	3	14,05	b c
T2	82,67	3	14,05	b c

T3	75,67	3	14,05	b c
T8	52,33	3	14,05	c
T6	50,33	3	14,05	c

En la prueba de Tukey , se pudo terminar que el tratamiento **T6** (25% de glucosa, 20% de sacarosa), presentó 50,33 cristales a los 60 días de almacenamiento, mientras que el testigo presentó el valor más alto en cuanto a cantidad de cristales, en relación a los demás tratamientos, es decir que a este tiempo ya existe la presencia de dicha anomalía en el manjar de leche.

Tabla 23

ANOVA de la cantidad de cristales a los 90 días de almacenamiento

F.V.	Sc	Gl	Cm	F	p-valor
Glucosa (A)	52382,74	2	26191,37	26,06	0,000
Sacarosa (B)	34437,85	2	17218,93	17,14	0,000
Glucosa (A) *Sacarosa (B)	109291,26	4	27322,81	27,19	0,000
A*B+1	382635,01	1	382635,01	380,77	0,000
Error	18088	18	1004,89		
Total	596834,86	27			

Al realizar el análisis de varianza de la cantidad de cristales a los 90 días, se puede observar que el p-valor para todos los factores en estudio arrojó un valor inferior a 0,05 lo cual expresa que existe significancia, es decir que la glucosa y sacarosa si intervienen en el crecimiento de cristales del manjar de leche. Se aplicó una prueba de tukey al 5% el cual, se presenta a continuación en la Tabla 24.

Tabla 24

Prueba de tukey para determinar la cantidad de cristales en el manjar de leche a los 90 días de almacenamiento

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Rangos
Testigo	850	3	31,7	a
T7	395,67	3	18,3	b
T5	319,33	3	18,3	b c
T1	253,67	3	18,3	c d
T9	221,33	3	18,3	c d e
T8	194,67	3	18,3	d e
T2	192,33	3	18,3	d e
T4	144,67	3	18,3	e
T3	134,33	3	18,3	e
T6	124,67	3	18,3	e

A través de la Tabla 24 de la prueba de tukey, se evidenció que el tratamiento **T6** (25% de glucosa, 20% de sacarosa) es considerado como el mejor tratamiento, ya que posee 124,67 cristales el cual es un valor menor a todos los demás tratamientos, a diferencia del testigo que presentó 850 cristales a causa de la ausencia de glucosa en el manjar de leche.

Se realizó un resumen promedio de la cantidad de cristales presentes en el manjar de leche, para determinar el mejor tratamiento a través de la prueba de tukey.

Tabla 25

Resumen de los resultados del experimento acerca de la cantidad de cristales en el manjar de leche

Tratamientos	Glucosa (A)	Sacarosa (B)	30 días	60 días	90 días
T1	15	25	22,67	124	253,67
T2	20	25	0	82,67	192,33
T3	25	25	16	75,67	134,33
T4	15	20	19,33	85,67	144,67

T5	20	20	8,67	137	319,33
T6	25	20	0	50,33	124,67
T7	15	15	25,33	117,33	395,67
T8	20	15	0	52,33	194,67
T9	25	15	11	111,33	221,33
Testigo	0	30	0	512	850

Tabla 26

Prueba de tukey de los datos promedios de la cantidad de cristales

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Rangos
Testigo	454	3	3,64	a
T7	179,44	3	2,1	b
T5	155	3	2,1	c
T1	133,45	3	2,1	d
T9	114,55	3	2,1	e
T2	91,67	3	2,1	f
T4	83,22	3	2,1	f g
T8	82,34	3	2,1	f g
T3	75,33	3	2,1	g
T6	58,33	3	2,1	h

Como se observa en la Tabla 25 de resumen promediales, la presencia de cristales es parcialmente nula en todos los tratamientos y testigo, después de su elaboración del día 1 hasta el día 30, pero a medida que pasó el tiempo de almacenamiento, los cristales aumentan en todos los manjares, sin embargo, el testigo el cual contiene el 30% de sacarosa sin adición de glucosa, presento mayor cantidad de cristales que los demás tratamientos. Lo cual explica, Davinia, Barba, & Muñoz, (2020) que, a mayor sustitución parcial de sacarosa por glucosa ayuda a retardar el crecimiento de los cristales en el transcurso del tiempo de almacenamiento.

Se realizó la prueba de tukey al promedio de los datos obtenidos en la experimentación, en donde se consideró como mejor tratamiento al **T6** (25% de glucosa, 20% sacarosa), el mismo que al día 30 no presentó cristales, pero al pasar el tiempo al día 60 presentó 50,33 cristales hasta alcanzar 124,67 cristales al día 90. Al respecto con el mismo autor mencionado, en su evaluación considera que, al utilizar un nivel bajo de bicarbonato y el 40% de glucosa en el manjar de leche, disminuye la cantidad de cristales, lo cual concuerda con el presente estudio ya que existe una ligera disminución de cristales al ir aumento la concentración de glucosa en las formulaciones.

4.3.2 Tamaño de los cristales

Mediante un microscopio se visualizó y se identificó el tamaño de los cristales del manjar de leche, el cual fue almacenada a temperatura ambiente y categorizada a escala del 1 al 4, para determinar el tamaño del cristal en: grande, mediana, pequeña y ninguno. A continuación, se presenta la Tabla 27, de los datos promedio del tamaño de los cristales.

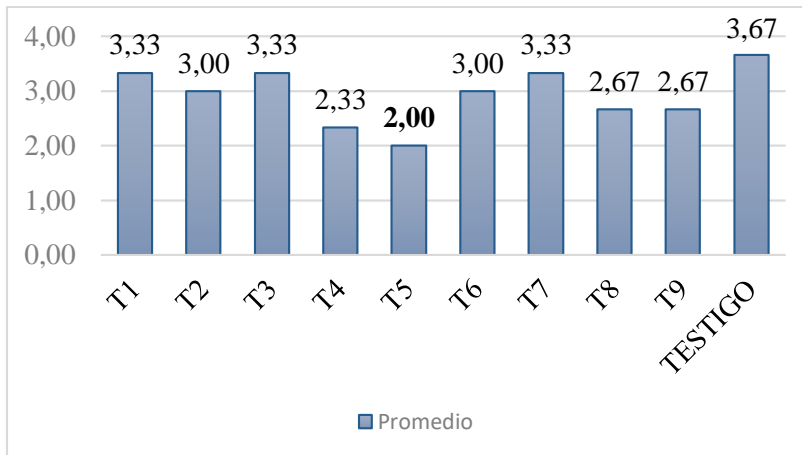
Tabla 27

Datos del promedio del tamaño de cristales en función del tiempo de almacenamiento

Tratamiento	30 días	60 días	90 días	Promedio
T1	2,00	4,00	4,00	3,33
T2	1,00	4,00	4,00	3,00
T3	2,00	4,00	4,00	3,33
T4	2,00	2,00	3,00	2,33
T5	1,00	2,00	3,00	2,00
T6	1,00	4,00	4,00	3,00
T7	3,00	3,00	4,00	3,33
T8	1,00	3,00	4,00	2,67
T9	1,00	3,00	4,00	2,67
Testigo	3,00	4,00	4,00	3,67

Figura 36

Tratamientos en función de los promedios del tamaño de los cristales



Al realizar el promedio de los datos del tamaño de los cristales se puede apreciar que el tratamiento **T5** (glucosa: 20%, sacarosa: 20%) es el que posee cristales de tamaño pequeño a comparación con el tratamiento **testigo** (sacarosa: 30%), ya que este adquiere un tamaño mediano y ningún tratamiento tiene cristales grandes; sin embargo, en relación a la cantidad de cristales el tratamiento testigo es el que más cristales posee.

La velocidad del enfriamiento es un factor principal que puede ser controlada para evitar la formación de cristales, cristales grandes se forman por el lento descenso de la temperatura, mientras que la formación de cristales pequeños se da porque el descenso de temperatura es rápido, y a temperaturas menores la viscosidad del manjar de leche dificulta la formación de cristales de lactosa (Alvarado, 2018).

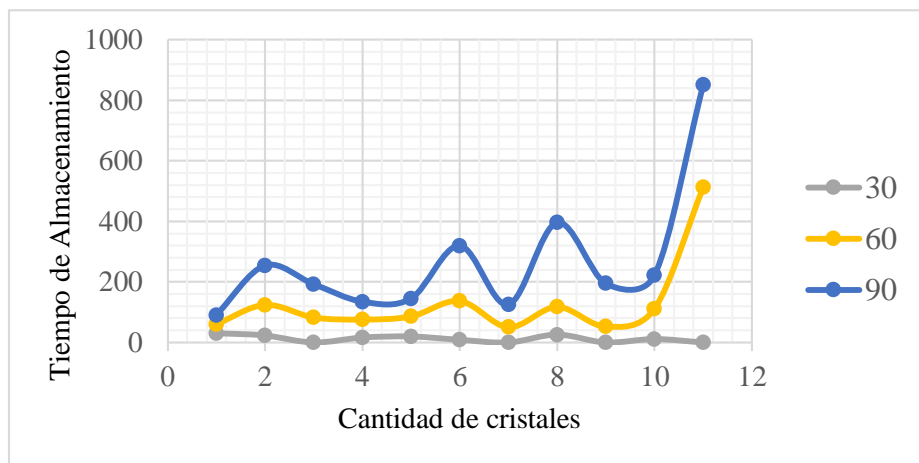
A comparación de los resultados obtenidos por Lamothe (2006), los datos fueron evaluados a los 30 días de almacenamiento a temperatura de 4 y -10 °C en donde se obtuvo como resultado un manjar de leche con cristales de tamaño pequeño y mediano; no presentan cristales de tamaño grande en ninguno de sus tratamientos, lo que quiere decir que se relaciona con el presente trabajo

investigativo en cuanto al tamaño de los cristales ya que se encuentra entre la categoría pequeño y mediano.

Se desarrolló una curva donde se relacionó la formación de cristales en función del tiempo, la cual permitió definir la presencia de cristales en el manjar de leche, cabe recalcar que no se relacionó con el tamaño del cristal debido a que son datos no paramétricos.

Figura 37

Formación de cristales en función del tiempo



Como se puede observar en la Figura 41, la cantidad de los cristales en el manjar de leche aumenta conforme transcurre el tiempo de almacenamiento de los 30 días aumenta hasta los 90 días de almacenamiento.

4.4 Analizar las características fisicoquímicas y sensoriales del mejor tratamiento

4.4.1 Características fisicoquímicas al mejor tratamiento

Al mejor tratamiento se identificó a base de la aceptabilidad del producto mediante los consumidores el cual fue el T6 (glucosa: 25% y sacarosa: 20%). En la Tabla 28, se presentan las siguientes características físico químicos valorados en el laboratorio con una cantidad de 200g por

muestra de producto. En donde dichas características concuerdan con las normas INEN presentadas en la Tabla 1 de requisitos físico-químicos para el manjar de leche.

Tabla 28

Pruebas para la determinación del análisis físico-químico del manjar de leche

Análisis	Método	Resultados	Unidad	Referencia
Acidez	AOAC 942.15	20	° D	(Magyp, 2018)
Sólidos solubles	AOAC Official Methods 932.12	71,6	°Brix	Min 25,5%
Humedad	AOAC 925.10	19,52	%	Max 32%
Viscosidad	ASTM D445-18- Brookfield/ Viscosímetro rotativo	23409,33	Cp	(Albarracin, 2012)
Potencial de hidrógeno	AOAC 981.12	6,9	Ph	(FAO, 2014)
Características organolépticas	Sensorial	Característico	Olor, color, sabor y textura	-

4.4.2 Características sensoriales

Para la aceptabilidad del manjar de leche se evaluaron las características organolépticas de 9 tratamientos y 1 testigo a través de un panel de degustación no entrenado a 30 degustadores de diferente sexo y de edades de entre 12-70 años, los cuales calificaron los atributos del olor, color, sabor y textura a una escala hedónica de 10 puntos. Para determinar al mejor tratamiento se empleó la prueba de Friedman al 5%, dando como resultado que el tratamiento T6 es el mejor, excepto en el sabor.

4.4.2.1 Olor

A continuación, se presenta los resultados del color a través de la prueba de Friedman al 5%. El olor debe ser característico a leche concentrada, sin la presencia de olores extraños.

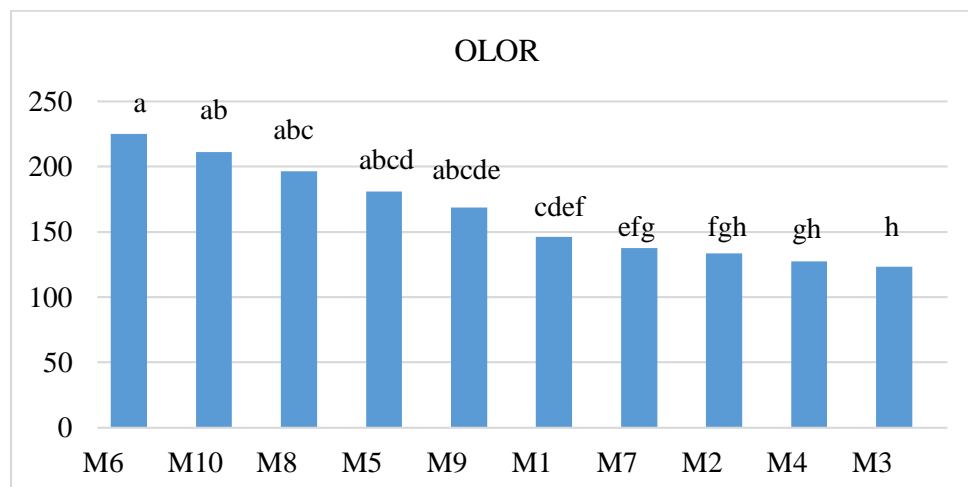
Tabla 29

Prueba de Friedman al 5% del olor

Muestra	Suma	Media	Rangos
M6	225,00	7,50	a
M10	211,00	7,03	a b
M8	196,50	6,55	a b c
M5	181,00	6,03	a b c d
M9	168,50	5,62	a b c d e
M1	146,00	4,87	c d e f
M7	137,50	4,58	e f g
M2	133,50	4,45	f g h
M4	127,50	4,25	g h
M3	123,50	4,12	h

Figura 38

Evaluación de la variable olor



Como se observa en la Tabla 29 de resultados de la prueba de Friedman, todas las muestras presentan diferencias, sin embargo, la muestra **M6** que corresponde al **T6** (glucosa:25%, sacarosa: 20%) tiene mayor aceptabilidad y mejor característica con un promedio de 7,50 en cuanto al color. En promedio los panelistas escogieron la opción “me gusta moderadamente” es decir que el manjar de leche cumple con olor característico de un producto fresco, sin olores extraños ni ácidos.

Torres, (2022), en cuanto a su evaluación sensorial del aroma, el tratamiento con mejor aceptación fue el que contiene en su formulación el 25% de azúcar y un promedio de 7,09, característica que se asemeja al presente experimento en todos los tratamientos incluyendo al testigo.

4.4.2.2 Color

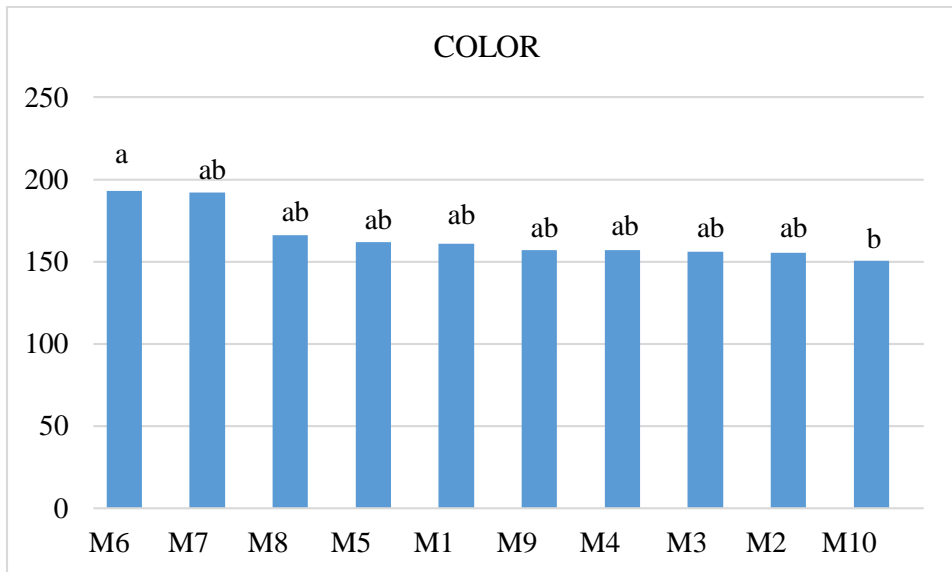
Davinia, Barba, & Muñoz, (2020) mencionan que, el color es el primer factor organoléptico que es percibido por el degustador y que a través de esta característica genera un criterio de calidad del alimento. A continuación, se presenta la Tabla 30, de resultados de la variable color.

Tabla 30 Prueba de Friedman al 5% del color

Muestra	Suma	Media	Rangos
M6	193,00	6,43	a
M7	192,00	6,40	a b
M8	166,00	5,53	a b
M5	162,00	5,40	a b
M1	161,00	5,37	a b
M9	157,00	5,23	a b
M4	157,00	5,23	a b
M3	156,00	5,20	a b
M2	155,50	5,18	a b
M10	150,50	5,02	b

Figura 39

Evaluación de la variable color



En la prueba de Friedman, se aprecia que el tratamiento con mejor aceptación en cuanto a la variable color es la muestra **M6** el cual corresponde al tratamiento **T6** (sacarosa:25%, glucosa:20%) con una media de 6,43, obteniendo un promedio de “me gusta levemente” mientras que la muestra **M10** representada por el testigo es inferior al resto de tratamientos, lo cual atribuye que los manjares de leche con mayor contenido de glucosa son los que tienen características de color castaño claro que el testigo.

Los resultados obtenidos por Ramírez & Novoa, (2018), el tratamiento C que corresponde al manjar de marca el Cortijo fue considerado sensorialmente que tienen un mejor color con una media de 6,72, el cual se asemeja a la muestra 6 del presente trabajo investigativo.

4.4.2.3 Sabor

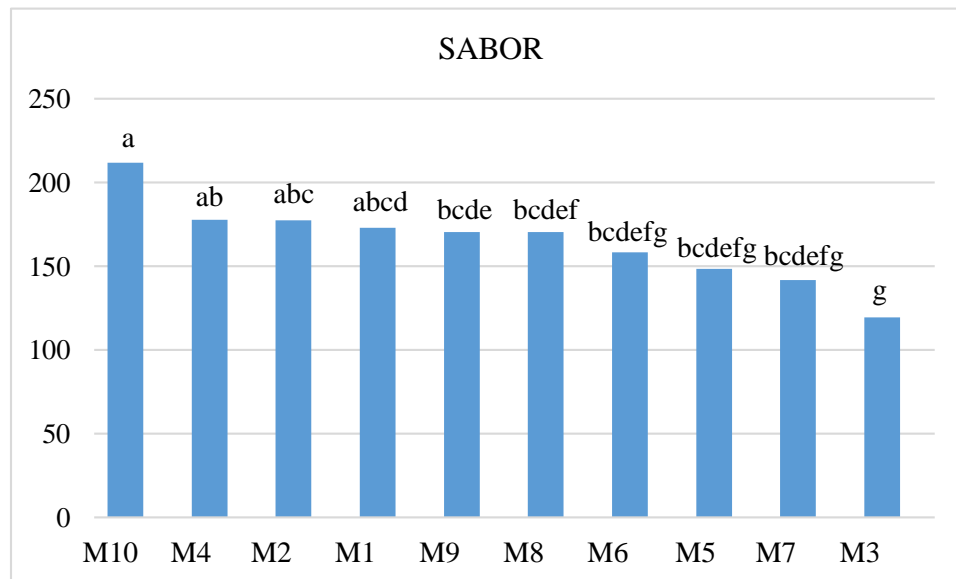
Según Carreño, (2018), dice que, el manjar de leche es caracterizado por tener un sabor dulce tipo acaramelado, exento de sabores extraños. En la siguiente Tabla 31, se presenta la prueba de Friedman para la variable sabor.

Tabla 31 Prueba de Friedman al 5% del sabor

Muestra	Suma	Media	Rangos
M10	212,00	7,07	a
M4	178,00	5,93	a b
M2	177,50	5,92	a b c
M1	173,00	5,77	a b c d
M9	170,50	5,68	b c d e
M8	170,50	5,68	b c d e f
M6	158,50	5,28	b c d e f g
M5	148,50	4,95	b c d e f g
M7	142,00	4,73	b c d e f g
M3	119,50	3,98	g

Figura 40

Evaluación de la variable sabor



Como se observa en la Tabla 31, en relación a la media se puede decir que el sabor más agradable y aceptada por el panelista es la muestra **M10** correspondiente al testigo (sacarosa:30%), con media de 7,07 y una calificación de “me gusta moderadamente”.

Mientras que la muestra **M3** (glucosa: 25%, sacarosa: 25%) tiene una ponderación baja de 3,98 el cual corresponde a la categoría “me disgusta levemente”, su alto contenido de azúcares influyó en la aceptación de los degustadores los cuales indicaron una inconformidad en cuanto al dulzor del producto.

Los resultados conseguidos por Torres (2022), el tratamiento T9 con el 30% de sacarosa fueron considerados sensorialmente que tienen un mejor sabor, porcentajes que son cercanos a la muestra **M10**, la cual representa al testigo (sacarosa: 30%).

4.4.2.4 Textura

La textura es una de los atributos de calidad más decisivos e importantes, ya que defectos en el manjar de leche podría causar el rechazo del producto hacia el consumidor por lo tanto el producto debe contener una consistencia uniforme, sirupuosa y suave, sin la presencia de grumos y cristales perceptibles (Allasia, 2019).

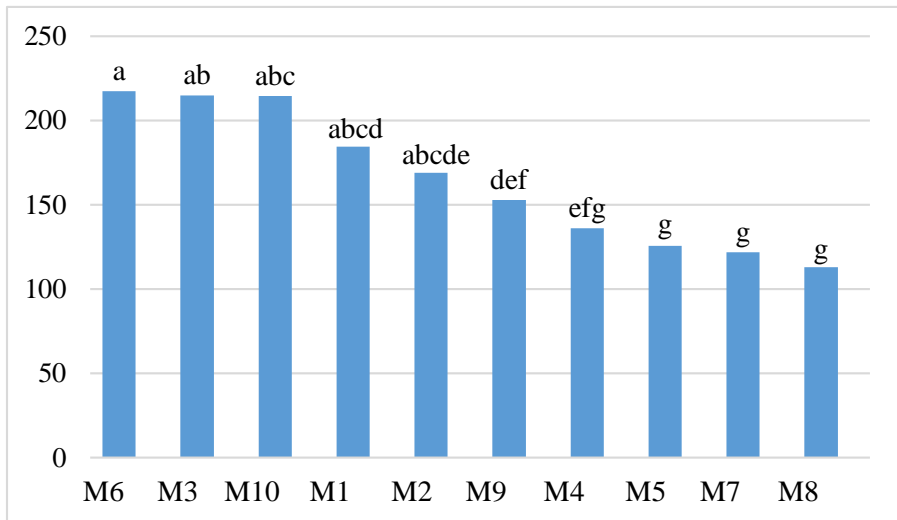
Tabla 32

Prueba de Friedman al 5% de la textura

Muestra	Suma	Media	Rangos
M6	217,50	7,25	a
M3	215,00	7,17	a b
M10	214,50	7,15	a b c
M1	184,50	6,15	a b c d
M2	169,00	5,63	b c d e
M9	153,00	5,10	d e f
M4	136,00	4,53	e f g
M5	125,50	4,18	g
M7	122,00	4,07	g
M8	113,00	3,77	g

Figura 41

Evaluación de la variable textura



Al realizar la prueba de Friedman se puede observar en la Tabla 32, que el mejor tratamiento es la muestra **M6** (glucosa:25%, sacarosa:20%) con una media de 7,25 el cual corresponde a una calificación de “me gusta moderadamente”, a comparación con las demás muestras las cuales están libres de una textura áspera, presencia de cristales y grumos, excepto la muestra **M5**, **M7** y **M8**, ya que según los degustadores detectaron la presencia de grumos, de acuerdo a Condori & Guerrero, (2019), menciona que el grumo es causado por un bajo pH o por detención de la agitación durante la elaboración del manjar de leche.

La textura del manjar de leche está enlazada conjuntamente a los grados Brix, a comparación de los resultados optadas por López & Vaquero (2018) manifiestan rechazos ante propiedades de liquidez, los cuales concuerdan con el presente trabajo investigativo debido a que, el manjar de leche en su formulación está compuesto por glucosa razón por la cual el producto tiene una consistencia semisólida ya que la glucosa hace al producto más viscoso. A pesar de que el testigo presentó una viscosidad baja a los demás tratamientos, sí fueron de agrado para los degustadores.

CAPÍTULO V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- La sustitución parcial de sacarosa por glucosa, pese a que disminuye la cristalización, no es tan efectiva para evitar esta anomalía en el manjar de leche a largo plazo ya que en aproximadamente 90 días se manifiesta la formación de grandes cristales, que son percibidos como textura arenosa al paladar.
- En este experimento al aumentar la sustitución de glucosa por sacarosa se pudo verificar que la viscosidad aparente aumenta.
- En cuanto al análisis de la variable color entre tratamientos y testigo, se evidenció que a mayor porcentaje de glucosa mayor es la luminosidad y brillo, diferencia que es perceptible al ojo humano.
- Con respecto a las características organolépticas del manjar de leche, el tratamiento T6 (glucosa: 25% y sacarosa: 20%), fue el más preferido por los consumidores, cuyos parámetros cumplen con la Normas INEN 700.
- Estadísticamente, la hipótesis nula se rechaza ya que el efecto de la sustitución parcial de sacarosa por glucosa reduce la formación de grandes cristales y mejora las características sensoriales y fisicoquímicas del manjar.

5.2 Recomendaciones

- Para obtener un manjar de leche viscoso, añadir la glucosa a 55°C, luego añadir la sacarosa a 65°C, de lo contrario el producto no alcanzará la consistencia deseada.
- Realizar estudios con distintas concentraciones (°Brix) finales en el manjar de leche, con la finalidad de observar diferencias en atributos de textura y color.
- Estudiar al manjar de leche añadiendo a la formulación únicamente la glucosa, lo cual podría resultar un manjar de leche con diferentes características fisicoquímicas y sensoriales.
- La formulación del tratamiento T8 puede emplearse en pastelería o acompañando a otros alimentos como, natillas, waffles, panqueques por su viscosidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Abril, P., & Jacob, A. (2020). "Propuesta de Elaboración y Mejora de las Características del Dulce de Leche y Aplicación Gastronómica de 10 Nuevos Sabores". (*tesis de ingeniería*). Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Albarracín, O. M. (2012). ELABORACIÓN DE MANJAR CON TRES NIVELES DE SOYA. (*INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS*). UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, QUEVEDO.
- Alibra S.A. (11 de Febrero de 2021). *Lactosa micronizada en la producción de dulce de leche*. Obtenido de AlibraLac: <https://alibra.com.br/informes-tecnicos-e-comerciais/lactosa-micronizada-alibra-en-la-produccion-de-dulce-de-leche/#:~:text=El%20proceso%20de%20micronizaci%C3%B3n%20reduce,adici%C3%B3n%20de%20lactosa%20no%20micronizada>.
- Allasia, H. (2019). LA CRISTALIZACIÓN EN EL DULCE DE LECHE. *Magister en Tecnología de Alimentos*. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA, Argentina.
- Alvarado, J. d. (2018). Cálculo de procesos en leche y productos lácteos. En J. d. Alvarado, *Cálculo de tiempos de vida útil en dulce de leche elaborado en Ecuador* (pág. 300). España: Editorial Acribia.
- Arias, S., & López, D. (2019). Reacciones químicas de los azúcares simples empleados en la industria alimentaria. Obtenido de <https://revistas.ucatolicaluissamigo.edu.co//index.php/lampsakos/article/view/3252>
- Barba, D. (2020). *Efecto de la concentración de glucosa y bicarbonato de sodio sobre la calidad del manjar elaborado con leche deslactosada*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6565/1/Tesis%20Barba%20Balde%C3%B3n.pdf>
- CAA. (2020). *Capítulo VIII: Alimentos Lácteos*. Obtenido de Código Alimentario Argentino: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/CAA/Capitulo_08.htm

- Castro, C. (12 de Marzo de 2018). *Dulce de leche o arequipe*. Obtenido de Dulce de leche o arequipe:
<https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/3192/Arequipe%20o%20dulce%20de%20leche.pdf?sequence=3>
- Condori, E., & Guerrero, A. (2019). *Estimación de la vida útil del manjar de leche a base de la lactosuero*. Universidad Nacional del centro del Perú, Tarma.
- Cuaspud, J. (2018). *Elaboración de manjar saborizado, utilizando leche concentrada por microfiltración tangencial reconstituida con grasa vegetal y animal*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Obtenido de
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/333/2/03%20AGI%20230%20TESIS.pdf>
- Davinia, S., Barba, D., & Muñoz, D. (2020). Efecto de la concentración de glucosa y bicarbonato de sodio sobre la calidad del manjar elaborado con leche deslactosada. (*Tesis de Ingeniería*). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba.
- Encalada, D., & Velez, C. (2018). DETERMINACIÓN DE COSTOS DE CALIDAD DEL MANJAR DE LECHE DE LA EMPRESA "D & C". *Título de Ingeniero Comercial y Empresarial*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, Guayaquil.
- Encalada, D., & Velez, C. (2019). DETERMINACIÓN DE COSTOS DE CALIDAD DEL MANJAR DE LECHE DE LA EMPRESA "D & C". *Título de Ingeniero Comercial y Empresarial*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.
- FAO. (2014). *Fichas Técnicas: Productos de Lácteos*. Obtenido de FAO:
<http://www.fao.org/3/a-au170s.pdf>
- González, M. (2023). *Propuesta para la industrialización de la producción de manjar de leche en el cantón Azogues*. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca. Obtenido de
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24777/1/UPS-CT010506.pdf>
- Guemra, S. (2020). Reducción de proteínas y glucosa por reacción de Maillard en leche con lactosa hidrolisada. *Scielo*. Obtenido de
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182020000100014

- Hunziker, O., & Nissen, B. (2018). LACTOSE SOLUBILITY AND LACTOSE CRYSTAL FORMATION. *JOURNAL OF DAIRY SCIENCE*, 1-16.
- INAMHI. (2019). *RED DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS*. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- INEN. (06 de 2011). Norma Tècnica Ecuatoriana. *Instituto Ecuatoriano de Normalizaciòn*. Quito, Ecuador: Milk Candy Requirements.
- ITA Aquateknica S.A. (11 de Junio de 2023). *¿Conoce el espacio de color CIEL*A*B*?* Obtenido de AQ instruments: <https://www.aquateknica.com/conoce-el-espacio-de-color-cie-lab/>
- Magyp. (22 de Noviembre de 2018). *Alimentos Argentinos*. Obtenido de protocolo de calidad para dulce de leche: https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Sello/sistema_protocolos/SA_A012_Dulce_de_leche_CP.pdf?fbclid=IwAR0WSK5pre5NDMsv3UlqPkK4kF19dDEVTxa0K4HpQqm5z0USvF2dMDR8RYQ
- Magyp. (22 de Noviembre de 2018). *Alimentos Argentinos*. Obtenido de protocolo de calidad para dulce de leche: https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Sello/sistema_protocolos/SA_A012_Dulce_de_leche_CP.pdf?fbclid=IwAR0WSK5pre5NDMsv3UlqPkK4kF19dDEVTxa0K4HpQqm5z0USvF2dMDR8RYQ
- Maldonado, L. A. (2019). Efecto de diferntes concentraciones de glucosa sobre el proceso de elaboraciòn y la calidad del dulce de leche. (*Tesis de ingenierìa*). Universidad Nacional de Chimborazo, Chimborazo.
- Mèndez, E. (2018). TABLA MUNSELL: TEORÍA Y PRÁCTICA. *Researchgate*, 2(2), 40-160, doi: 10.13140/RG.2.2.10998.65602.
- Montejo, D. D. (2018). EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE SACAROSA POR ESTEVIÓSIDO Y DE LA ADICIÓN DE CARRAGENINA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE DULCE DE LECHE.

- (Tesis en Industria Alimentarias). UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO, Perú.
- Morelli, J. A. (2020). ESTUDIO DEL EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO SOBRE LA FORMACIÓN DE 5-HIDROXIMETIL FURFURAL (HMF EN MATRICES LÁCTEAS TIPO MANJAR. *Magister en Ciencias de la Ingeniería*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE, SANTIAGO DE CHILE.
- Navarro, C. (16 de Febrero de 2020). *Cuerpamente*. Obtenido de Cuerpamente: https://www.cuerpamente.com/alimentacion/nutricion/azucares-libres-glucosa-sacarosa-fructosa-como-afectan-salud_2421
- Navarro, P. (2019). *Propiedades adictivas de la Sacarosa*. Universidad Jaume I. Obtenido de https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/185213/TFG_2019_NavarroLopezdeTeruel_PedroEnrique.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- NTE INEN 0700. (06 de 2011). Norma Técnica Ecuatoriana. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Quito, Ecuador: Milk Candy Requirements.
- Ortiz, L. (2021). Análisis de peligros y puntos críticos de control en al elaboración de manjar en una planta de derivados lácteos del municipio de Popayán. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v19n2/1692-3561-bsaa-19-02-214.pdf>
- Porras, R. (28 de Julio de 2019). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/tahisaquinones/manjar-blanco-158610643>
- Ramírez, J., & Novoa, D. (2018). Manjar Blanco del Valle. En *Leches concentradas azucaradas: de la tradición a la ciencia*. Cauca.
- Rodríguez, J., & Salazar, H. (2018). *Evaluación del efecto de la incorporación de harina de garbanzo en los parámetros de calidad del manjar blanco*. Universidad del Valle, Cali.
- Sánchez, Y. (2018). *Cristalización ultrasónica de la lactosa*. Obtenido de Hielscher Ultrasonics: <https://www.hielscher.com/es/ultrasonic-lactose-crystallization.htm>

- Torres, M. (2022). *Evaluación del bicarbonato de sodio en la estabilidad de leche de vaca para elaboración de manjar tipo I*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12992/2/03%20EIA%20561%20TRA%20BAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Vásquez, G. (2018). *Reemplazo de los azúcares por edulcorantes no calóricos en alimentos procesados y comercializados en Ecuador*. Universidad de las Américas. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10235/1/UDLA-EC-TIAG-2018-37.pdf>
- Velasco, J. (2022). *Efecto de la utilización del suero de mantequilla sobre la calidad del manjar de leche*. Universidad Nacional del Chimborazo. Obtenido de http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9874/1/Proyecto%20de%20Investigaci%C3%B3n_Jos%C3%A9_Velasco%20%281%29.pdf
- Villegas, R. (2016). *Línea de producción, formulación y equipos necesarios para la elaboración del manjar de leche*. Universidad Técnica de Machala. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7733/1/roman.pdf>
- Viscosimetro.Org. (2020). *Como usar un viscosímetro de Brookfield: Manual de uso y calibración en Español*. Obtenido de Como usar un viscosímetro de Brookfield: Manual de uso y calibración en Español: <https://viscosimetro.org/como-usar/>
- Voyer, L. (2019). *Reacción de Maillard. Efectos Patógenicos*. Obtenido de <https://www.medicinabuenosaires.com/revistas/vol79-19/n2/137-143-Med6888-Voyer.pdf>

ANEXOS

Anexo 1

Ficha Técnica de la glucosa

SOSA INGREDIENTS S.L.	Ficha Técnica	Revisión: 4 Fecha: 13/04/2018 
------------------------------	----------------------	---

Denominación:	GLUCOSA LÍQUIDA
Código artículo:	00100609 (1,5 kg) 00100605 (7 kg) 00100608 (25 kg) 02010074 (180g HC)
Código EAN:	8414933303282 8414933303305 8414933026310 8414933492399
RGSEAA:	40.06065/CAT – 40.11774/B
Para productos alimentarios (limitado a uso profesional)	

1. DESCRIPCIÓN:

La glucosa líquida espesa es un jarabe de glucosa.

2. APLICACIONES:

La cultura de los azúcares:

El dulzor es un factor cultural. Cada cultura elabora una paleta de dulzores para su paladar en relación a cada elaboración. El dulzor permite interpretar sabores y entenderlos. Dulce-salado, dulce-amargo, dulce-ácido. La sensación de dulzor es un placer pero puede encontrarse en exceso. Hay que buscar el equilibrio.

Las cristalizaciones del agua:

Texturas congeladas: Mezclamos cualquier elaboración que contenga agua y azúcar. Congelamos. Cada azúcar nos aporta una cristalización distinta, una textura a temperatura negativa. Con la sacarosa obtenemos un cristal grande y ostentoso. Glucosas y dextrosas nos dan cristales pequeños.

Poder anticongelante: Los azúcares evitan la cristalización del agua. Ablandan los helados, trufas o mousses, los hacen espatulables, blandos a temperatura negativa. Diseñar helados es un juego de azúcares, de dulzores y poderes anticongelantes.

Conservación de la humedad: Algunos azúcares, sobre todo el azúcar invertido nos ayudan a conservar la humedad de nuestras elaboraciones. Muy interesante en bombonería, masas batidas y helados.

3. COMPOSICIÓN:

Jarabe de glucosa. 77.4°Brix.

4. PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS:

Sabor: Ligeramente dulce.

Olor: Neutro.

Aspecto: Líquido denso sin color.

La información que se facilita en el presente documento se ajusta a nuestro conocimiento y saber.

Toda la información facilitada en el presente documento se considerará válida hasta la emisión de una nueva revisión.

Es responsabilidad del cliente asegurar que el uso de los azúcares y edulcorantes, y sus niveles de dosificación sean permitidos de acuerdo con las leyes y reglamentaciones relevantes a la aplicación donde se pretende usarlos.

En ningún caso seremos responsables de ninguna queja, pérdida o daños a terceros. Del mismo modo, no nos hacemos responsables de ningún daño, indirecto, incidental, especial o consequential sea de de la forma que sea, incluso si se nos ha advertido de la posibilidad de tales daños.

**5. PARÁMETROS NUTRICIONALES (100g):**

ENERGIA	1360 KJ 320 Kcal
MATERIA GRASA	0 g
de los cuales ácidos grasos saturados	0 g
HIDRATOS DE CARBONO	80 g
de los cuales azúcares	22 g
PROTEINA	0 g
SAL	0.01 g
FIBRA	0 g

6. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS:

Microorganismos aerobios mesófilos (u.f.c./g)	≤ 50000
Hongos (u.f.c./g)	≤ 1000
Levaduras (u.f.c./g)	≤ 1000
<i>E. coli</i> (u.f.c./g)	Ausencia
<i>Salmonella spp.</i> (u.f.c./25 g)	Ausencia

7. ENVASADO:

Bote negro de 1.5kg. Caja de cartón con 6 unidades.

Bote negro de 7kg. Caja de cartón con 2 unidades.

Bidón de polipropileno de 25kg.

Bote transparente de 180g. Caja con 6 unidades.

8. CONSERVACIÓN:

De 10 a 25°C en un lugar fresco y seco.

9. CONSUMO PREFERENTE:

Usar preferentemente antes de 24 meses a partir de la fecha de producción, siempre y cuando se mantenga dentro de su envase cerrado y en las condiciones de conservación antes citadas.

La información que se facilita en el presente documento se ajusta a nuestro conocimiento y saber.

Toda la información facilitada en el presente documento se considerará válida hasta la emisión de una nueva revisión.

Es responsabilidad del cliente asegurar que el uso de los azúcares y edulcorantes, y sus niveles de dosificación sean permitidos de acuerdo con las leyes y reglamentaciones relevantes a la aplicación donde se pretende usarlos.

En ningún caso seremos responsables de ninguna queja, pérdida o daños a terceros. Del mismo modo, no nos hacemos responsables de ningún daño, indirecto, incidental, especial o consecuencial sea de la forma que sea, incluso si se nos ha advertido de la posibilidad de tales daños.



10. LISTA DE ALÉRGENOS:

TIPO	INGREDIENTE		SALA (TRAZAS)	
	SI	NO	SI	NO
Cereales con gluten y productos derivados (trigo, centeno, cebada, avena, espelta, kamut o variedades híbridas)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Crustáceos y productos a base de crustáceos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Pescado y productos a base de pescado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Huevos y productos a base de huevo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cacahuets y productos a base de cacahuets	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Soja y productos a base de soja	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Leche y sus derivados	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Frutos con cáscara: almendras, avellanas, nueces, anacardos, pecanas, pistachos, nueces de macadamia y nueces de Australia.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Apio y productos derivados	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mostaza y productos derivados	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Granos de Sésamo y productos a base de granos de sésamo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Anhidrido sulfuroso y sulfitos en concentraciones superiores a 10mg/kg o 10mg/litro expresado como SO ₂ .	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Altramuces y productos a base de altramuces.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Moluscos y productos a base de moluscos.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

11. DECLARACIÓN DE "TRANS FAT FREE":

Sosa ingredients, S.L. declara que el producto en relación con este documento se ha elaborado sin utilizar grasas hidrogenadas.

12. DECLARACIÓN EU GMO:

After a thorough review of all ingredients used in this product and considering its potential source of genetic modification, the results are summarized in the table below:

INGREDIENTE	Presencia		Origin-MG (si/no)
	SI	NO	
Chicora	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No aplicable
Algodón	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No aplicable
Maíz	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No aplicable
Patata	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No aplicable
Colza	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No aplicable
Soja	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No aplicable
Remolacha azucarera	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No aplicable
Tomate	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No aplicable
Trigo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No aplicable

13. INFORMACIÓN SOBRE LEGISLACIÓN LOCAL APLICABLE:

Será obligación del usuario comprobar que los ingredientes y/o dosis recomendadas en la presente ficha técnica se adecuen a la legislación local aplicable en el país o zona de uso.

La información que se facilita en el presente documento se ajusta a nuestro conocimiento y saber.

Toda la información facilitada en el presente documento se considerará válida hasta la emisión de una nueva revisión.

Es responsabilidad del cliente asegurar que el uso de los azúcares y edulcorantes, y sus niveles de dosificación sean permitidos de acuerdo con las leyes y reglamentaciones relevantes a la aplicación donde se pretende usarlos.

En ningún caso seremos responsables de ninguna queja, pérdida o daños a terceros. Del mismo modo, no nos hacemos responsables de ningún daño, indirecto, incidental, especial o consequential sea de de la forma que sea, incluso si se nos ha advertido de la posibilidad de tales daños.

Anexo 2

Normas INEN del manjar de leche



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 700:2011
Primera revisión

MANJAR O DULCE DE LECHE. REQUISITOS.

Primera Edición

MILK CANDY. REQUIREMENTS .

First Edition

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	MANJAR O DULCE DE LECHE. REQUISITOS	NTE INEN 700:2011 Primera revisión 2011-06
--	--	---

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el manjar o dulce de leche, destinado al consumo directo o a elaboración ulterior.

2. DEFINICIONES

2.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

2.1.1 *Manjar ó dulce de leche.* Es el producto obtenido a partir de leches adicionadas de azúcares que por efecto del calor adquiere su color característico, y otros ingredientes permitidos

2.1.2 *Postre de leche.* Es el producto definido en 2.1.1 al que se le ha adicionado sustancias amiláceas.

3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

3.1 La elaboración del producto debe cumplir con el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud pública.

3.2 La leche destinada a la elaboración del dulce de leche debe cumplir con la NTE INEN 9.

3.3 Los límites máximos de plaguicidas y sus metabolitos no debe superar los límites establecidos por el Codex Alimentarius CAC/ MLR 1 en su última edición.

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

4. REQUISITOS

4.1 Requisitos específicos

4.1.1 Se pueden adicionar sustancias amiláceas, solo al producto destinado a repostería, en dicho caso este producto debe rotularse con la denominación de "postre de leche".

4.1.2 Se pueden adicionar otros ingredientes permitidos como cacao, chocolate, coco, almendras, maní, frutas secas, cereales y/u otros productos alimenticios solos o en mezclas en una cantidad mínima del 5 % m/m del producto final.

4.1.3 *Requisitos físicos y químicos.* El manjar o dulce de leche, ensayado de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con lo establecido en la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos fisicoquímicos para el manjar o dulce de leche

REQUISITOS			MÉTODO DE ENSAYO
	Min %	Máx %	
Pérdida por calentamiento	-----	35	NTE INEN 164
Sólidos de la leche	25,5	-----	NTE INEN 014
Azúcares Totales*	-----	56	NTE INEN 398

(*)Expresado como azúcar invertido

4.1.4 Requisitos microbiológicos

4.1.4.1 Al análisis microbiológico correspondiente, el manjar o dulce de leche debe dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas.

4.1.4.2 El manjar o dulce de leche, ensayado de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos microbiológicos para el manjar o dulce de leche

Requisito					Método de ensayo
	n	c	m	M	
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	2	10	10 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.

4.1.4.3 Cuando se analicen muestras individuales se deben tomar como valores máximos los expresados en la columna m.

4.1.5 Aditivos. Se pueden utilizar los aditivos permitidos y en las cantidades especificadas en la NTE INEN 2074

4.1.6 Contaminantes. El límite máximo permitido no deben superar los límites establecidos por el Codex Alimentarius de contaminantes CODEX STAN 193-1995.

4.2 Requisitos complementarios. Las unidades de comercialización de este producto deben cumplir con lo dispuesto en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

5. INSPECCIÓN

5.1 Muestreo. El muestreo debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 4.

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

(Continúa)

6. ENVASADO Y EMBALADO

6.1 El manjar o dulce de leche debe expendirse en envases asépticos, y herméticamente cerrados, que aseguren la adecuada conservación y calidad del producto.

6.2 El manjar o dulce de leche debe acondicionarse en envases cuyo material, en contacto con el producto, sea resistente a su acción y no altere las características organolépticas del mismo.

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

7. ROTULADO

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

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 14	<i>Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 164	<i>Mantequilla. Determinación de la pérdida por calentamiento</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 398	<i>Conservas vegetales. Determinación de azúcares</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>
RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios, procesados, envasados y empaquetados. Requisitos</i>
Ley 2007-76	<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>
Codex Stan 193-1995	<i>Contaminantes en los alimentos</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

CODEX STAN 192-1995 Rev. 2009 *Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios*

Reglamento Sanitario de los Alimentos DTO N° 977/96. República de Chile. Artículo 219, Págs. 96
Código Alimentario Argentino Vigente 21 de diciembre de 2006. Artículo 592 - (Res Conj. SPyRS y SAGPA N° 33/2006 y N° 563/2006)

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento:	TÍTULO: MANJAR O DULCE DE LECHE. REQUISITOS	Código:
NTE INEN 700		AL 03.01-423

Primera revisión

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 1983-06-14 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo Ministerial No 435 de 1983-09-01 publicado en el Registro Oficial No. 578 de 1983-09-14 Fecha de iniciación del estudio: 2010-11
--	--

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Subcomité Técnico: LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS

Fecha de iniciación: 2010-12-09

Fecha de aprobación: 2011-01-13

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Dr. Rafael Vizcarra (Presidente)
 Ing. Julio Gutiérrez
 Ing. Juan Carlos Romero
 Dra. Teresa Rodríguez

CENTRO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA
 UTA - FACULTAD DE ALIMENTOS
 LACTEOS SAN ANTONIO
 INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE,
 Guayaquil

Dra. Indira Delgado
 Dra. Mónica Sosa
 Dr. Alexander Salazar
 Ing. Paola Simbaña
 Ing. Noela Bautista

ALPINA ECUADOR S.A.
 INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Quito
 REYBANPAC – LACTEOS
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
 UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE
 LOJA - ECOLAC

Tlga. Tatiana Gallegos

MINISTERIO DE SALUD – SISTEMA
 ALIMENTOS

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

HOLSTEIN
 PRODUCTORES DE LECHE
 AVELINA S.A.
 LA HOLANDESA
 PATEURIZADORA QUITO
 SFG – MAGAP
 AILACCEP
 DIRECCIÓN PROVINCIAL DE SALUD DE
 PICHINCHA

Ing. María E. Dávalos (Secretaría Técnica)

INEN

Otros trámites: Esta NTE INEN 700:2011 (Primera Revisión), reemplaza a la NTE INEN 700:1983

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

Oficializada como: Obligatoria
 Registro Oficial No. 479 de 2011-06-28

Por Resolución No. 11 126 de 2011-05-20

3.3.3. DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE SUSTITUCIÓN DE SACAROSA POR GLUCOSA EN EL GRADO DE CRISTALIZACIÓN DEL MANJAR DE LECHE.

Para la determinación de la cristalización de la lactosa por el método propuesto por Hough & Contarini, (1990) se utilizó un microscopio óptico con un lente objetivo de 20X, y 40X. Las muestras fueron examinadas durante el tiempo de inicio de generación de los cristales y su crecimiento hasta terminar la vida útil del producto, para lo cual se ejecutó un conteo de cristales en 10 campos microscópicos.

Los datos fueron tratados de manera estadística con el mismo diseño experimental propuesto en el objetivo anterior, además se desarrolló una curva donde se relacionó la formación de cristales en función del tiempo, permitiendo definir así la presencia y tamaño de esta anomalía en el manjar de leche.

Para el conteo se recolectó una muestra de 0,1 g de producto, seguidamente se colocó el producto en el portaobjetos cubriéndolo con el cubre objetos, luego se procedió a realizar el conteo de los cristales presentes en la muestra. Finalmente, se efectuó el promedio de los números de cristales según Lamothe, (2006).

Para determinar el tamaño de los cristales, se siguió el mismo proceso anterior, además los datos obtenido de la visualización del tamaño de cristales se procedió a codificar a las categorías de la siguiente manera:

Tabla 11

Codificación para el tamaño de los cristales en el manjar de leche

Categoría	Escala
Grande	4
Mediano	3
Pequeño	2
Ninguno	1

Anexo 4

Ficha de TEST de la prueba sensorial



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

PRUEBA HEDÓNICA

Esta prueba es utilizada con el fin de evaluar los atributos sensoriales como es el olor color sabor textura y cristalización en el manjar de leche tipo I.

Indicaciones: Frente a usted se presenta 10 muestras de manjar de leche tipo I. Por favor; observe y pruebe cada uno de ellas y califique de acuerdo al grado en que le guste o le disguste cada atributo de las diferentes muestras.

Nota: tomar en cuenta beber agua y comer una galleta pequeña entre cada muestra.

ESCALA	PARAMETRO
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

CODIGO	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
T6				
T7				
T8				
T9				
TESTIGO				

Anexo 5

Evaluación de la aceptabilidad del manjar de leche



Anexo 6

Determinación del tamaño de cristales visualizado en el primer campo óptico (considerado como tamaño pequeño)



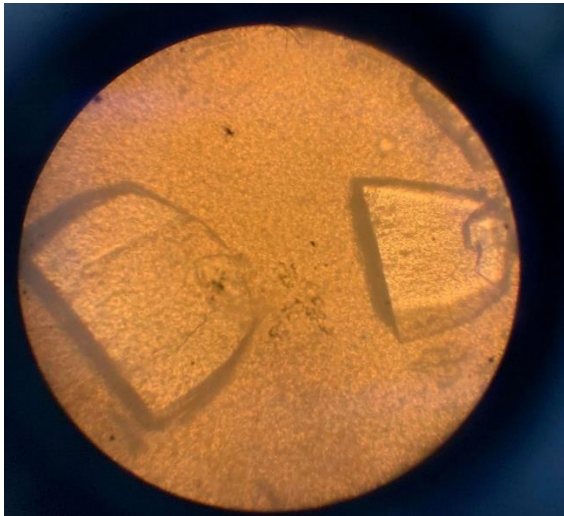
Anexo 7

Determinación del tamaño de cristales visualizado en el primer campo óptico (considerado como tamaño mediano)



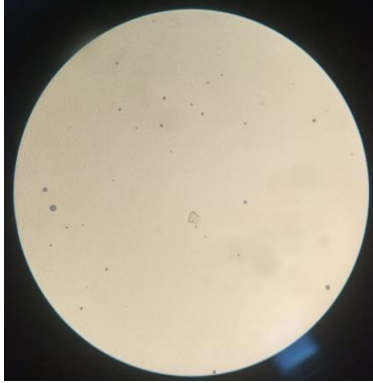
Anexo 8

Determinación del tamaño de cristales visualizado en el primer campo óptico (considerado como tamaño grande)



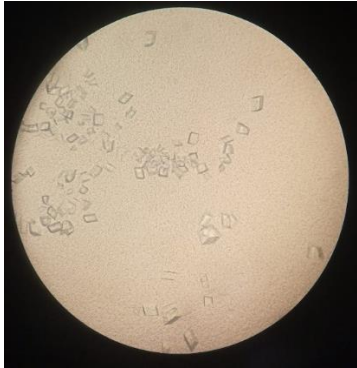
Anexo 9

Cantidad de cristales a los 30 días de almacenamiento del tratamiento T6 (primer campo óptico)



Anexo 10

Cantidad de cristales a los 60 días de almacenamiento del tratamiento T6 (primer campo óptico)



Anexo 11

Cantidad de cristales a los 90 días de almacenamiento del tratamiento T6 (primer campo óptico)



