UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Tema:

DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE CONGELACIÓN DE UN HELADO FUNCIONAL A BASE DE MUCÍLAGO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) PARA ESTABLECER SU ACEPTABILIDAD.

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingenieras Agroindustriales otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agroindustria.

Autores:

SANDRA MAGALY GARCÍA CARRASCO

VANESSA ESTEFANÍA PILATASIG JINDI

Tutor:

Ing. JOSÉ LUIS ALTUNA VÁSQUEZ MSc.

Guaranda – Ecuador

2026

DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE CONGELACIÓN DE UN HELADO FUNCIONAL A BASE DE MUCÍLAGO DE CACAO *(Theobroma cacao* L.*)* PARA ESTABLECER SU ACEPTABILIDAD.

REVISADO Y APROBADO POR:

Ing. José Luis Altuna Vásquez MSc.
TUTOR

Ing. Franz Patricio Verdezoto Mendoza MSc.
PAR LECTOR

Ing. Isidro Favián Bayas Morejón PhD.
PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Sandra Magaly García Carrasco con cédula de ciudadanía 0202125365 y Vanessa Estefanía Pilatasig Jindi con cédula de ciudadanía 1850873488, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

García Carrasco Sandra Magaly
CI: 0202125365
AUTORA

Pilatasig Jindi Vanessa Estefanía
CI: 1850873488
AUTORA

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

Ing. José Luis Altuna Vásquez MSc.
CI: 1802538056
TUTOR

ESCRITURA N°20260201004P00815

DECLARACIÓN JURAMENTADA

OTORGAN:
VANESSA ESTEFANIA PILATASIG JINDI Y
SANDRA MAGALY GARCIA CARRASCO
CUANTÍA: INDETERMINADA
Di 2 COPIA

P.A.

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy miércoles a los treinta días del mes de septiembre del año dos mil veintiséis, ante mi **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA,** comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, la señorita **VANESSA ESTEFANIA PILATASIG JINDI,** de estado civil soltera y la señora **SANDRA MAGALY GARCIA CARRASCO,** de estado civil casada, ambas partes por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Las comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación estudiantes ambas partes, domiciliada la primera en comparecer en la parroquia Santa Rosa, cantón Ambato, provincia Tungurahua y de paso por este cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número cero nueve ocho tres seis dos ohco cero tres cuatro y con correo electrónico **vpilatasig@mailes.ueb.edu.ec** y la segúnda, en comparecer domiciliada en la parroquia Huachi Grande, cantón Ambato, provincia Tungurahua y de paso por este cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número cero nueve seis siete uno tres tres cinco uno uno y con correo electrónico **sandramgarcia@mailes.ueb.edu.ec**; hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación cuyas copias fotostáticas debidamente certificadas por mí, agrego a esta escritura, además a petición expresa de las comparecientes se adjunta sus documentos personales como son las cedulas de ciudadanía y certificados de votación, como documentos habilitantes. En tal virtud las comparecientes me autorizan de conformidad con el artículo setenta y cinco de la Ley Orgánica de Gestión de la Identidad y Datos Civiles, a la obtención e impresión del Registro Personal Único cuyo custodio es la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación, que incorporo a la presente escritura. Además, me facultan de conformidad con el artículo sesenta y seis, numeral diecinueve de la Constitución de la República del Ecuador, en concordancia con el artículo ocho, de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, a declarar y dar un tratamiento legítimo a sus datos personales en el presente instrumento público y además a petición expresa de las comparecientes, adjunto sus documentos personales como son cedulas de ciudadanía y certificados de votación, mismos que agrego a esta escritura como habilitantes. Advertidas las comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinadas que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidas por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidas sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada, en tal virtud procedo a receptar su declaración juramentada, Nosotras: **VANESSA ESTEFANIA PILATASIG JINDI,** de estado civil soltera y **SANDRA MAGALY GARCIA CARRASCO,** de estado civil casada, declaramos bajo juramento que los criterios e ideas emitidos en el presente proyecto de investigación, es de nuestra absoluta autoría, titulado: **"DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE CONGELACIÓN DE UN HELADO FUNCIONAL A BASE DE MUCILAGO DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) PARA ESTABLECER SU ACEPTABILIDAD",** previo a la obtención del título de Ingenieras Agroindustriales, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente.- Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad.- Para su celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere y leída que les fue íntegramente a las comparecientes por mí la Notaria, aquellas se afirman y ratifican en la aceptación de su total contenido y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo lo cual doy Fe.----------

SRTA. VANESSA ESTEFANIA PILATASIG JINDI.
C.C. 1850873488

SRA. SANDRA MAGALY GARCIA CARRASCO.
C.C. 0202125365

DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

Certificado de análisis
Compilatio Magister+ | UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR (UEB)

Tesis_Pilatasig_Garcia_ FINAL

ID : 4ab7c0006c6c07e7e818f3b268c66e07ecd0d004

8%
Textos sospechosos

Nombre del fichero : Tesis_Pilatasig_Garcia_ FINAL.txt
Tamaño del archivo original : 1,66 MB
Número de palabras : 13.382

Depositante : JOSE LUIS ALTUNA VASQUEZ
Fecha de depósito : 16 de octubre de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 16 de octubre de 2026

Resumen (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

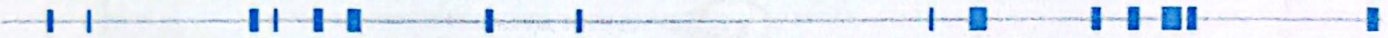
Similitudes **8%**

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA **10%**

Textos con formulaciones estilísticamente similares a las de un texto generado por IA.
Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



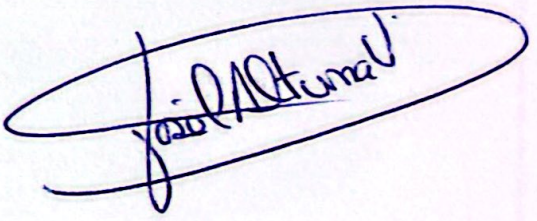
Idiomas no reconocidos **0%**

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.
Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.

No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Textos entre comillas **<1%**

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.



AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecemos a Dios por habernos fortalecido y brindado sabiduría, fortaleza para creer en nuestros sueños y luchar hasta el punto de superar las dificultades y también por toda la salud que nos da y por permitir llegar a esta etapa tan importante de nuestra vida profesional.

También agradecemos a esta universidad y a toda su administración, les otorgamos unas palabras de agradecimiento por brindarnos un poco de sus conocimientos, sabidurías, por todo el ambiente inspirador y por la oportunidad de completar este proceso. Y estamos eternamente agradecidos con nuestras familias por brindarnos su apoyo incondicional

A los Laboratorios de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar por el apoyo en el laboratorio de preparación de muestras y bromatología por el seguimiento técnico del ensayo en todas las etapas del desarrollo de campo y laboratorio.

Y un agradecimiento muy especial a los docentes, Ing. José Luis Altuna MsC, Ing. Patricia Iza PhD, Ing. Franz Verdezoto MsC e Ing. Fabián Bayas PhD. por ser los principales colaboradores durante todo este proceso, quienes con sus conocimientos, enseñanzas y colaboración hicieron posible que se desarrolle este proyectó.

Vanessa Pilatasig

AGRADECIMIENTO

A Dios, fuente de mi fortaleza y guía en cada paso de este camino, elevo mi más profundo agradecimiento. Gracias por concederme la sabiduría para enfrentar los desafíos, la perseverancia para no rendirme y la fe necesaria para continuar aun en los momentos más difíciles. Este logro es, ante todo, una muestra de Su gracia y de las bendiciones que han acompañado mi vida.

A mi hijo, mi más grande inspiración y el motivo que muchas veces me impulsó a seguir adelante cuando las fuerzas parecían agotarse. Gracias por ser mi razón para luchar, crecer y superarme. Cada esfuerzo realizado durante este proceso lleva en el corazón el deseo de construir un futuro del que siempre podamos sentirnos orgullosos. Este logro también te pertenece, con la esperanza de que siempre persigas tus sueños con determinación y confianza.

A mis padres, por ser los pilares fundamentales de mi vida. Gracias por su amor incondicional, por sus sacrificios silenciosos, por sus consejos y por enseñarme, con su ejemplo, el verdadero significado de la responsabilidad, la perseverancia y la humildad. Gracias por su amor incondicional

A mis tres hermanos, por su cariño, apoyo y palabras de aliento en los momentos en que más los necesité. Gracias por estar presentes y por compartir conmigo cada alegría y cada dificultad a lo largo de este proceso

Sandra García

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a Dios quien ha sido mi guía, por darme la vida, salud y fuerzas necesarias para poder concluir mi carrera.

También, doy gracias a la virgen de Agua Santa por haberme dado salud y vida, guiándome y cuidando mis pasos a lo largo de mi trayectoria, siendo el apoyo y la fortaleza en aquellos momentos difíciles y de dificultad para continuar y no dejarme rendir en alcanzar mis sueños y metas.

A mis padres José Pilatasig y Natividad Jindi quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades.

A mis hermanos/as, cuñados/as y sobrinas, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar este proyecto a mi querida institución quien me abrió las puertas desde el primer día que inicié mi carrera.

Vanessa Pilatasig

DEDICATORIA

Dedico este logro, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía, mi fortaleza y mi refugio en cada momento de este camino. Gracias por darme la sabiduría, la fe y la perseverancia para no rendirme ante las dificultades y permitirme llegar hasta este día tan importante.

A mi hijo, Jordán Sánchez mi mayor inspiración y la razón que me impulsa a seguir adelante. Cada esfuerzo, cada sacrificio y cada noche de dedicación han tenido un propósito: demostrarte que los sueños se pueden alcanzar cuando se lucha con amor, valentía y perseverancia. Este logro es para ti, porque eres mi mayor motivación y el regalo más hermoso que la vida me ha dado.

A mis padres, Mesías García, Janeth Carrasco. Por ser los pilares de mi vida, por su amor incondicional, sus enseñanzas, sus sacrificios y por creer siempre en mí. Gracias por enseñarme a levantarme ante cada caída y a luchar por aquello que realmente deseo. Este triunfo es también de ustedes, porque mucho de lo que soy se lo debo a su amor y a todo lo que han sembrado en mi corazón.

A mis hermanos, Romario, Marco, Gilmar, Marilyn. Por ser parte esencial de mi vida, por su cariño, apoyo y compañía, por nunca dejarme sola durante este recorrido, por su motivación, por las miles de veces que me rendí y ustedes me levantaron.

Gracias, con todo el amor del mundo.

Sandra García

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pag
CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
1.2.1.Situación problemática	4
1.2.2.Formulación del problema	4
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1.Objetivo General	5
1.3.2.Objetivos Específicos	5
1.4. HIPÓTESIS	6
1.4.1.Hipótesis nula	6
1.4.2.Hipótesis alterna	6
CAPÍTULO II	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1.Cacao (*Theobroma cacao L.*)	7
2.1.1.Antecedentes del cacao	7
2.1.2.Taxonomía del cacao	8
2.1.3.Características físico-químico del cacao	8
2.1.4.Características nutricionales	9
2.1.5.Beneficios del cacao	10
2.1.6.Mucílago del cacao	10
2.1.7.Composición nutricional del mucílago de cacao	11
2.2.Alimentos funcionales	11
2.2.1.Alimentos lácteos funcionales	12
2.2.1.1.Probióticos	13
2.2.1.2.Prebióticos	13
2.2.2.Beneficios de los alimentos funcionales	14
2.3.Curvas de congelación	14
2.3.1.Fórmula para calcular la curva de congelación	15

2.3.2.Overrum 16
2.4.Propiedades fisicoquímicas del helado tipo crema 16
2.5.Cantidad de antioxidantes y fibra dietaría del mucílago de cacao 17
2.6.Helado 18
2.6.1.Composición nutricional de los helados 18
2.6.2.Estructura del helado 19
2.6.3.Clasificación de los helados 19
2.6.4.Helado de crema 20
2.6.4.1.Características clave de un helado de crema 21
2.7.Endulzante y estabilizantes 22
2.7.1.Endulzante 22
2.7.2.Estabilizadores 22
CAPÍTULO III 23
3. MARCO METODOLÓGICO 23
3.1. Ubicación de la investigación 23
3.1.1.Localización de la investigación 23
3.1.2.Situación geográfica y climática 23
3.1.3.Zona de vida 24
3.2.Metodología 24
3.2.1.Materiales y equipos 24
3.2.1.1.Material experimental 24
3.2.1.2.Material de campo 24
3.2.1.3.Materiales de laboratorio 25
3.2.1.4.Equipos de laboratorio 25
3.2.1.5.Reactivos 25
3.2.1.6.Materiales de oficina 25
3.2.2.Factores de estudio 26
3.2.3.Tratamientos 26
3.2.4.Características del experimento 27
3.2.5.Tipo de diseño experimental o estadístico 27

3.2.6.Manejo de la investigación 28
3.2.6.1.Descripción del proceso de extracción del mucílago de cacao 28
3.2.6.2.Diagrama de flujo del proceso de extracción del mucílago de cacao 29
3.2.6.3.Descripción de la elaboración del helado funcional 29
3.2.6.4.Diagrama de flujo para la elaboración del helado funcional 31
3.2.7.Métodos de evaluación 31
3.2.7.1.Actividad antioxidante 31
3.2.7.2.pH 31
3.2.7.3.Acidez titulable 32
3.2.7.4.°Brix 32
3.2.7.5.Viscosidad 32
3.2.7.6.Análisis sensorial 32
3.2.7.7.Curva de congelación 32
3.2.8.Análisis de datos 32
CAPÍTULO IV 33
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 33
4.1.1. Análisis físico-químicos del mucílago de cacao (*Theobroma cacao L*) 33
4.1.2. Análisis sensorial 35
4.1.2.1. Atributo color 36
4.1.2.2. Atributo olor 37
4.1.2.3. Atributo sabor 38
4.1.2.4. Atributo textura 39
4.1.2.5. Atributo aceptabilidad 40
4.1.2.6. Aceptación general 41
4.1.3. Curva de congelación del mejor tratamiento 41
4.1.4. Contenido de antioxidantes del mejor tratamiento 42
CAPÍTULO V 44
5.1. Conclusiones 44
5.2. Recomendaciones 46
BIBLIOGRAFÍA 47
ANEXOS

INDICE DE TABLAS.

N°	Detalle	Pág.
1	Taxonomía del cacao	8
2	Características fisicoquímicas	9
3	Características nutricionales	9
4	Composición nutricional del mucílago de cacao	11
5	Localización de la investigación	23
6	Datos generales del territorio	23
7	Factores de estudio y sus respectivos niveles	26
8	Tratamientos	26
9	Descripción técnica del ensayo	27
10	Análisis físico-químicos del mucílago de cacao *(Theobroma cacao L)*.	33
11	ANOVA para el atributo color del helado elaborado con mucílago de cacao	36
12	Prueba de Rangos Múltiples (Tukey) para el atributo color del helado elaborado con mucílago de cacao	36
13	ANOVA para el atributo olor del helado elaborado con mucílago de cacao	37
14	Prueba de Rangos Múltiples (Tukey) para el atributo olor del helado elaborado con mucílago de cacao	37
15	ANOVA para el atributo sabor del helado elaborado con mucílago de cacao	38
16	Prueba de Rangos Múltiples (Tukey) para el atributo sabor del helado elaborado con mucílago de cacao	38
17	ANOVA para el atributo textura del helado elaborado con mucílago de cacao	39
18	Prueba de Rangos Múltiples (Tukey) para el atributo textura del helado elaborado con mucílago de cacao	39
19	ANOVA para la aceptabilidad del helado elaborado con mucílago de cacao	40
20	Prueba de Rangos Múltiples (Tukey) para la aceptabilidad del helado elaborado con mucílago de cacao	40
21	Actividad antioxidante del helado de mucílago de cacao	42

INDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pág.
1	Cacao (*Theobroma cacao L.*)	7
2	Curva de congelación del tratamiento 4	41

INDICE DE ANEXOS

N°	Detalle
1	Mapa de ubicación de la investigación
2	Resultados de los análisis
3	Anexo fotográfico
4	Glosario de términos

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo desarrollar y evaluar un helado funcional elaborado a partir de mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.), mediante la caracterización de la materia prima, la evaluación sensorial, el análisis del comportamiento durante la congelación y la cuantificación de la capacidad antioxidante. Los análisis físico-químicos del mucílago arrojaron valores de pH 3,4; 21 °Brix; 1,70 % de acidez; 258,4 cP de viscosidad y una actividad antioxidante de 14,34 ± 0,29 µmol ET/g, evidenciando propiedades tecnológicas favorables para su aplicación en productos congelados. Se evaluaron seis tratamientos mediante un diseño factorial, considerando la proporción de mucílago y estabilizante, la temperatura y el tiempo de congelación. La aceptabilidad sensorial fue determinada por un panel semientrenado, identificándose el tratamiento 4 como el de mayor aceptación global. La curva de congelación del tratamiento seleccionado permitió identificar las etapas de precongelación, subenfriamiento, nucleación, cristalización y endurecimiento, con un punto de congelación de −4,6 °C, comportamiento característico de mezclas con elevado contenido de sólidos solubles y favorable para la formación de una estructura estable. La capacidad antioxidante del helado, cuantificada mediante el método ABTS, fue de 6,85 ± 0,28 µmol ET/g, equivalente a una retención del 48 % respecto al mucílago fresco. Si bien el procesamiento redujo los compuestos antioxidantes, el producto conservó una cantidad significativa de bioactivos. Los resultados respaldan la viabilidad tecnológica del helado de mucílago de cacao como alternativa para el aprovechamiento agroindustrial de este subproducto y la diversificación de alimentos funcionales con valor agregado.

Palabras clave: ABTS, actividad antioxidante, análisis sensorial, curva de congelación, helado funcional, mucílago de cacao.

SUMMARY

This study aimed to develop and evaluate a functional ice cream produced from cocoa mucilage (*Theobroma cacao L.*) through physicochemical characterization of the raw material, sensory evaluation, freezing behavior analysis, and quantification of antioxidant capacity. Physicochemical analyses of the mucilage yielded values of pH 3.4, 21 °Brix, 1.70% titratable acidity, 258.4 cP viscosity, and an antioxidant activity of 14.34 ± 0.29 μmol TE/g, demonstrating technological properties favorable for its application in frozen products. Six treatments were assessed using a factorial design, considering the mucilage-to-stabilizer ratio, freezing temperature, and freezing time. Sensory acceptability was determined by a semi-trained panel, identifying Treatment 4 as the most globally accepted formulation. The freezing curve of the selected treatment revealed the stages of pre-freezing, supercooling, nucleation, crystallization, and hardening, with a freezing point of −4.6 °C — behavior characteristic of mixtures with high soluble solids content and conducive to the formation of a stable microstructure. The antioxidant capacity of the ice cream, quantified by the ABTS method, was 6.85 ± 0.28 μmol TE/g, representing approximately 48% retention relative to fresh mucilage. Although processing reduced the antioxidant compounds, the product retained a significant quantity of bioactive constituents. These findings support the technological feasibility of cocoa mucilage ice cream as a viable alternative for the agroindustrial valorization of this by-product and the diversification of functional foods with added value.

Keywords: ABTS, antioxidant activity, sensory análisis, freezing curve, functional ice cream, cocoa mucilage.

CAPÍTULO I

1.1.INTRODUCCIÓN

El helado es un alimento congelado complejo que se caracteriza por la consistencia de una fase acuosa parcialmente congelada, grasa, aire, cristales de hielo y sólidos disueltos, lo que determina sus propiedades físicas y sensoriales. La calidad final del helado depende en gran medida del proceso de congelación, ya que esto influye directamente en el tamaño y distribución de los cristales de hielo, la textura, la dureza y la estabilidad durante el almacenamiento (Ramírez-Navas & et al, 2015).

En sistemas alimentarios como el helado, la congelación no ocurre de forma abrupta a una temperatura, como sucede con el agua pura, sino que presenta como un uso gradual en el que parte del agua se solidifica mientras otra permanece líquida. Este comportamiento se representa mediante las curvas de congelación, las cuales muestran la evolución de la temperatura y la fracción de agua congelada conforme se retira calor del sistema. Dichas curvas permiten estimar el punto de congelación, la proporción del agua congelada a distintas temperaturas y facilitan la predicción de parámetros tecnológicos como la dureza, la suavidad y la estabilidad del producto durante el almacenamiento y servicio (Umaña E. , 2020).

El punto de congelación y la forma de la curva están fuertemente influenciados por la composición de la mezcla, particularmente por los solutos (azúcares, proteínas, polisacáridos) que alteran la depresión crioscópica del agua. El fenómeno de descenso crioscópico explica que la adición de solutos reduce la temperatura a la cual el agua empieza a congelarse, lo cual modifica la textura y la capacidad de servicio del helado. En mezclas con mayor contenido de solutos, como las formuladas con mucílagos o estabilizantes naturales, la curva de congelación muestra un comportamiento más extendido en rango térmico y una mayor fracción de agua no congelada a temperaturas típicas de congelación comercial (−10 a −20 °C).

El mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) es una goma natural rica en polisacáridos, obtenida del fruto de cacao, que ha recibido atención reciente por su potencial funcional como ingrediente alimentario. Sus componentes solubles pueden ejercer efectos estabilizantes en sistemas coloidales, modificar la viscosidad

de mezclas y afectar la formación de cristales durante la congelación. Estudios previos han explorado formulaciones de helados con mucílago de cacao, encontrando variaciones en propiedades como pH, grados Brix y aceptabilidad sensorial de productos elaborados (por ejemplo, helado cremoso de mucílago de cacao con aceptabilidad alrededor del 50 %) lo que evidencia la factibilidad técnica de su uso, pero también la necesidad de optimizar parámetros de calidad (Sarabia & et al, 2025).

Determinar la curva de congelación de un helado funcional a base de mucílago de cacao es un paso clave para comprender cómo este ingrediente influye en la solidificación del producto, en la cantidad de agua congelada a distintas temperaturas, y en la textura final perceptible al consumidor. Además, esta curva permite correlacionar los cambios fisicoquímicos con la aceptabilidad sensorial, lo cual es crucial para desarrollar productos innovadores que no solo posean características funcionales, sino que también cumplan las expectativas de calidad y preferencia del mercado (Tamayo, 2023).

1.2.PROBLEMA

En la actualidad, existe un creciente interés por el desarrollo de alimentos funcionales que además de satisfacer las necesidades nutricionales básicas, aporten beneficios adicionales a la salud del consumidor por eso dentro de este contexto, la industria alimentaria busca alternativas innovadoras que permitan el aprovechamiento de subproductos agroindustriales, contribuyendo a la sostenibilidad y reducción de desperdicios.

El mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) es un subproducto poco aprovechado en los procesos tradicionales de producción de cacao, a pesar de poseer compuestos bioactivos, azúcares naturales y propiedades funcionales que podrían ser utilizadas en la elaboración de nuevos alimentos. Sin embargo, su incorporación en productos congelados como el helado puede generar variaciones en el comportamiento térmico del sistema, afectando las curvas de congelación, la formación de cristales de hielo y, por lo tanto, la textura, estabilidad y aceptabilidad del producto final.

El uso del mucilago de cacao en la elaboración del helado funcional tiene un impacto ambiental positivo, ya que aprovecha un subproducto que normalmente se desecha, reduciendo residuos y contaminación. Además, su reutilización disminuye la carga contaminante, evita problemas sanitarios y promueve practicas sostenibles, contribuyendo a la economía circular y al uso eficiente de los recursos naturales.

La falta de información científica sobre el comportamiento de congelación de helados elaborados con mucílago de cacao limita su aplicación industrial, ya que no se conoce con precisión las condiciones óptimas de procesamiento que garanticen un producto sensorialmente aceptable y tecnológicamente estable.

1.2.1. Situación problemática

El estudio permitirá generar información técnica y científica sobre el comportamiento térmico y la curva de congelación de un helado funcional elaborado con mucilago de cacao, aportando conocimientos sobre la relación entre la composición del producto y su proceso de congelación estos resultados contribuirán al desarrollo de investigaciones futuras en el área de alimentos funcionales y tecnología de productos congelados, generando así un valor agregado a un subproducto que generalmente se desperdicia esto puede beneficiar a productores cacaoteros y pequeñas agroindustrias, impulsando el desarrollo económico local y fomentando practicas sostenibles, por ende esto servirá como referencia para estudiantes e investigadores, aportando una base metodológica y conceptual para futuras investigaciones relacionadas con alimentos funcionales, subproductos agroindustriales y procesos de congelación.

1.2.2. Formulación del problema

En base a la investigación que realizaremos se centra en la importancia de determinar las curvas de congelación óptimas de un helado funcional a base de mucílago de cacao, para lo cual se formuló la siguiente pregunta de investigación.

¿Cómo influyen la curva de congelación del helado funcional a base de mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) en su aceptación sensorial?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Determinar la curva de congelación de un helado funcional a base de mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) para establecer su aceptabilidad.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar los análisis físico-químicos al mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.).
- Realizar el análisis sensorial de los tratamientos de un helado a base de mucílago de cacao desarrollados con un panel de catación semientrenados.
- Diseñar la curva de congelación del mejor tratamiento del helado funcional mediante el registro de temperatura en función del tiempo durante el proceso de congelación.
- Cuantificar la cantidad de antioxidantes presentes en el helado elaborado a base de mucílago de cacao mediante la aplicación del método ABTS.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis nula

La curva de congelación del helado funcional a base de mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) no influye significativamente en la aceptabilidad sensorial.

$$Ho = T1 = T2 = T3 = T4 = \ldots\ldots Tn$$

1.4.2. Hipótesis alterna

La curva de congelación del helado funcional a base de mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) sí influye significativamente en la aceptabilidad sensorial.

$$H1 = T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4 \neq \ldots\ldots Tn$$

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1.Cacao (*Theobroma cacao L.*)

Es una especie de árbol tropical de la región amazónica cuyo fruto contiene semillas (granos de cacao) incrustadas en una pulpa viscosa llamada mucílago, es considerado un subproducto del procesamiento del cacao, tiene un alto contenido en azúcares, fibras y compuestos bioactivos lo que le confiere un potencial funcional para su inclusión en productos alimenticios. En el contexto de la economía circular el uso de mucílago reduce los residuos y agrega valor a la cadena productiva, por lo que se considera un ingrediente prometedor en el desarrollo de productos innovadores como helado funcional.

Figura 1

Cacao (*Theobroma cacao L.*)



Fuente: Fuentes García (2023).

2.1.1. Antecedentes del cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un árbol nativo de América, originario de la Amazonía. Conocido como cacaotero, el término cacao se refiere tanto al fruto como a las semillas que, tras su fermentación y secado, se utilizan como materia

prima para la elaboración del chocolate, es una especie perenne que requiere un clima cálido y húmedo para su desarrollo.

Desde el enfoque de la economía circular, aproximadamente el 90 % del fruto del cacao se considera un subproducto luego de extraer las almendras. Esto representa un desafío ambiental, pero también una oportunidad para el aprovechamiento integral del fruto mediante innovaciones en la ingeniería agroindustrial (Villavicencio Carrera, 2018)

2.1.2. Taxonomía del cacao

Tabla 1

Taxonomía del cacao

Clasificación Científica	
Reino	Plantae
Tipo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Genero	*Theobroma*
Especie	*Theobroma cacao* L.

Fuente: León Ordoñez (2014).

2.1.3. Características físico-químico del cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.) posee propiedades físico-químicas que determinan su calidad y comportamiento en la industria alimentaria, las características varían según la fermentación, el secado y el origen del grano. Parámetros como humedad, pH y composición química influyen en el sabor, aroma y valor nutricional del cacao, por ello, es fundamental para establecer criterios de calidad y usos industriales.

Tabla 2

Características fisicoquímicas

	% Máximo de cotiledón (o grano sin cáscara)	% Máximo de cáscara
Agua	3,2	6,6
Grasa (manteca de cacao, grasa de la cáscara)	57	5,9
Cenizas	4,2	20,7
Nitrógeno total	2,5	3,2
Teobromina	1,3	0,9
Cafeína	0,7	0,3
Almidón	9	5,2
Fibra cruda	3,2	19,2

Fuente: Aldas Morejon & Revilla Escobar (2020).

2.1.4. Características nutricionales

Es un alimento con un alto valor nutricional, rico en lípidos, proteínas, carbohidratos y fibra dietética. Su contenido de grasa, principalmente en forma de manteca de cacao, proporciona energía y contribuye a la textura de los productos derivados.

Tabla 3

Características nutricionales

Componente	Contenido aproximado	Función / Beneficio
Energía	228–250 kcal	Fuente de energía para el organismo
Grasas (manteca de cacao)	50–55 g	Proporciona energía y textura, grasas saludables
Proteínas	10–15 g	Aporte de aminoácidos esenciales
Carbohidratos	10–20 g	Fuente de energía rápida (azúcares y almidón)
Fibra dietética	8–15 g	Favorece la digestión y la saciedad
Minerales	Mg, K, Fe, P, Zn	Regulación metabólica y función celular

Componente	Contenido aproximado	Función / Beneficio
Compuestos bioactivos	Teobromina, cafeína, polifenoles, flavonoides	Actividad antioxidante, estimulación ligera, beneficios cardiovasculares

Fuente: Yépez Daquilema (2021).

2.1.5. Beneficios del cacao

Es ampliamente considerado un "superalimento" debido a su densa composición de compuestos bioactivos. Sus beneficios funcionales se obtienen principalmente cuando se consume en su forma menos procesada (cacao puro, no alcalinizado) y, para tu proyecto, son especialmente importantes porque estos beneficios se encuentran concentrados en sus subproductos (cascarilla, mucílago y cáscara). Los beneficios del cacao provienen, en gran medida, de los flavonoides (como la epicatequina, catequina y procianidinas), la fibra y la teobromina.

- Alto contenido de antioxidantes
- Beneficios Cardiovasculares y Circulatorios
- Beneficios Cognitivos y del Estado de Ánimo
- Beneficios Metabólicos y Antiinflamatorios
- Fuente de minerales esenciales
- Potencial probiótico

2.1.6. Mucílago del cacao

El mucílago del cacao posee una alta concentración de azúcares, lo que lo convierte en un elemento fundamental durante el proceso de fermentación al que se somete la semilla tras la cosecha. Estos azúcares favorecen la actividad microbiana y las transformaciones bioquímicas necesarias para la formación de compuestos que posteriormente darán origen al sabor característico del chocolate (Aldas Morejón & Revilla Escobar, 2020).

2.1.7. Composición nutricional del mucílago de cacao

El mucílago es una sustancia viscosa que puede presentar una reacción ácida o neutra, y sus funciones dependen del peso molecular y de la variedad de cacao. Está compuesto por carbohidratos, sales minerales y vitamina C, lo que le confiere valor nutricional. Con frecuencia se le compara con gomas y pectinas debido a que comparten estructuras de polisacáridos con cantidades similares de azúcares, aunque se diferencian principalmente por sus características físicas. Al mezclarse con agua, los mucílagos forman coloides de baja viscosidad que muestran actividad óptica, lo que influye en su comportamiento durante los procesos de fermentación y procesamiento industrial (Flores, 2024).

Tabla 4

Composición nutricional del mucílago de cacao

Componente	**% p/p (Base Húmeda)**
Agua	79,2 – 84,2
Proteína	0,09 – 0,11
Azúcar	12,50 – 15,9
Glucosa	11,6 – 15,32
Pectinas	0,9 – 1-19
Ácidos cítricos	0,77 – 1,52
Cenizas	0,40 – 0,50
Sodio	161,85 mg/L
Potasio	462,9 mg/L
Cacao	169,21fffv mg/L

Fuente: Flores Rosado (2024).

2.2. Alimentos funcionales

Los alimentos funcionales, también conocidos como nutracéuticos o diseñados, son aquellos que proporcionan beneficios a la salud más allá de su valor nutricional

básico. Entre estos, los productos lácteos han sido ampliamente utilizados para la incorporación de componentes bioactivos, como probióticos, prebióticos y ácidos grasos, que mejoran su valor funcional y aportan beneficios específicos a la salud. En este contexto, el desarrollo de un helado funcional a base de mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) permite combinar las propiedades nutritivas del cacao con la matriz láctea, incorporando compuestos bioactivos de manera efectiva. El estudio de sus curvas de congelación es fundamental para garantizar la textura, estabilidad y aceptabilidad sensorial del producto final. De esta manera, este helado no solo ofrece beneficios nutricionales, sino que también representa una alternativa funcional innovadora dentro de la industria láctea (Pérez Tamayo & et al, 2023).

2.2.1. Alimentos lácteos funcionales

El constante interés del hombre por la relación existente entre la alimentación y nutrición y la salud ha hecho que a lo largo de la historia sea una necesidad la búsqueda de estrategias que contribuyan al mejoramiento de la salud y la calidad de vida de la población. Por esta razón, el desarrollo y mercado de alimentos funcionales se han convertido en una tendencia mundial de gran interés para la industria, la academia y los mismos consumidores. Los alimentos funcionales son alimentos o bebidas que contienen de manera natural o a través de procesos tecnológicos cantidades suficientes de compuestos bioactivos con potenciales efectos positivos en la salud (Villamil & et al, 2020).

Los productos lácteos constituyen, en gran medida, el grupo de alimentos más utilizado y estudiado para la incorporación de componentes con fines funcionales. Entre ellos se incluyen la leche, crema, yogurt, kéfir, leche en polvo, leche condensada, ricotta, mantequilla, caseína, bebidas lácteas fermentadas, fórmulas infantiles, queso y helados, los cuales son los más comúnmente reconocidos como alimentos funcionales. Estos productos contienen compuestos en su composición química que, además de aportar beneficios nutricionales básicos, contribuyen a mejorar la salud y el bienestar general de los consumidores (Pérez Tamayo & et al, 2023).

Los lácteos contienen numerosos nutrientes, como vitaminas, minerales y proteínas. No obstante, ciertos compuestos activos pueden estar presentes en cantidades insuficientes o presentan déficit nutricional, por lo que es necesario añadirlos como fortificantes. Por ejemplo, se han incorporado ácidos grasos, probióticos y prebióticos derivados de polisacáridos con el fin de complementar su valor funcional y nutricional (Pérez Tamayo & et al, 2023).

2.2.1.1. Probióticos

Los probióticos son usualmente definidos como factores de origen microbiano que se pueden introducir a productos alimenticios, medicamentos incluso en suplementos dietéticos, estos estimulan la proliferación de otros organismos, entre algunas sustancias probióticas se encuentran las bacterias, bacterias acido lácticas y algunas levaduras, cumplen la función de reducir el pH, con esto impiden la contaminación de algunos patógenos. El término probiótico hace referencia a los productos que contienen cepas de microorganismos vivos para ayudar a la microflora del huésped que lo ingiere, estas son sustancias secretadas por microorganismos los cuales estimulan el crecimiento de otros (Pérez Tamayo & et al, 2023).

2.1.7.2. Prebióticos

Los prebióticos son sustancias agregadas como ingredientes no digeribles, estos llegan al colon sirviendo de sustrato hacia los microorganismos, originando a partir de esto, energía, metabolitos y micronutrientes que son usados por el huésped para estimular el crecimiento de especies beneficiosas entre las cueles se encuentran principalmente bifidobacterias y lactobacilos .Los denominados prebióticos como se ha mencionado son sustancias no digeribles, estas provocan cambios específicos en la composición o actividad de la microbiota intestinal concediendo bienestar hacia el huésped, son sustancias de la dieta que nutren a grupos seleccionados de microorganismos las cuales habitan en el intestino ayudando el crecimiento de bacterias provechosas sobre las perjudiciales (Pérez Tamayo & et al, 2023).

2.2.2. Beneficios de los alimentos funcionales

Los beneficios atribuidos al consumo de alimentos funcionales incluyen la mejora de la digestión, el fortalecimiento del sistema inmunológico, la regulación del metabolismo lipídico, la reducción del estrés oxidativo y la prevención de enfermedades crónicas, como la diabetes tipo 2, la hipertensión y las enfermedades cardiovasculares. entre los compuestos funcionales más reconocidos se encuentran los prebióticos, probióticos, ácidos grasos omega-3, fibra dietética, polifenoles y antioxidantes naturales (Saldaña & et al, 2023).

Los subproductos de piña contienen fibra insoluble y compuestos fenólicos, que pueden actuar como antioxidantes naturales, protegiendo a las células del daño oxidativo y mejorando la salud gastrointestinal del consumidor (Saldaña & et al, 2023).

2.3. Curvas de congelación

El proceso de congelación de los alimentos presenta una mayor complejidad en comparación con la congelación del agua pura, debido a la presencia de diversos solutos disueltos además del agua. Esta composición provoca que los alimentos manifiesten un comportamiento frente a la congelación similar al de las soluciones. La variación de la temperatura en función del tiempo durante el proceso de congelación se conoce como curva de congelación, la cual permite describir las diferentes etapas que experimenta un alimento durante dicho proceso (Umaña C. , 2020).

La curva de congelación se divide en varias secciones:

AS: En esta etapa, el alimento se enfría hasta alcanzar temperaturas inferiores a su punto de congelación, el cual es menor a 0 °C. En el punto S, a pesar de que la temperatura es inferior al punto de congelación, el agua permanece en estado líquido, fenómeno conocido como subenfriamiento, el cual puede alcanzar valores de hasta 10 °C por debajo del punto de congelación

SB: Durante esta fase, la temperatura se incrementa rápidamente hasta llegar al punto de congelación. Este aumento se debe a la liberación del calor latente de congelación generada durante la formación de los primeros cristales de hielo, liberándose a una velocidad mayor que la tasa de extracción de calor del alimento.

BC: En esta etapa, el calor se elimina de manera continua, permitiendo la liberación del calor latente asociado a la formación de hielo, lo que ocasiona que la temperatura se mantenga prácticamente constante. Sin embargo, el aumento en la concentración de solutos en la fracción de agua no congelada provoca un descenso progresivo del punto de congelación, generando una ligera disminución de la temperatura.

CD: Uno de los solutos alcanza la sobresaturación y cristaliza. La liberación del latente correspondiente provoca el aumento de la temperatura hasta la temperatura eutéctica del soluto.

DE: La cristalización del agua y los solutos continua

EF: La temperatura de mezcla de agua y hielo desciende.

En realidad, la curva de congelación de los alimentos resulta diferente de las soluciones simples siendo esa diferenciación más marcada en la medida en que la velocidad a la que se produce la congelación es mayor (Umaña C. , 2020).

2.3.1. Fórmula para calcular la curva de congelación

La curva de congelación de un helado se calcula determinando el porcentaje de agua congelada frente a la temperatura, basado en la depresión del punto de congelación producida por azucares y sales.

$$\Delta T_f = \frac{K_f x\ mxi}{M}$$

Donde:

ΔT_f= Caída de temperatura

K_f= constante del agua (1,86 ºC kg/mol)

m= masa del soluto

M = masa molar

i = factor de V an t Hoff

El descenso del punto de congelación se debe al efecto coligativo de los azúcares y sales disueltas en la fase acuosa.

2.1.2. Overrum

Se utilizará el enfoque metodológico propuesto por Ramírez Navas (2015)**, l**a evaluación del aireado se realizó mediante muestreo, analizando el peso de la mezcla base en relación con el helado en un envase de volumen constante, conforme a la ecuación siguiente:

$$\text{Aireado}(\%) = \frac{\text{vol.helado} - \text{vol.mezcla}}{\text{vol.mezcla}} x100$$

Donde:

%V = porcentaje de overrum

VF = volumen de la mezcla final

VI = volumen de la mezcla inicial

X = 100

2.4. Propiedades fisicoquímicas del helado tipo crema

Las propiedades fisicoquímicas del helado comprenden el conjunto de características estructurales, composicionales y reológicas del producto, cruciales para determinar su calidad, estabilidad y aceptación sensorial, considerando que el helado es un sistema coloidal complejo y multifásico compuesto por una espuma

(aire), una emulsión (grasa) y una solución (azúcares, sales) en equilibrio con la fase sólida de los cristales de hielo; su estudio abarca parámetros como el Overrun (aireación), la Viscosidad (flujo), la Estabilidad a la Fusión (derretimiento), el Punto de Congelación y la Composición Proximal (pH y Brix), los cuales son fundamentales para optimizar la formulación, predecir el comportamiento durante el almacenamiento y garantizar la textura deseada por el consumidor (Ramírez Navas, 2015).

Densidad: Depende del contenido de sólidos totales (azúcares, grasa, proteínas). A mayor contenido de sólidos, mayor es la densidad del mix antes de la congelación.

Viscosidad: Una viscosidad óptima es crucial para mejorar la incorporación y retención de aire (Overrun) durante el batido, estabilizar la emulsión de grasa y prevenir la sedimentación de partículas.

pH: Controlan la estabilidad de las proteínas lácteas evitando la coagulación a pH bajo, influyen en el sabor y afectan la conservación microbiológica del producto.

Acidez: presencia de ácidos orgánicos disueltos en la fase acuosa no congelada de la mezcla.

Brix: miden la cantidad de azucares solubles de la mezcla de helado incluyendo los azucares naturales, el valor para la mezcla de helados con fruta esta entre 12 y 18 °brix.

Overrum: El aumento de volumen del helado efectuado durante el batido frío se conoce como overrun, este aumento está referido al volumen de la mezcla que ingresa a la máquina antes de ser batida (Ramírez Navas, 2015).

2.5. Cantidad de antioxidantes y fibra dietaria del mucílago de caco

El mucílago de cacao es una fuente excepcional de fibra soluble, con un aporte significativo de 20-30 g de fibra dietaría por cada 100 g en base seca. Este subproducto también es rico en antioxidantes naturales, principalmente polifenoles, cuya concentración en base seca oscila entre 100 y 300 mg GAE/100 g,

dependiendo de factores como la variedad del cacao y el procesamiento. Tanto la piña como el mucílago de cacao ofrecen compuestos funcionales que mejoran sustancialmente el perfil nutricional y la capacidad antioxidante de alimentos elaborados, como los helados funcionales (Reyes Ullon, 2020).

2.6. Helado

El helado es un producto lácteo popular entre los consumidores de todas las edades. Los atributos de textura del hielo son los factores clave que determinan el éxito del producto en el mercado. El helado es un postre gaseoso lácteo que se congela antes de su consumo. Es una red microcristalina de fases líquidas y sólidas. Contiene células de aire atrapadas en fase líquida y varios otros componentes como proteínas, glóbulos de grasa, estabilizadores, azúcar, sales solubles e insolubles (Paulazzo, 2022).

Es un producto resultante de batir y congelar una mezcla pasterizada y homogeneizada, de leche, derivados de leche y otros productos alimenticios. Los helados son preparaciones alimenticias, que han sido llevadas al estado sólido, semisólido o pastoso, "por una congelación simultánea o posterior a la mezcla de las materias primas puestas en producción y que han de mantener su grado de plasticidad y congelación suficientes hasta el momento de su venta al consumidor (Paulazzo, 2022).

2.6.1. Composición nutricional de los helados

El helado se compone de una mezcla de aire, agua, grasa de leche o grasas no lácteas, edulcorantes, estabilizantes, emulsionantes, saborizantes y colorantes. El "mix" del helado es la mezcla no congelada de los ingredientes utilizados para suministrar estos constituyentes, excepto el aire, los aromatizantes/saborizantes y colorantes. Las formulaciones de estos "mixes" se definen como porcentajes de los componentes, por ejemplo, porcentaje de grasa, sólidos no grasos lácteos (SLNG), azúcares, estabilizadores y emulsionantes (la suma de todos ellos equivale a los sólidos totales) .Estos componentes se pueden combinar en proporciones variables dentro de determinados rangos, unas amplias variedades de ingredientes pueden ser

elegidos para reemplazar estos componentes, y tanto el porcentaje como la fuente de un componente, pueden afectar la calidad de esta mezcla de grasa de leche y sólidos lácteos no grasos pueden ser obtenidos de múltiples combinaciones de crema, manteca y leche fresca, concentrada o en polvo (entera o descremada).

- Los helados no son considerados alimentos altamente calóricos debido a que el contenido energético tiene un valor umbral de 300 kcal/100 g.
- Se compara que el contenido proteico de 100 g de helado es similar al contenido proteico de la leche.
- Los helados de leche presentan un contenido medio de calcio de 148 mg/100 g y los helados de crema contienen 99 mg/100 g.

2.6.2. Estructura del helado

La estructura de la mezcla líquida para helado se puede describir como una emulsión de glóbulos grasos, que son parcialmente cristalinos como resultado de maduración en frío, una dispersión de micelas de caseína, si está presente en la receta, y una solución de azúcares, proteínas solubles, sales, estabilizantes y otros componentes. Los procesos de congelación convierten esta estructura en una compuesta por cristales de hielo, burbujas de aire, glóbulos de grasa, algunos de los cuales se adsorben en las burbujas de aire y algunos de los cuales están parcialmente fusionados en agregados y potencialmente, en una red continua de partículas, y una fase continúa descongelada que se concentra por congelación en comparación con la mezcla debido a la eliminación de agua como hielo.

2.6.3. Clasificación de los helados

De acuerdo a la norma NTE INEN 706:2013 los ingredientes contenidos se pueden clasificar: Helado de leche: Tiene 2,5 % de grasa láctea, 5 % de sólidos de leche sin grasa, entre 12 % y 27 % de sólidos totales y se le incorpora aire equivalente al 100 % de su volumen.

- **Helado de leche:** Tiene mínimo 2,5 % de grasa láctea y 6 % de sólidos no grasos de la leche.

- **Helado de leche desnatada:** Tiene como máximo 0,3 % de grasa láctea y al menos 6 % de sólidos lácteos sin grasa.
- **Helado:** Contiene mínimo 5 % de grasa comestible y proteínas solo de origen lácteo.
- **Helado de agua:** Tiene al menos 12 % de contenido seco total.
- **Sorbete:** Contiene mínimo 15 % de fruta y 20 % de contenido seco total.
- **Helado tipo sándwich:** Es una porción de helado, usualmente de nata, colocada entre dos galletas (generalmente de chocolate) con forma rectangular.
- **Helado de crema:** Contiene entre 7 % y 10 % de grasa, de 6 % a 8 % de sólidos no grasos, entre 20 % y 32 % de sólidos totales, y aire equivalente al volumen de la mezcla.
- **Helado de yogur:** Puede incluir frutas o sus extractos. Contiene 3 % a 6 % de grasa, 11 % a 20 % de azúcar, 10 % a 12 % de sólidos no grasos y cerca del 70 % de agua.
- **Helado de agua (sorbete o granizado):** elaborado con agua, fruta, colorantes y saborizantes. Debe tener al menos 20 % de extracto seco y no más de 1,5 % de grasa láctea.
- **Helado dietético:** Contiene alrededor de 14,4 % de azúcar, 9,6 % de miel o jarabe, 73 % de agua y 3 % de fructosa. Puede incluir pulpa de fruta en distintas proporciones (INEN, 2013).

2.6.4. Helado de crema

La base de crema corresponde al soporte del helado, compuesto por crema y/o leche entera, azúcar, sólidos lácteos, y estabilizantes/emulsionantes, que tras el proceso de pasteurización, enfriamiento, maduración, batido y congelación incorpora aire y forma una estructura de espuma parcialmente congelada, en la que los cristales de hielo, las gotas de grasa y las burbujas de aire coexisten en una fase continua de sérum no congelado. Esa estructura es clave para obtener textura, cremosidad, sabor, y estabilidad al derretimiento. Sobre esa base se añade el ingrediente funcional los subproductos de piña y cacao para conferir valor agregado nutricional

(fibra, antioxidantes) sin comprometer la calidad sensorial ni la estabilidad tecnológica (Brito Pillco, 2021).

2.6.4.1. Características clave de un helado de crema

Fase grasa láctea: La grasa aporta cremosidad, estructura, fusibilidad en boca, estabilidad de espuma y resistencia al derretimiento, el estudio de emulsiones de helado encontró que diferentes fuentes de grasa (mantequilla, crema UHT, vegetales) afectan el comportamiento reológico, el overrun (incorporación de aire) y la resistencia al derretimiento.

Cristales de hielo y estabilidad: La calidad del helado depende de un buen control de los cristales de hielo (tamaño, recristalización) y de la fase sérica sin congelar. Esto influye en la textura al paladar, sensación de "cremoso" versus "granizado".

Estabilizantes: Para asegurar buena textura, resistencia al derretimiento, incorporado de aire adecuado y reducir el tamaño de cristales de hielo, las nuevas formulaciones saludables usan reemplazadores de grasa o azúcar, y requieren de estabilización técnica para mantener calidad sensorial.

Base láctea y sólidos no grasos: La leche o crema aporta proteína, lactosa, minerales, sólidos no grasos; estos componentes ayudan a la estructura, ayudan en la emulsión, interaccionan con las grasas.

Azúcares: No sólo por sabor, sino porque ayudan a reducir el punto de congelación, controlar la dureza del helado, mejorar la textura.

Funcionalidad: En formulaciones funcionales se añaden ingredientes activos (fibra, antioxidantes) y se debe asegurar que la base de crema siga comportándose bien tecnológicamente (Albarracin, 2025).

2.7. Endulzante y estabilizantes

2.7.1. Endulzante

En la industria de helados, muchos tipos de endulzantes nutritivos son empleados, incluyen: azúcares de caña y remolacha, muchos tipos de edulcorantes de maíz, azúcar de arce, miel, azúcar invertido, fructosa, melaza, jarabe de malta, azúcar morena y lactosa. Su papel es el de incrementar la aceptabilidad del producto. El dulzor deseable es de entre 13-16% de sacarosa en un 36-38% del total de sólidos (Marshall, Goff, & Hartel, 2022).

2.7.2. Estabilizadores

Los estabilizadores de helado son un grupo de ingredientes (generalmente polisacáridos), cuyos propósitos principales son:

- Aumentar la viscosidad de la mezcla.
- Estabilizar la mezcla para evitar que se deshidrate los adictivos
- Producen una espuma estable con fácil corte y rigidez en el congelador del barril para embalaje.
- Retardan o reducen el crecimiento de cristales de hielo y lactosa durante el almacenamiento, especialmente durante los períodos de fluctuación de la temperatura, conocidos como choques térmicos.
- Retardan la migración de humedad del producto al envase o al aire.

Muchas de estas funciones se atribuyen a la mayor viscosidad de la fase descongelada del helado. Los estabilizadores también deben tener un sabor limpio y neutro, no adherirse al hielo, contribuir a la fusión aceptable del helado y proporcionar textura deseable al consumir (Marshall, Goff, & Hartel, 2022).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

La presente investigación de campo se desarrolló en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, mientras que, los análisis proximales de la materia prima y del producto final se realizaron en los Laboratorios del Departamento de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar.

3.1.1. Localización de la investigación

Tabla 5

Localización de la investigación

Ubicación	Localidad
Provincia:	Bolívar
Cantón:	Guaranda
Parroquia:	Gabriel Ignacio de Veintimilla
Sector:	Laguacoto II
Dirección:	Laguacoto II km 1 ½ vía Guaranda - San Simón
Establecimiento:	Universidad Estatal de Bolívar
Unidad de producción:	Complejo Agroindustrial

3.1.2. Situación geográfica y climática

Tabla 6

Datos generales del territorio

Parámetros	Valores
Altitud promedio	2604 msnm
Latitud	01° 36 52 sur
Longitud	79° 59 54 oeste

Temperatura máxima	21°C
Temperatura mínima	7°C
Temperatura media	14,4°C
Precipitación media anual	980mm
Humedad relativa	30%

Nota: Estación Meteorológico, Universidad Estatal de Bolívar, Laguacoto II, 2025

3.1.3. Zona de vida

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida propuesta por el botánico y climatólogo Leslie Holdridge, el área donde se desarrollará la presente investigación se encuentra dentro de la zona de vida denominada Bosque Seco Montano Bajo (BSMB).

3.2.Metodología

Tipo y enfoque de investigación

La investigación se enmarcó dentro de un diseño experimental, con alcance descriptivo y explicativo, y bajo un enfoque cuantitativo. Se fundamentó en la obtención de datos objetivos a través de la medición de la temperatura durante el proceso de congelación del helado funcional, así como en la evaluación de la aceptabilidad sensorial mediante instrumentos estructurados, cuyos resultados fueron sometidos a análisis estadístico.

3.2.1. Materiales y equipos

3.2.1.1. Material experimental

- Estabilizante
- Mucilago de caco

3.2.1.2. Material de campo

- Mandil
- Guantes desechables
- Cofia

- Botas

3.2.1.3. Materiales de laboratorio

- Vasos de precipitación
- Probetas
- Pipetas
- Centrifuga o tamiz
- Heladera
- bandejas
- Volts

3.2.1.4. Equipos de laboratorio

- Analizador de fibra
- pH-metro
- Balanza analítica
- Refractómetro
- Espectrofotómetro

3.2.1.5. Reactivos

- Sorbato de potasio
- Goma Xantana

3.2.1.6. Materiales de oficina

- Laptop
- Impresora
- Papel bond
- Esferográfico
- Lápices
- Libreta de apuntes
- Cámara fotográfica

3.2.2. Factores de estudio

La investigación se desarrolló bajo un diseño experimental bifactorial (AxB), en el cual se evaluaron dos factores, en el factor A: Temperatura de congelación, con 2 niveles. Factor B: Tiempo de congelación, con tres niveles, en donde se obtuvieron 6 tratamientos, los cuales fueron evaluados mediante análisis de varianza (ANOVA) lo que permitió determinar el efecto de los factores y sus interacciones sobre la aceptabilidad sensorial del helado funcional.

Tabla 7

Factores de estudio y sus respectivos niveles

Factores	Código	Nivel
Temperatura de congelación	A	a1: -2,5ºC a2: -4,5ºC
Tiempo de congelación	B	b1: 5min b2: 10min b3: 15min

3.2.3. Tratamientos

En la siguiente tabla se detalla la combinación de cada uno de los niveles de los factores A y B que interactuaron en el estudio.

Tabla 8

Tratamientos

Tratamientos	Código	Descripción
1	a1b1	-2,5°C + 5min
2	a1b2	-2,5°C + 10min
3	a1b3	-2,5°C + 15min
4	a2b1	-4,5°C + 5min
5	a2b2	-4,5°C + 10min
6	a2b3	-4,5°C + 15min

3.2.4. Características del experimento

En la siguiente tabla se detalla los números de factores, tratamientos, repeticiones, unidades experimentales y el tamaño de la muestra.

Tabla 9

Descripción de la técnica del ensayo

Atributos del diseño factorial	
Numero de factores experimentales	2
Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	2
Número total de unidades experimentales	12
Tamaño de la unidad de muestra	100 gr

3.2.5. Tipo de diseño experimental o estadístico

La investigación se desarrolló bajo un diseño experimental bifactorial (AxB) completamente al azar, con dos factores: (A) Temperatura de congelación y (B) Tiempo de congelación. Se trabajó con seis tratamientos cada uno con dos repeticiones, totalizando doce unidades experimentales. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) factorial, evaluando los efectos principales y las interacciones entre factores sobre la aceptabilidad sensorial del helado funcional.

Se aplicó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = u + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk}: Cualquier variable sujeta de medicion

u: Efecto global

A_i: Efecto del i − ésimo nivel del Factor A; i = l … … a

B_j: Efecto del j − ésimo nivel del Factor B; j = l … … b

AB_{ij}: Efecto de la Interaccion entre los factores (A ∗ B)

R = Efecto de la Replicación del experimento

ε_{ijl} = Efecto de Error experimental

3.2.6. Manejo de la investigación

3.2.6.1. Descripción del proceso de extracción del mucílago de cacao

Recepción de materia prima: Se analizó visualmente la colorimetría y el estado de maduración de las mazorcas de cacao.

Lavado y desinfección: Los frutos de cacao se lavaron con abundante agua y se desinfectaron mediante inmersión en una solución con hipoclorito de sodio al 0,02%.

Corte: Se utilizó un cuchillo, el corte de la mazorca fue de forma transversal y longitudinal, lo que facilitó la extracción de las almendras mucilaginosas.

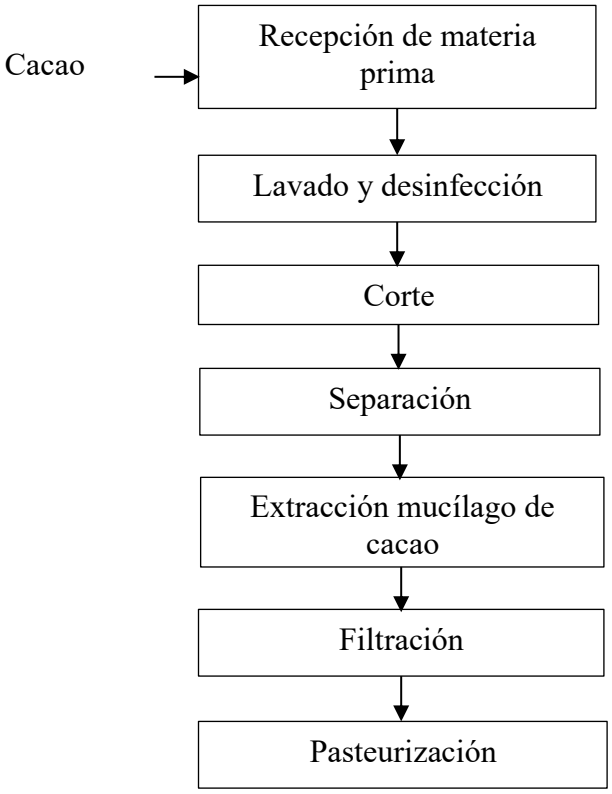
Separación: Las semillas fueron extraídas y clasificadas de forma manual la placenta de las almendras mucilaginosas.

Extracción del mucílago de cacao: Las almendras de cacao se colocaron dentro de una bolsa de tela fina, la cual se apoyó sobre un colador ubicado encima de un recipiente. De esta manera, el mucílago se filtró por gravedad a través de la tela y el colador, recolectándose en el recipiente inferior hasta obtener la cantidad necesaria para la elaboración del helado.

Filtración: Se utilizó un lienzo de tela para el filtrado, lo que permitió la separación de partículas que se encontraban suspendidas en el mucílago.

Pasteurización: Se sometió el mucílago a una pasteurización rápida en un recipiente de acero inoxidable a una temperatura de 70 a 75 °C durante 12 a 15 minutos.

3.2.6.2. Diagrama de flujo del proceso de extracción del mucílago de cacao



3.2.6.3. Descripción de la elaboración del helado funcional

Este es el proceso estándar de elaboración de helados, con el paso crucial de la incorporación del ingrediente funcional:

Recepción de materias primas e insumos: Se recibió la materia prima e insumos para la posterior elaboración del helado.

Pesado: Se pesaron los ingredientes y aditivos conforme lo requerido según las formulaciones de los tratamientos.

Mezclado de ingredientes: Se mezclaron los ingredientes secos (edulcorante, estabilizantes, emulsificantes) hasta que se obtuvo una mezcla homogénea y luego se añadieron los líquidos (leche, crema, mucílago de cacao).

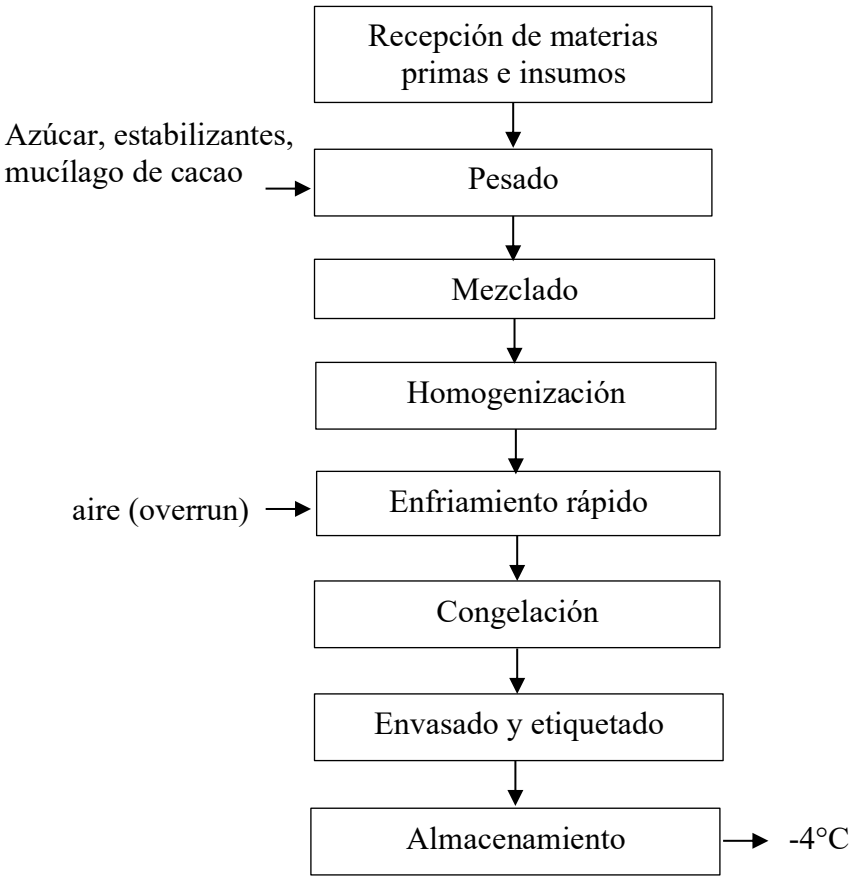
Homogeneización: Se redujeron el tamaño de los glóbulos de grasa, bajo alta presión, lo que mejoró la textura, cremosidad y resistencia a la fusión.

Congelación: Se vertió la mezcla en una máquina de helados que tiene automatizado el mezclado donde se incorporó aire (overrun) y se formaron pequeños cristales de hielo, congelado, control de tiempo y temperatura.

Envasado y etiquetado: Se envasó el producto en un vasito, en el cual se aplicó una etiqueta en la que se detalló el nombre del producto, las propiedades funcionales (contenido de antioxidantes), ingredientes, número de lote, información nutricional, fecha de consumo preferente y demás requerimientos básicos de etiquetado.

Almacenamiento en frío: El helado se almacenó a -4°C para su adecuada conservación para su posterior distribución y venta del mismo.

3.2.6.4. Diagrama de flujo para la elaboración del helado funcional



3.2.7. Métodos de evaluación

3.2.7.1. Actividad antioxidante

Se analizó la actividad antioxidante del mucílago del cacao y del helado, mediante el método ABTS (ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)).

3.2.7.2. pH

Se determinó el pH del mucílago del cacao mediante la NTE INEN 389.

3.2.7.3. Acidez titulable

Se determinó la acidez titulable del mucilago del cacao, mediante la NTE INEN 750.

3.2.7.4. °Brix

Se determinó los °Brix del mucílago del cacao mediante la NTE INEN 380.

3.2.7.5. Viscosidad

Se determinó la viscosidad del mucílago del cacao, mediante el equipo Brookflied.

3.2.7.6. Análisis sensorial

Se realizó según (NTE INEN-ISO 6658, 2014) y el método descrito por (García, 2021).

La evaluación sensorial se realizó con un panel de catación semi entrenado de 30 estudiantes de ciclos superiores de la carrera de Agroindustria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar.

Al panel, se les entrenó previamente sobre los atributos que debían evaluar en los tratamientos de los helados que fueron: color, olor, sabor, textura, aceptabilidad.

3.2.7.7. Curva de congelación

Se determinó la curva de congelación del mejor tratamiento, según (Grau Meló & Verdú-Amat, 2026).

3.2.8. Análisis de datos

Los datos se analizaron en el software Statgraphics Centurion 19, mediante el análisis de varianza (ANOVA), se determinó los efectos significativos de los factores y su interacción. En caso de diferencias significativas se aplicó una prueba de comparación de medias (Tukey o LSD).

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Análisis físico-químicos del mucílago de cacao (*Theobroma cacao L*).

Se realizaron los análisis físico químicos al mucílago del cacao (*Theobroma cacao L*), los resultados se presentan en la tabla 10 detallada a continuación.

Tabla 10

Análisis físico-químicos del mucílago de cacao (*Theobroma cacao L*).

Parámetro	Método	Resultado	Unidad
Actividad antioxidante	ABTS	14,34 ± 0,29	µmol ET/g muestra
pH	NTE INEN 389	3,4	---
°Brix	NTE INEN 380	21	---
Acidez	NTE INEN 750	1,70	% ácido cítrico
Viscosidad	Equipo Brookflied	258,4	Cp

El mucílago de cacao presentó una actividad antioxidante de 14,34 ± 0,29 µmol ET/g determinada mediante el método ABTS, resultado que evidenció la presencia de compuestos bioactivos con potencial funcional para el desarrollo de helados con valor agregado. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado por Llerena et al. (2023), quienes observaron actividad antioxidante en mucílagos de cacao ecuatoriano de las variedades Nacional × Trinitario y CCN-51, siendo la última variedad la que presentó los valores más elevados. Asimismo, Guzmán-Armenteros et al. (2025) atribuyen esta capacidad antioxidante a la abundancia de polifenoles y flavonoides presentes en el mucílago, mientras que Coyago et al. (2025) destacan que estos compuestos contribuyen a efectos cardioprotectores, neuroprotectores y hepatoprotectores. En concordancia, Shadordizadeh et al. (2023) demostraron que la incorporación de ingredientes con actividad antioxidante en helados mejora las propiedades funcionales del producto final, lo que respalda el potencial del mucílago de cacao como ingrediente innovador en matrices congeladas.

El pH de 3,4 obtenido en el presente estudio confirma la naturaleza ácida característica del mucílago de cacao. Este valor coincide prácticamente con el reportado por Guzmán-Armenteros et al. (2025) para mucílago crudo de cacao ecuatoriano (3,41 ± 0,03), lo que valida la consistencia de los resultados obtenidos. De igual manera, Aldana et al. (2023) identificaron la presencia de ácidos orgánicos como ácido cítrico, tartárico, láctico y acético como responsables del pH ácido característico de este subproducto. Desde una perspectiva tecnológica, Rodríguez-Castro et al. (2024) señalaron que el pH constituye uno de los parámetros fisicoquímicos más importantes para determinar el comportamiento del mucílago en aplicaciones alimentarias, debido a su influencia sobre la estabilidad y funcionalidad de los ingredientes empleados en las formulaciones.

Respecto al contenido de sólidos solubles totales, el valor de 21 °Brix fue superior a los reportados por Guzmán-Armenteros et al. (2025), quienes registraron 14,65 ± 0,10 °Brix, y por Aldana et al. (2023), que informaron 17 °Brix en mucílago de cacao del clon FEC2. Estas diferencias pueden atribuirse a factores como la variedad genética, el grado de madurez de los frutos y las condiciones agroecológicas de producción. El elevado contenido de sólidos solubles indica una alta concentración de azúcares naturales, principalmente glucosa, fructosa y sacarosa, característica que, según investigaciones recientes sobre subproductos del cacao, confiere al mucílago un importante valor energético y una elevada palatabilidad. Además, este contenido de azúcares puede favorecer el descenso del punto de congelación de la mezcla y reducir la necesidad de adicionar azúcares externos en la formulación del helado.

La acidez titulable alcanzó un valor de 1,70 % expresado como ácido cítrico, superando el 0,72 ± 0,03 % reportado por Guzmán-Armenteros et al. (2025). Esta diferencia podría estar relacionada con variaciones en la variedad de cacao, las condiciones climáticas y el estado de madurez de los frutos al momento de la cosecha. Rodríguez-Castro et al. (2024) también identificaron la acidez como una propiedad altamente variable en función del material vegetal y la época de producción. Desde el punto de vista tecnológico, esta elevada acidez resulta favorable para la formulación del helado, ya que puede contribuir al desarrollo de

un perfil sensorial fresco y frutal, además de interactuar con los estabilizantes presentes en la mezcla, modificando su comportamiento estructural.

Finalmente, la viscosidad de 258,4 cP refleja la presencia de polisacáridos, pectinas y otras macromoléculas responsables del comportamiento reológico del mucílago. Este resultado adquiere relevancia al compararlo con los hallazgos de Lozano et al. (2022), quienes demostraron que el mucílago de ñame utilizado como estabilizante en helados incrementa la viscosidad de la mezcla, mejora la estructura viscoelástica y prolonga el tiempo de fusión del producto. De manera similar, estudios realizados con mucílago de psyllium evidenciaron una correlación positiva entre el aumento de la viscosidad y la mejora de las propiedades texturales y de resistencia a la fusión en helados veganos. En este contexto, la viscosidad observada en el mucílago de cacao constituye una característica tecnológica relevante, ya que puede limitar la movilidad del agua libre, reducir el crecimiento de cristales de hielo y contribuir a una textura más estable y cremosa. Por ello, se espera que esta propiedad influya significativamente en los tratamientos evaluados, particularmente en la respuesta del punto de congelación y en la aceptabilidad sensorial del helado elaborado a partir de mucílago de cacao.

4.1.2. Análisis sensorial

Se realizó el análisis sensorial de los tratamientos del helado de mucílago de cacao, su evaluación se realizó en el Laboratorio de Cataciones de la planta Agroindustrial. Para llevarlo a cabo, se consideraron un panel de catación semientrenado de estudiantes de los últimos ciclos de la carrera de Agroindustria, a quienes se les dieron indicaciones previas de los atributos que debían evaluar del helado de mucílago de cacao.

4.1.2.1. Atributo color

Tabla 11

ANOVA para el atributo color del helado elaborado con mucílago de cacao

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Tratamiento	192,844	5	38,569	75,01	0,0000**
B: Bloque	27,633	29	0,953	1,85	0,0098*
Residuos	61,834	145	0,426		
Total (corregido)	282,311	179			

El análisis de varianza para el atributo color mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p<0,001$), indicando que la formulación del helado influyó significativamente sobre la percepción del color. Asimismo, el efecto de los catadores fue significativo ($p<0,05$), lo que evidenció diferencias en el criterio de evaluación entre los panelistas. Debido a que el efecto del tratamiento resultó significativo, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey para identificar cuáles tratamientos difirieron estadísticamente.

Tabla 12

Prueba de Rangos Múltiples (Tukey) para el atributo color del helado elaborado con mucílago de cacao

Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma	Grupos Homogéneos
T1	30	1,30	0,119	X
T2	30	1,30	0,119	X
T3	30	1,33	0,119	X
T5	30	2,23	0,119	X
T6	30	2,77	0,119	XX
T4	30	4,13	0,119	X

La prueba de rangos múltiples mostró que el tratamiento T4 presentó la mayor valoración para el atributo color (4,13), diferenciándose significativamente de los demás tratamientos. El panel de catación consideró que el tratamiento tenía un color café claro.

4.1.2.2. Atributo olor

Tabla 13

ANOVA para el atributo olor del helado elaborado con mucílago de cacao

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tratamiento	27,628	5	5,526	9,62	0,0000**
B: Bloque	34,381	29	1,186	2,07	0,0034*
Residuos	65,519	145	0,452		
Total (corregido)	127,528	179			

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos para el atributo olor ($p<0,001$), demostrando que las formulaciones evaluadas generaron respuestas sensoriales diferentes. También se detectó un efecto significativo del bloque, lo que indica variabilidad entre los catadores.

Tabla 14

Prueba de Rangos Múltiples (Tukey) para el atributo olor del helado elaborado con mucílago de cacao

Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma	Grupos Homogéneos
T6	30	3,50	0,123	X
T5	30	3,70	0,123	X
T2	30	4,27	0,123	XX
T1	30	4,43	0,123	XX
T3	30	4,43	0,123	XX
T4	30	4,50	0,123	X

La prueba de Tukey indicó que el tratamiento T4 es el tratamiento con mejor percepción del olor, sin diferencias significativas entre los demás grupos. Los catadores le dieron una valoración de muy agradable a este tratamiento.

4.1.2.3. Atributo sabor

Tabla 15

ANOVA para el atributo sabor del helado elaborado con mucílago de cacao

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tratamiento	34,250	5	6,850	10,97	0,0000**
B: Bloque	39,116	29	1,349	2,16	0,0018*
Residuos	69,584	145	0,480		
Total (corregido)	142,950	179			

Se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos para el atributo sabor ($p<0,001$), evidenciando que la formulación influyó en la percepción gustativa del producto. El efecto del bloque también fue significativo.

Tabla 16

Prueba de Rangos Múltiples (Tukey) para el atributo sabor del helado elaborado con mucílago de cacao

Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma	Grupos Homogéneos
T6	30	3,43	0,128	X
T5	30	3,83	0,128	X
T1	30	4,17	0,128	XX
T2	30	4,27	0,128	XX
T4	30	4,37	0,128	XX
T3	30	4,83	0,128	X

Para el atributo sabor, el tratamiento T3 presentó la media más alta (2,83), siendo significativamente superior a los tratamientos. Para el panel de catación el tratamiento 3 fue considerado como agradable.

4.1.2.4. Atributo textura

Tabla 17

ANOVA para el atributo textura del helado elaborado con mucílago de cacao

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tratamiento	79,578	5	15,916	23,94	0,0000**
B: Bloque	31,244	29	1,077	1,62	0,0387*
Residuos	84,423	145	0,582		
Total (corregido)	195,245	179			

Para el atributo textura se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p<0,001$), lo que demuestra que las formulaciones modificaron significativamente la percepción de la textura del helado. El efecto del panel de catadores también resultó significativo.

Tabla 18

Prueba de Rangos Múltiples (Tukey) para el atributo textura del helado elaborado con mucílago de cacao

Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma	Grupos Homogéneos
T6	30	2,00	0,133	X
T5	30	2,30	0,133	XX
T2	30	2,43	0,133	XX
T3	30	2,60	0,133	XX
T1	30	3,20	0,133	X
T4	30	4,00	0,133	X

La prueba de rangos múltiples mostró que el tratamiento T4 obtuvo la mayor valoración para el atributo textura, el panel evaluador consideró en su mayoría que la textura del helado fue granulosa.

4.1.2.5. Atributo aceptabilidad

Tabla 19

ANOVA para la aceptabilidad del helado elaborado con mucílago de cacao

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tratamiento	58,467	5	11,693	30,04	0,0000**
B: Bloque	24,116	29	0,832	2,14	0,0021*
Residuos	43,617	145	0,301		
Total (corregido)	126,200	179			

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos para la aceptabilidad general ($p<0,001$), indicando que las formulaciones evaluadas fueron percibidas de forma diferente por el panel sensorial. Además, el efecto del bloque fue significativo, reflejando diferencias propias de la apreciación individual de los catadores.

Tabla 20

Prueba de Rangos Múltiples (Tukey) para la aceptabilidad del helado elaborado con mucílago de cacao

Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma	Grupos Homogéneos
T6	30	1,40	0,095	X
T5	30	1,77	0,095	X
T4	30	2,03	0,095	XX
T2	30	2,37	0,095	XX
T3	30	2,77	0,095	XX
T1	30	3,07	0,095	X

La prueba de Tukey evidenció que el tratamiento T1 según el panel de catación tiene características sensoriales que no agradan ni desagradan, lo que evidencia la neutralidad del panel.

4.1.2.6. Aceptación general

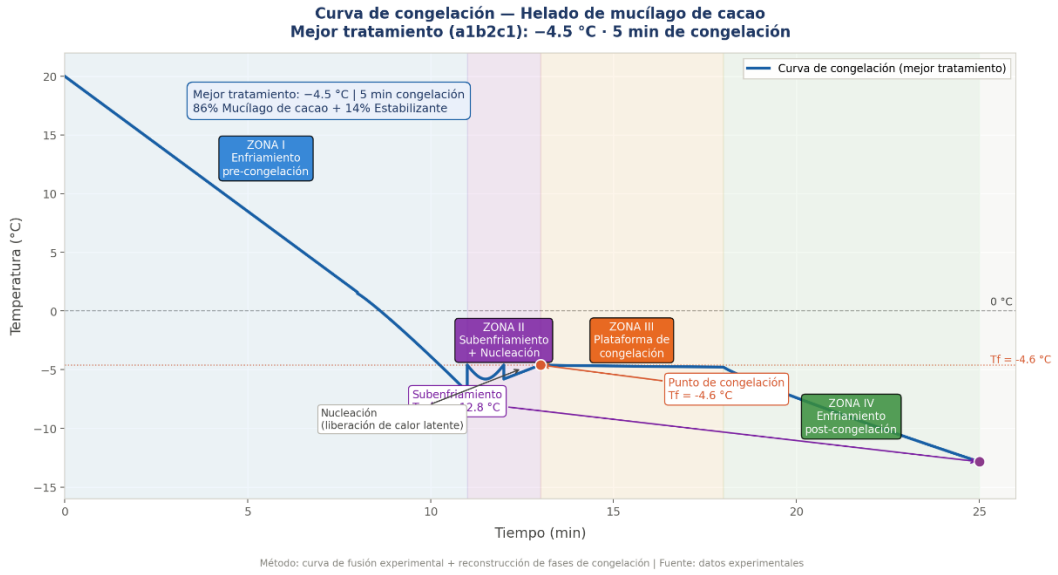
Luego de haber analizado los resultados del análisis estadístico del análisis sensorial realizado a un panel de catación semi entrenado de 30 personas, se determinó que el tratamiento 4 presenta mayores medias en los atributos color, olor y textura, por lo que, al tener mayores medias en tres de cinco atributos evaluados se considera al tratamiento 4 el mejor tratamiento evaluado.

4.1.3. Curva de congelación del mejor tratamiento

Se diseñó la curva de congelación del mejor tratamiento según la evaluación sensorial realizada se determinó que el tratamiento 4 es el mejor tratamiento.

Figura 2

Curva de congelación del tratamiento 4



La curva de congelación del tratamiento cuatro evidencia un comportamiento térmico característico de mezclas alimentarias con alto contenido de sólidos solubles. Inicialmente, la temperatura disminuyó de forma continua durante la etapa de precongelación, seguida de un período de subenfriamiento en el que se alcanzó un punto de congelación de −4,6 °C, momento en el que inició la nucleación y la formación de cristales de hielo. Posteriormente, la presencia de una plataforma de

congelación refleja la liberación de calor latente durante el cambio de fase, mientras que el descenso final de la temperatura corresponde al endurecimiento del producto. Este comportamiento indica una cristalización gradual y controlada, condición favorable para obtener un helado con mejor estabilidad estructural y textura.

Investigaciones con postres helados no lácteos de origen vegetal han demostrado que los sistemas procesados a temperaturas más bajas (−15 °C o menores) presentan un tiempo de inducción de fusión más prolongado, mayor retención de forma durante el derretimiento, y una distribución más homogénea del tamaño de cristales Freire et al. (2025). Estos resultados son directamente aplicables al helado de mucílago de cacao, dado que comparte su naturaleza no láctea y su base predominantemente acuosa con alto contenido de solutos.

4.1.4. Contenido de antioxidantes del mejor tratamiento

Se determinó la capacidad antioxidante del helado de mucílago de cacao, mediante el método ABTS, los resultados se detallan a continuación.

Tabla 21

Actividad antioxidante del helado de mucílago de cacao

Parámetro	Método	Resultado	Unidad
Actividad antioxidante	ABTS	6,85 ± 0,28	µmol ET/g muestra

La actividad antioxidante del helado de mucílago de cacao determinada por el método ABTS fue de 6,85 ± 0,28 µmol ET/g muestra, valor que representa una reducción aproximada del 52,2 % respecto al mucílago crudo (14,34 ± 0,29 µmol ET/g). Esta disminución es atribuible a múltiples causas como la dilución de los compuestos bioactivos por incorporación del estabilizante, la interacción de los polifenoles con los componentes de la matriz del helado formando complejos proteína-polifenol y polisacárido-polifenol que limitan su reactividad frente al radical ABTS, y la posible degradación oxidativa parcial de los compuestos fenólicos durante las etapas de mezclado y congelación Wu et al. (2025)

confirmaron que los polifenoles de fuentes naturales interactúan con proteínas y polisacáridos en la matriz del helado formando redes que atrapan burbujas de aire, cristales de hielo y glóbulos de grasa, lo que compromete la disponibilidad de dichos compuestos para reaccionar con el radical ABTS en la determinación analítica.

No obstante, la retención de casi el 48 % de la actividad antioxidante original constituye un resultado favorable que posiciona al helado de mucílago de cacao como un producto con propiedades funcionales reales. Guzmán-Armenteros et al. (2025) destacaron que los compuestos bioactivos del mucílago de cacao, incluyendo polifenoles y flavonoides, mantienen parcialmente su potencial antioxidante al ser incorporados en matrices alimentarias, respaldando su aprovechamiento como ingrediente funcional en el desarrollo de productos con valor agregado. Este nivel de actividad antioxidante es comparable al reportado en otros helados funcionales elaborados con ingredientes naturales bioactivos, lo que valida el enfoque tecnológico adoptado y abre perspectivas favorables para su posicionamiento en el segmento de alimentos funcionales diferenciados.

CAPÍTULO V

5.1. Conclusiones

- Los análisis físico-químicos del mucílago de cacao evidenciaron que esta materia prima posee características adecuadas para su aplicación en la elaboración de helados funcionales. El mucílago presentó una actividad antioxidante de 14,34 ± 0,29 µmol ET/g, lo que demuestra la presencia de compuestos bioactivos con potencial funcional; además, registró un pH de 3,4**,** 21 °Brix**,** 1,70 % de acidez titulable **y** una viscosidad de 258,4 cP, parámetros que favorecen la estabilidad de la mezcla, aportan sólidos solubles y contribuyen a las propiedades reológicas necesarias para obtener un producto con características tecnológicas y sensoriales favorables.
- La evaluación sensorial permitió establecer diferencias entre los tratamientos desarrollados, identificándose al tratamiento 4 como el de mayor aceptación global por parte del panel de catadores semientrenados. Este tratamiento obtuvo la mejor valoración en los atributos sensoriales evaluados, evidenciando que las condiciones de formulación y procesamiento empleadas favorecieron la aceptación del producto. En consecuencia, el tratamiento 4 constituye la alternativa más adecuada para la elaboración de un helado a base de mucílago de cacao con características organolépticas aceptables para el consumidor.
- La curva de congelación del mejor tratamiento permitió identificar las etapas características del proceso de congelación, comprendidas por el enfriamiento inicial, el subenfriamiento, la nucleación, la plataforma de congelación y el enfriamiento posterior. Se determinó un punto de congelación de −4,6 °C, valor consistente con el comportamiento esperado para mezclas con elevado contenido de sólidos solubles. Estos resultados demuestran que la formulación seleccionada presenta una cinética de congelación adecuada, favoreciendo la formación de una estructura estable y homogénea, condición que contribuye a mejorar la textura, la estabilidad física y la calidad final del helado elaborado con mucílago de cacao.

- La cuantificación de la actividad antioxidante mediante el método ABTS evidenció que el helado elaborado a base de mucílago de cacao presentó un valor de 6,85 ± 0,28 µmol ET/g de muestra, conservando aproximadamente el 48 % de la capacidad antioxidante del mucílago fresco. Aunque durante el procesamiento se produjo una disminución de la actividad antioxidante debido a la dilución de los compuestos bioactivos y a las interacciones entre los polifenoles y los componentes de la matriz del helado, el producto final mantuvo una cantidad significativa de antioxidantes. Estos resultados demuestran que el mucílago de cacao conserva parte importante de sus propiedades funcionales después de su transformación, respaldando su utilización como ingrediente para el desarrollo de helados con valor agregado y potencial funcional.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda ampliar la caracterización físico-química del mucílago de cacao mediante la determinación de parámetros complementarios, como contenido de humedad, cenizas, azúcares reductores, contenido de fibra, compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante utilizando diferentes metodologías (DPPH, FRAP y ORAC). Esto permitirá obtener una caracterización más completa de la materia prima y fortalecer su potencial como ingrediente funcional para el desarrollo de alimentos.
- Se recomienda evaluar el comportamiento de la curva de congelación bajo diferentes condiciones de temperatura y velocidad de congelación, así como realizar estudios de estabilidad durante el almacenamiento congelado. Además, es importante relacionar la cinética de congelación con parámetros como el tamaño de los cristales de hielo, el porcentaje de derretimiento (meltdown), el overrun y la textura, con el fin de optimizar el proceso de elaboración y garantizar la calidad del producto durante su vida útil.
- Se recomienda evaluar estrategias tecnológicas que permitan incrementar la retención de compuestos antioxidantes durante el procesamiento del helado, tales como la optimización de las condiciones de mezclado y congelación, el empleo de estabilizantes con menor interacción sobre los polifenoles o la incorporación de tecnologías de microencapsulación de compuestos bioactivos.

BIBLIOGRAFÍA

Albarracin, O. (2025). Aprovechamiento de piña (Ananas Comosus. l.) y tuna (Opuntia Ficus Indicas) en la elaboración de un helado de bajo poder calórico con sustitución de grasa láctea. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16150

Aldana, M., & et al. (2023). Influence of temperature and pH during cacao mucilage exudate concentration on cacao syrup composition. *International Journal of Food Science and Technology, 58*(12). doi:https://doi.org/10.1111/ijfs.16677

Aldas Morejón, J. P., & Revilla Escobar, K. Y. (2020). Estudio del proceso fermentativo del cacao nacional (Theobroma cacao) considerando distintos tipos y su incidencia en las características físico-químicas y sensoriales. Obtenido de https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6b7e5f82-bf39-4098-bdc2-ff3f8846385a/content

Brito Pillco, A. F. (2021). Propuesta de elaboración de helados cremosos artesanales con base en sustitutos lácteos y estabilizantes de origen vegetal. Obtenido de https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/382433bf-4f3c-46ee-af85-cdd1863f40a9

Chango, M., & et al. (2025). El Cacao Ceremonial y sus Beneficios en la recuperación del bienestar del ser humano desde la cosmovivencia andina. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 9*(2). doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17053

Chipantiza-Masabanda, J., & et al. (2024). Evaluación de dos fungicidas para el control de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en cultivo de cacao. *Ingenium et Potentia. Revista Electrónica Multidisciplinaria de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura, 6*(11). doi:https://doi.org/10.35381/i.p.v6i11.4072

Coyago, E., & et al. (2025). Bioactive compounds, antioxidant, and antimicrobial activity of seeds and mucilage of non-traditional cocoas. *Antioxidants, 14*(3). doi:https://doi.org/10.3390/antiox14030299

Engracia, J. (2025). Importancia del manejo sustentable en fincas cacaoteras. Obtenido de https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/267a010f-1408-40af-9c96-d1bf26c638c2/content

Flores, M. (2024). Caracterización de bebida con mucílago de cacao *(Theobroma cacao L)* y guayaba *(Psidium guajava)*. Obtenido de https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/74dd0e86-d5f0-4b74-827f-2564019a0357/content?utm_source=chatgpt.com

Freire, D., & et al. (2025). Composition, microstructure, rheology, and meltdown behavior of commercial nondairy frozen desserts. *Journal of Food Science, 90*(1). doi:https://doi.org/10.1111/1750-3841.17633

García, G. (2021). Analisis sensorial en bebidas y alimentos. *Tecnologia de alimentos*. Obtenido de https://thefoodtech.com/tecnologia-de-los-alimentos/esto-es-lo-que-el-analisis-sensorial-puede-hacer-con-alimentos-y-bebidas/

Grau Meló, R., & Verdú-Amat, S. (2026). *Estudio de la curva de congelación de un alimento líquido modelo. Efecto de su composición.* Obtenido de https://riunet.upv.es/handle/10251/236705

Guzmán-Armenteros, T., & et al. (2025). Ecuadorian cacao mucilage as a novel culture medium ingredient: unveiling its potential for microbial growth and biotechnological applications. *Foods, 14*(2). doi:https://doi.org/10.3390/foods14020261

Laqui-Vilca, C., & et al. (2025). Propiedades físicas, nutricionales y sensoriales del helado de leche a partir de una mezcla óptima de leche entera, suero de leche y leche de quinua. *Revista Científica Internacional, 12*(1). doi:https://doi.org/10.69639/arandu.v12i1.541

León Ordoñez, S. A. (7 de marzo de 2014). Determinación de la entomofauna benéfica en el cultivo de cacao *(Theobroma cacao)* en la varidad CCN- 51 en la (CUM) de la Universidad Agraria del Ecuador, en la zona de Milagro, Guayas. Obtenido de repositorio.ucsg: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LEON%20ORDO%C3%91EZ%20STALIN%20ALFONSO.pdf?utm_source=chatgpt.com

Llerena, W., & et al . (2023). Profile of bioactive components of cocoa (Theobroma cacao L.) by-products from Ecuador and evaluation of their antioxidant activity. *Foods, 12*(13). doi:https://doi.org/10.3390/foods12132583

López, C., & Cabrera, F. (2021). Elaboración y comercialización de helados de crema a partir de dos frutos de la zona andina: babaco y tomate de árbol. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20613

Lozano, E., & et al. (2022). Effects of yam (Dioscorea rotundata) mucilage on the physical, rheological and stability characteristics of ice cream. *Advanced Polymer in Food Industry, 14*(15). doi:https://doi.org/10.3390/polym14153142

Macías Pettao, R., & et al. (2023). Comparación de producción de seis variedades de cacao (Theobroma cacao) en el centro experimental Sacha Wiwa. *Revista Ciencia Latina*. Obtenido de https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/6804/10344

Marshall, R. T., Goff, D., & Hartel, R. (2022). Ice Cream. (7, Ed.) Obtenido de https://ubblab.weebly.com/uploads/4/7/4/6/47469791/ice_cream,_7th_ed.pdf

Mata, F. (2020). Helado de zanahoria *(Daucus carota)* en base láctea enriquecido con extracto de alfalfa *(Medicago sativa)* como fuente de hierro. Obtenido de https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MATA%20LUNA%20FERNANDO%20NORBERTO%202_compressed.pdf

NTE INEN-ISO 6658. (2014). Análisis sensorial de alimentos. Metodología. Guía General. (ISO 6658:2005, IDT). Obtenido de https://es.scribd.com/document/626577824/nte-inen-iso-6658

Paulazzo, M. G. (2022). Desarrollo de tecnologías para la producción de helados de crema mejorados nutricionalmente. Obtenido de https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/handle/11185/7179

Pérez Tamayo, M. d., & et al. (2023). Elaboración de un helado bajo en grasa con lactulosa adicionada y obtenida a partir de electro-activación in situ de

lactosa proveniente de permeado de suero lácteo". Obtenido de https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/9866

Pino, K. (2024). Efectos de los factores climáticos en materiales de siembra de piña (Ananas comosus). Obtenido de https://dspace.utb.edu.ec/items/31f786c4-1d7a-470a-899b-d5b2039e9813

Piracoca Robles, M. J. (2022). Caracterización del mucílago de cacao (Theobroma Cacao L., clon TSH 565) como fuente de pectina y azúcares para el aprovechamiento en la industria de alimentos. Obtenido de https://repositorio.unal.edu.co/items/1f791405-978d-4d24-8061-15f999782d1d

Ramírez Navas, J. S. (11 de septiembre de 2015). Parámetro de calidad en helados/Quality Parameters of Ice Cream . *ReCiTeIA*, 84-91. Obtenido de https://repositorio.usc.edu.co/server/api/core/bitstreams/db6f42b4-9c66-4aa9-a693-fee25c12a46d/content

Ramírez-Navas, J., & et al. (2015). Parametros de calidad en helados. *Reciteia Revista: Revisiones de la ciencia, tecnología e ingeniería de los alimentos*. Obtenido de https://repositorio.usc.edu.co/handle/20.500.12421/559

Reyes Ullon, B. P. (2020). Contenido de vitamina C, polifenoles y flavonoides totales presentes en el mucílago de cacao *(Theobroma cacao L.) variedad CCN-51 y nacional.* Obtenido de https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/02f8c8c9-77f6-4f5a-935d-0310c1f09811/content

Ricaurte, P., & Villa, K. (2023). Elaboración de helados con el aprovechamiento de lactosuero y mortiño *(Vaccinium meridionale).* Obtenido de http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10461

Rodríguez-Castro, R., & et al. (2024). Cocoa mucilage as a novel ingredient in innovative kombucha fermentation. *Foods, 13*(11). doi:https://doi.org/10.3390/foods13111636

Saldaña, P., & et al. (2023). Alimentos funcionales como alternativa para incrementar la ingesta de fibra dietética y proantocianidinas. Posibles efectos sobre la microbiota intestinal. *Journal of Negative and No Positive Results, 5*(12). doi:https://dx.doi.org/10.19230/jonnpr.3990

Sánchez, D., & et al. (2019). Respuesta agronómica de mucilago de cacao (Theobroma cacao L.) en cultivo de maíz (Zea mays L.). *Ciencia en Desarrollo, 10*(2). doi:https://doi.org/10.19053/01217488.v10.n2.2019.7958

Sarabia, D., & et al. (2025). Uso de mucílago de cacao (Theobroma cacaoL.) para la elaboración de bebidas fermentadas y no fermentadas: Una revisión sistemática. *Agroindustrial Science, 15*(3). doi:https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2025.03.18

Shadordizadeh, T., & et al. (2023). Application of encapsulated Indigofera tinctoria extract as a natural antioxidant and colorant in ice cream. *Food Science & Nutrition, 11*(4). doi:https://doi.org/10.1002/fsn3.3228

Umaña, E. (2020). Conservación de alimentos por frío. Obtenido de https://fusades.org/publicaciones/conservacion_alimentos_frio.pdf

Villamil, R., & et al. (2020). Desarrollo de productos lácteos funcionales y sus implicaciones en la salud: Una revisión de la literatura. *Revista Chilena de*

Nutrición, 47(6). doi:http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000601018

Villavicencio Carrera, D. I. (7 de marzo de 2018). Desarrollo de helado mantecado a partir de mucílago de cacao (Theobroma cacao L. - CCN-51). Obtenido de repositorio.ucsg: http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10192/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-31.pdf

Virgen-Carrillo, C. A., & Mojica, L. (2024). Revisión histórica y conceptual de los alimentos funcionales: antecedentes, perspectivas y desafíos. *Journal of Behavior and Feeding , 4*(7). doi:https://doi.org/10.32870/jbf.v4i7.48.

Wu, B., & et al. (2025). The science of ice cream meltdown and structural collapse: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. doi:https://doi.org/10.1111/1541-4337.70226

Yépez Daquilema, J. D. (2021). Inclusión de harina de cáscara de cacao (Theobroma cacao L) en la dieta, sobre los parámetros productivos y de la calidad de la carne (*Oreochromis Spp*). Obtenido de https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/73d04808-4416-48f1-9424-7ff6f4d601b3/content

ANEXOS

Anexo 1

Mapa de ubicación de la investigación





Anexo 2

Resultados de los análisis

Resultados Actividad Antioxidante

UEB UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR — DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Código	IR-AA
		Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2026
		Pagina	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS Nº 585

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante	Sandra García - Vanessa Pilatasig
Muestras	Helado a base de mucílago de cacao
Código asignado UEB	INV 904, INV 905
Estado de la muestra	Sólido congelado
Envase de recepción	Envase de plástico con 1000 g aprox. de contenido de muestra
Análisis requerido(s)	Actividad Antioxidante
Fecha de recepción	12 de mayo de 2026
Fecha de análisis	13 y 14 de mayo de 2026
Fecha de informe	18 de mayo de 2026
Técnico (s) asignado	MFQM

RESULTADOS OBTENIDOS

Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 904	Mucílago de cacao	Actividad antioxidante	ABTS (Acido 2,2´-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina) -6- sulfónico)	µmol ET/ g muestra	14,34 ± 0,29
INV 905	Helado a base de mucílago de cacao				6,85 ± 0,28

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
MARIA FERNANDA QUINTEROS MENESES

Ing. María Fernanda Quinteros
TÉCNICA DE LABORATORIO DIVIUEB
ELABORADO

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
ISIDRO FAVIAN BAYAS MOREJON

Ing. Favian Bayas PhD.
DIRECTOR DIVIUEB
REVISADO

Resultados Análisis físico químicos

UEB UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR — DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Código	IR-AA
		Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2026
		Pagina	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS Nº 502

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante	Sandra García – Vanessa Pilatasig
Muestra	Mucílago de cacao
Código asignado UEB	INV 904
Estado de la muestra	Viscoso
Envase de recepción	Botella de plástico
Análisis requerido(s)	ºBrix, pH, acidez, viscosidad
Fecha de recepción	18 de mayo de 2026
Fecha de análisis	18 al 19 de mayo de 2026
Fecha de informe	20 de mayo de 2026
Técnico (s) asignado	MPWF

RESULTADOS OBTENIDOS

Código	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV 445	Mucílago de cacao	pH	….....	NTE INEN 389	3.4
		ºBrix	….....	NTE INEN 380	21
		Acidez	% ácido cítrico	NTE INEN 750	1.70
		Viscosidad	Cp	Equipo Brookflied	258.4

Análisis realizado en base a tres réplicas

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
ISIDRO FAVIAN BAYAS MOREJON

Ing. Favián Bayas, PhD.
Director DIVIUEB

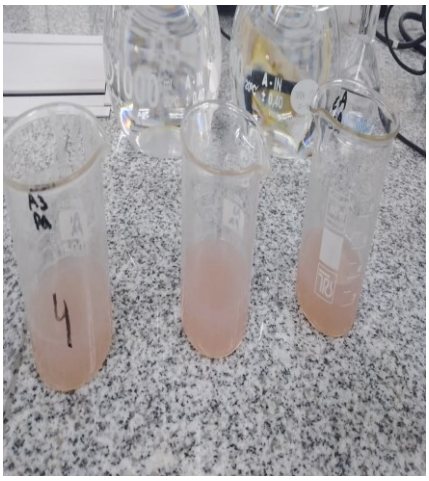
Anexo 3

Anexo fotográfico

Análisis físico químicos de la materia prima



Preparación de muestra



Análisis de acidez



Análisis de viscosidad



Análisis de pH

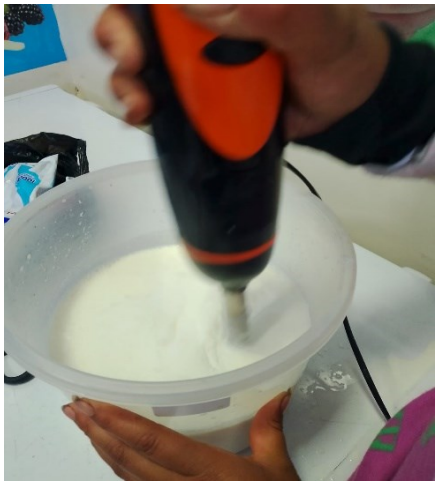
Proceso de elaboración del helado



Obtención del mucílago



Pasteurización del mucílago

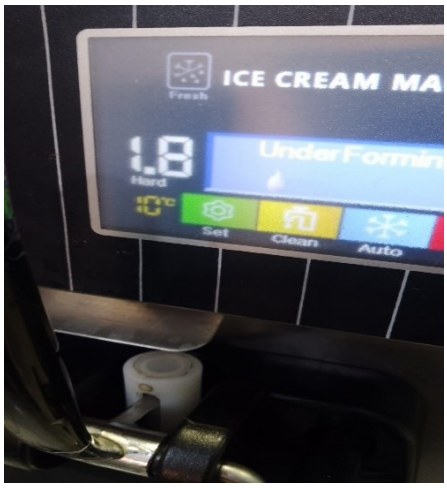


Homogenización de los ingredientes



Congelación del helado

Análisis del producto terminado



Toma de datos de la temperatura



Producto final



Preparación de muestras



Análisis de la actividad antioxidante





Análisis sensorial

Formato de la evaluación sensorial

UNIVERCIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

CARRERA DE AGROINDUSTRIAS

EVALUACION SENSORIAL DE UN HELADO FUNCIONAL A BASE DE MUCILAGO DE CACAO.

Nombre. **Fecha**

Instrucciones: Frente a usted se presentan dos muestras con diferentes códigos del helado funcional **"Por favor observe y pruebe cada uno de ellas y de su punto de calificación" .** Marque con una X en el casillero que usted considere acerca de la muestra.

Características	Alternativas	Muestras	
		M1	M2
Color	1.Blanco crema		
	2.Beige claro		
	3.Beige medio		
	4.Cafe claro		
	5.Cafe medio		
Olor	1.Muy desagradable		
	2.Desagradable		
	3.Ni agrada ni desagrada		
	4.Agradable		
	5.Muy agradable		
Sabor	1.Muy desagradable		
	2.Desagradable		
	3. Ni agrada ni desagrada		
	4.Agradable		
	5.Muy agradable		
Textura	1.Muy cremosa (suave)		
	2.Cremosa		
	3.Legeramente granulosa		
	4.Granulosa		
	5.Muy arenosa o pastosa		
Aceptabilidad	1.Muy desagradable		
	2.Desagradable		
	3. Ni agrada ni desagrada		
	4.Agradable		
	5.Muy agradable		

Observaciones

Anexo 4

Glosario de términos

Actividad antioxidante: capacidad de ciertos compuestos para neutralizar radicales libres y prevenir el daño celular.

ABTS: Compuesto químico que se utiliza para medir la capacidad antioxidante de sustancias y para observar la cinética de reacciones enzimáticas.

(°Brix): Medida que indica la cantidad de azúcares solubles presentes en una solución.

Calor latente: energía liberada o absorbida durante un cambio de estado, como la congelación sin variar la temperatura.

Curva de congelación: Representación gráfica de la temperatura en función del tiempo durante el proceso de congelación de un alimento.

Depresión crioscópica: Descenso del punto de congelación de un líquido debido a la presencia de solutos.

Emulsión: Mezcla de dos líquidos inmiscibles, como grasa y agua, estabilizada en el agua.

Estabilizante: Sustancia que mejora la textura y evita la formación de cristales grandes de hielo en el helado.

Fibra dietaría: Componente de los alimentos de origen vegetal que favorece la digestión.

Flavonoides: Compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes presentes en el cacao.

Helado funcional: Producto alimenticio que además de nutrir, aporta beneficios adicionales a la salud.

Homogeneización: Proceso que reduce el tamaño de particulas para obtener una mezcla uniforme

Overrun: Cantidad de aire incorporado en el helado durante se elaboración, expresado en porcentaje.