UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE ALIMENTOS

Efecto de la inclusión de harina de brócoli *(Brassica oleracea var. Italica)* y pulpa de plátano *(Mussa acuminata)* en el desarrollo de un helado batido.

Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: María Salomé Navas Nieto

Tutor: Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

Ambato - Ecuador

Julio - 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

CERTIFICA:

Que el presente Informe Final del Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 17 junio de 2025.



Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

1803124294

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, María Salomé Navas Nieto, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



María Salomé Navas Nieto

1804304804

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final del Trabajo de Titulación o parte de él un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final del Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



María Salomé Navas Nieto

1804304804

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Firmado electrónicamente por:
LILIANA PATRICIA ACURIO ARCOS
Validar únicamente con FirmaEC

Presidente del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
MANOELLA ALEJANDRA SANCHEZ GARNICA
Validar únicamente con FirmaEC

Mg. Manoella Alejandra Sánchez Garnica

C.C: 0604079871

Firmado electrónicamente por:
GABRIELA ELENA VIZUETE FIALLOS
Validar únicamente con FirmaEC

Mg. Gabriela Elena Vizuete Fiallos

C.C: 1715956213

Ambato, 4 Julio de 2025.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico principalmente a mis padres que fueron los pilares fundamentales en esta etapa académica. A mi madre por su amor incondicional y sus palabras que me motivaban a seguir adelante en los momentos más difíciles. A mi padre y abuelito Hugo por sus enseñanzas, perseverancia y su ejemplo de dedicación que me inspiraron a trabajar y nunca rendirme.

A mis hermanas por creer en mí y ser el ejemplo que me inspiraba día a día, por su confianza en mis capacidades me ha dado la fuerza para seguir adelante y superar obstáculos.

A mi compañero de vida por brindarme paz y ser un refugio emocional en los momentos estresantes, su amor y comprensión me ha dado la estabilidad y la confianza para alcanzar todas mis metas.

A Mis amigas que a pesar de mi carácter siempre me demostraron lo importante que era para ellas.

Gracias a todos por ser parte de este logro. Sin su apoyo y amor, no habría sido posible alcanzar este objetivo. Este logro es tan mío como de ustedes, y espero que se sientan orgullosos de mí como yo me siento de ustedes.

Salomé Navas

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a Dios, por haberme concedido salud, sabiduría y fortaleza en cada etapa de mi vida universitaria, a la Virgencita por bendecirme en cada logro deportivo y académico.

A mis padres, por su guía, por inculcarme valores que han forjado mi carácter y por confiar siempre en mis capacidades. Su amor ha sido la base fundamental para conseguir este logro.

A mis hermanas, quienes con su apoyo, cariño y confianza han sido un motor de motivación constante. A Sara Navas, por ser una hermana de vida, gracias por tus consejos, tu compañía y tu forma incondicional de estar presente.

A mis amigas de siempre ya quienes la vida me regaló en este trayecto: gracias por su compañía, por los momentos compartidos, por las risas y también por los silencios llenos de comprensión.

A ese grupito de tres personas que encontré en la universidad, que sin duda alguna me ayudaron a no rendirme en la carrera, a escucharme cuando no me hallaba, a enseñarme que la vida no es perfecta, ni lineal. Siempre estarán en mi corazoncito.

Agradezco también a mi tutor, Ing. Diego Salazar, por su orientación, paciencia y compromiso durante el desarrollo de este trabajo. Una persona clave para culminar con éxito esta etapa.

Finalmente, extiendo mi agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato **y** a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional en un campo que me apasiona y del cual me siento orgullosa.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR ..... **II**

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ..... **III**

DERECHOS DE AUTOR ..... **IV**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO ..... **V**

DEDICATORIA ..... **VI**

AGRADECIMIENTO ..... **VII**

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS ..... **VIII**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **X**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **XI**

ÍNDICE DE ANEXOS ..... **XII**

RESUMEN EJECUTIVO ..... **XIII**

ABSTRACT ..... **XIV**

CAPÍTULO I **1**

MARCO TEÓRICO **1**

1.1. Antecedentes Investigativos 1

1.2 Tendencia de consumo 2

1.2.1 Brócoli 3

1.2.2. Plátano no comercial (plátano de rechazo). 4

1.3. Objetivos 6

1.3.1. Objetivo general 6

1.3.2. Objetivos específicos 6

CAPÍTULO II **6**

MATERIALES Y METODOS **6**

2.1. Materia prima y producción de harinas 6

2.2 Elaboración de helados batidos 7

2.3 Composición Proximal 7

2.4 Valor energético 8

2.5 Propiedades Fisicoquímicas 8
pH y Acidez 8
Color 8
Actividad de agua (a_w) 8
2.6. Textura 9
2.7. Densidad 9
2.8 Overrun del helado final 9
2.9 Resistencia al derretimiento 9
2.10 Evaluación de la calidad sensorial del helado batido 10
2.11 Evaluación de la estabilidad de pH, acidez y color durante 30 días de almacenamiento 10
CAPÍTULO III 11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 11
3.1 Análisis preliminares 11
Concentraciones adecuadas de la harina de brócoli y pulpa de plátano 11
3.2 Composición proximal 11
3.3 TEXTURA 15
3.4. Densidad 16
3.5. Overrun 16
3.6. Resistencia al derretimiento 17
3.7 Calidad sensorial del helado batido. 17
3.8 Estabilidad del helado durante el almacenamiento a temperatura de congelación. 20
pH y acidez 20
Estabilidad del color 22
CAPITULO IV 24
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 24
4.1. Conclusiones 24
BIBLIOGRAFÍA 25
ANEXOS 34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formulaciones del helado batido con la inclusión de harina de brócoli y harina de pulpa de plátano..... 11
Tabla 2. Composición proximal del helado batido a base de harina de brócoli y harina de pulpa de plátano..... 13
Tabla 3. Parámetros de la textura del helado batido. 16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Brócoli (Brassica oleracea var. Italica)..... 4
Figura 2. Plátano verde (Mussa acuminata)..... 5
Figura 3. Aspecto visual de las diferentes muestras del helado batido. Control (base del helado), F1 (2.5% harina de brócoli y 3% harina de pulpa de plátano) y F2 (1.25% harina de brócoli y 1.50% harina de pulpa de plátano)..... 14
Figura 4. Evaluación del índice de aceptabilidad del helado batido a base de harina de brócoli y harina de pulpa de plátano. Control (base del helado), F1 (2.5% harina de brócoli y 3% harina de pulpa de plátano) y F2 (1.25% harina de brócoli y 1.50% harina de pulpa de plátano). 20
Figura 5. Evaluación del pH y acidez del helado batido a base de harina de brócoli y harina de pulpa de plátano en función de los 30 días de almacenamiento. Los valores representan las mediciones por triplicado y la desviación estándar. Las diferencias significativas están representadas por los superíndices a, b, c. Control (base del helado), F1 (2.5% harina de brócoli y 3% harina de pulpa de plátano) y F2 (1.25% harina de brócoli y 1.50% harina de pulpa de plátano)..... 22
Figura 6. Evolución del color de los diferentes tratamientos de helado batido en función del tiempo de almacenamiento. Los valores representan las mediciones por triplicado y la desviación estándar. Las diferencias significativas están representadas por los superíndices a, b, c. Control (base del helado), F1 (2.5% harina de brócoli y 3% harina de pulpa de plátano) y F2 (1.25% harina de brócoli y 1.50% harina de pulpa de plátano)..... 24

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de las harinas. 34
Anexo 2. Elaboración del helado batido 35
Anexo 3. Análisis del pH 36
Anexo 4. Análisis del overrun 36
Anexo 5. Cálculo de la acidez titulable. 36
Anexo 6. Análisis de la humedad. 37
Anexo 7. Análisis de textura (texturómetro) 37
Anexo 8. Determinación de cenizas 37
Anexo 9. Evaluación sensorial 38
Anexo 10. Resultados LACONAL del producto final. 38

RESUMEN EJECUTIVO

Las industrias de alimentos enfrentan grandes desafíos en cuanto al desarrollo de alimentos funcionales, ya que los consumidores buscan alimentos con efectos beneficiosos para su salud. En esta investigación se analizó el efecto de la inclusión de la harina de brócoli y harina de pulpa de plátano para el desarrollo de un helado batido con el fin de mejorar su valor nutricional sin comprometer los atributos sensoriales. Se desarrollaron dos formulaciones que contenían una combinación de harina de brócoli y pulpa de plátano, el tratamiento F1 con el 2,5 por ciento de harina de brócoli y 3 por ciento de harina de plátano, el tratamiento F2 con 1,25 por ciento de haría de brócoli y 1,50 por ciento de pulpa de plátano, se desarrolló una muestra control en la que no se adiciono ningún tipo de harina. Los resultados mostraron que los parámetros fisicoquímicos de las muestras que contienen harinas vegetales presentan un impacto significativo en el producto final. A su vez se estudió factores técnicos como el punto de derretimiento, densidad y overrun, los resultados permitieron establecer que, a mayor concentración de las harinas, mayor será el contenido de sólidos totales. En cuanto el análisis sensorial, el tratamiento F2 presentó una alta aceptación, en los atributos de color, olor, apariencia, sabor y textura. La inclusión de harinas influye de forma positiva y se podría considerar una alternativa favorable para la elaboración de productos lácteos congelados.

Palabras claves: Cultivos andinos; Harinas no convencionales; Brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*); Pulpa de plátano (*Mussa acuminata*); Productos lácteos

ABSTRACT

The food industry faces major challenges in developing functional foods, as consumers seek foods with health benefits. This research analyzed the effect of including broccoli flour and banana pulp flour in the development of a blended ice cream in order to improve its nutritional value without compromising its sensory attributes. Two formulations were developed containing a combination of broccoli flour and banana pulp: treatment F1 with 2.5 percent broccoli flour and 3 percent banana flour, and treatment F2 with 1.25 percent broccoli flour and 1.50 percent banana pulp. and a control sample was developed in which no flour was added. The results showed that the physicochemical parameters of the samples containing vegetable flours have a significant impact on the final product. Technical factors such as melting point, density, and overrun were also studied, and the results established that the higher the concentration of flours, the higher the total solids content. In terms of sensory analysis, treatment F2 was highly accepted in terms of color, smell, appearance, taste, and texture. The inclusion of flours has a positive influence and could be considered a favorable alternative for the production of frozen dairy products.

Keywords: Andean crops; Unconventional flours; Broccoli (*Brassica oleracea var. Italica*); Banana pulp (*Mussa acuminata*); Dairy products

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1.Antecedentes Investigativos

La demanda de alimentos nutritivos ha incrementado significativamente en las últimas décadas (Day, Cakebread et al., 2022), lo que ha impulsado a las industrias alimenticias a elaborar alimentos a base de productos no convencionales como harina de vegetales, tubérculos, frutas e incluso cereales, el uso de este tipo de materias primas ha generado un impacto positivo en las necesidades del consumidor (Afzaal, Khan et al., 2020).

Un desafío que presenta toda industria heladera es que los productos se lleguen a cristalizar, debido a que el tamaño de estos cristales de hielo afecta a las características sensoriales, para evitar estos inconvenientes se requiere una buena maduración y una rápida congelación. El helado batido se elabora a base de ingredientes lácteos y no lácteos, sujetas a procesos de mezclado, pasteurización, maduración, homogenización, batido y congelación (López Íñiguez y Cabrera Chungata, 2021). Una de las principales etapas es el batido, ya que permite la incorporación de aire al producto final para tener una textura cremosa y homogénea. El helado se considera uno de los ejemplos más claros de lo que significa la emulsión, es decir, conseguir una mezcla uniforme entre una fase acuosa, donde generalmente es el agua uno de los componentes de la leche, con una fase grasa que son los glóbulos grasos (lípidos) (Pimentel, de Oliveira et al., 2022).

La selección de la materia prima es un elemento crítico para asegurar la calidad del helado, entre los principales ingredientes se encuentran los derivados lácteos, azúcar y estabilizantes (Afzaal, Saeed et al., 2019), sin embargo el uso de otro tipo de materias primas podría afectar la cristalización del helado. En este sentido el uso de harinas no convencionales podría ser una alternativa viable para mejorar la calidad nutricional del helado si afectar las propiedades tecnológicas que permiten que se forme una emulsión estable.

Entre las distintas clases de harinas que se podría utilizar son las que se obtienen de distintos cereales, legumbres, tubérculos y verduras cuyas características podrían mejorar el valor nutricional del helado, y dadas sus características tecnológicas como

la capacidad de absorción de agua, poder de hinchamiento, entre otros, podrían generar resultados positivos en un producto como el helado donde la capacidad de formación de una espuma es vital (Umaña, Álvarez et al., 2013).

Existen varios estudios e investigaciones que tratan sobre la producción de alimentos funcionales a base de harina de vegetales, tubérculos, frutas e incluso cereales (harinas no convencionales). Nasr (2021), evaluó el comportamiento de la harina de plátano en distintas concentraciones (1% y 2%) en un helado batido, los resultados mostraron que la harina aportó fibra soluble e insoluble en el producto final, y el comportamiento de la humedad y acidez fueron las adecuadas (Abdel-Haleem y Awad, 2015). Otro estudio realizado por Lučan Čolić, Jukić et al. (2024), reportaron que el uso de harina de cáñamo en la elaboración de un helado mostró características reológicas, sensoriales y fisicoquímicas aceptables. Los resultados destacan que la harina de cáñamo puede sustituir por completo la leche en polvo, mejorando la tixotropía y las características reológicas del helado.

Finalmente, el estudio de Moises (2023) sobre la elaboración de un helado a base de banano rojo y harina de chocho presentó 10.48 gramos de proteína más que un helado comercial. Este tipo de helado se caracteriza por denominarse producto no lácteo.

1.2 Tendencia de consumo

En la actualidad los consumidores buscan alimentos que les aporten nutrientes y que contribuyan a su bienestar, en este sentido, la dieta se basa en productos ricos en antioxidantes, fibra, vitaminas y minerales (Alvídrez-Morales, González-Martínez et al., 2002). Estos requerimientos han generado en las industrias de alimentos la necesidad de innovar y desarrollar alimentos con mejor valor nutricional, disminuyendo el contenido de grasas, azúcares, aditivos, contribuyendo a la sociedad productos más naturales (Awuchi, Twinomuhwezi et al., 2020). El helado se considera el postre más consumido por niños y adolescentes, es un alimento en la que una mezcla homogénea y pasteurizada pasa por un proceso de congelación. Sin embargo, actualmente su comercialización ha disminuido por su alto porcentaje en azúcar, grasa, colorantes, saborizantes y componentes que a lo largo del tiempo pueden ser causantes de enfermedades cardiovasculares, obesidad, entre otras (Chaves Guerrero, 2022).

1.2.1 Brócoli

El brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*), es una planta herbácea, pertenece a la familia *Brassicaceae*, es un vegetal originario de la región Mediterránea (Figura 1). Este cultivo se destaca por su capacidad de adaptarse a condiciones climáticas templadas y subtropicales, que lo posicionan como un producto de interés global. Su composición nutricional incluye un alto contenido de agua, fibra, proteínas, vitaminas y minerales esenciales, además de compuestos bioactivos, los cuales han sido asociados con la prevención de enfermedades crónicas, incluidas las cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer, tendiendo que su producción y consumo sea exponencial (Duque y Murillo, 2021). Este tipo de planta según Fahey et al. (1997), presenta dos variantes, brócoli calabrés, se caracteriza por su color atractivo y es el más producido a nivel mundial y el brócoli romanesco, reconocido por su apariencia fractal. El brócoli es reconocido por su porcentaje calórico bajo, presenta tan solo 34 kcal/100 g (Rodríguez, Salazar et al., 2017). Por otro lado, es rico en minerales y vitaminas, especialmente, la vitamina C, vitamina K, folato, potasio y compuestos bioactivos como glucosinolatos y antioxidantes (Gudiño, Martín et al., 2022).

En Ecuador, el 98% del brócoli producido se destina a la exportación, principalmente a países como España, Francia, Italia, México y China, mientras que solo el 2% se consume a nivel local. Durante los últimos tres años, las exportaciones han aumentado tres veces más, sin embargo, los residuos que se generan no han sido aprovechados y se han convertido en un problema para las empresas productoras (Bisharat, Katsavou et al., 2015). De igual manera, el plátano se cultiva y se somete a una rigurosa selección para la exportación, el 80% de la producción de plátano se dirige a mercados de Europa, Estados Unidos y Rusia, eligiendo las frutas que cumplen con los estándares internacionales de calidad, tamaño, madurez y apariencia (Orozco, 2017). El 20% restante se destina al mercado interno. Los últimos estudios reflejaron que existe entre un 5% a 25% de productos que no cumplen con los requerimientos de exportación (Romero Granja y Wollni, 2018).

La harina de brócoli por otro lado se distingue por su contenido de compuestos como los glucosinolatos, que trabajan como agentes antioxidantes y antiinflamatorias (García, Solórzano et al., 2021). Su incorporación en alimentos como helados no solo contribuye a mejorar la textura y estabilidad del producto, sino que también incrementa

su valor nutricional, satisfaciendo la creciente demanda de opciones alimenticias saludables (Hei, Liu et al., 2024). El uso de harina de brócoli en alimentos congelados, específicamente helados, presenta desafíos técnicos relacionados con el manejo de la cristalización del agua y la interacción entre componentes. Su adición a matrices complejas puede cambiar parámetros claves como la formación de cristales de hielo, conocido como cristalización y que se presente interfases en el producto final, por lo que requiere un análisis detallado del comportamiento de los cristales de hielo en mezclas congeladas (Crizel, Araujo et al., 2014).



Figura 1. Brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*).

1.2.2. Plátano no comercial (plátano de rechazo).

Las regiones de sudeste de Asia y el Pacífico del Ecuador son los principales productores de banano (Quinzo Parra, 2025). Los principales grupos genómicos se identifica el Grupo AA, se caracterizan por ser los más pequeños y dulces, el Grupo AAA son un grupo de genomas grandes y de un color muy llamativo, por último, el Grupo AAAA es la mezcla entre el Grupo AA y el Grupo AAA (Diego Salazar, Mirari Arancibia et al., 2021). El plátano verde (Figura 2) presenta una composición nutricional muy interesante y agradable para el bienestar de las personas, aportando un total de 96 kcal por cada 100 gramos (Fernández Cruz, López Plaza et al., 2021).

Este fruto ocupa el quinto lugar entre los cultivos más exportados. Su relevancia no se limita a lo económico, sino que presenta importantes beneficios medicinales (Falowo, Ejidike et al., 2021). Por ejemplo, ayuda a mantener niveles adecuados de calcio, fósforo y nitrógeno en el organismo, contribuyendo a la formación de tejidos saludables (Aina, Anjuwon et al., 2019). Estudios han demostrado que el plátano verde puede ser consumido por pacientes con úlceras gástricas, ya que tiene la capacidad de neutralizar la acidez de los jugos gástricos del estómago reduciendo la irritación (Kumar, Bhowmik et al., 2012).

Por otro lado, la pulpa de plátano verde ha ganado popularidad en diversos productos alimenticios gracias a sus propiedades beneficiosas. Según Anchundia, Cunuhay et al. (2021), contiene almidón resistente, un compuesto que reduce el nivel del azúcar en la sangre, mejora la digestibilidad y disminuye el apetito. Este ingrediente se utiliza en la elaboración de productos como pastas, panes y confitería, obteniendo alimentos libres de gluten, lo que amplía sus aplicaciones en dietas específicas (Amini Khoozani, Birch et al., 2019).

La pulpa de plátano es rica en carbohidratos de rápida digestión, inulina y potasio un mineral muy importante en la dieta de las personas, lo que no sólo eleva su valor nutricional, sino que también mejora la cremosidad, la estabilidad y no afecta al overrun en el producto final (León Serrano, Arcaya Sisalima et al., 2020). La adición de este ingrediente puede servir como un estabilizante y endulzante natural, mejorando la funcionalidad del helado sin afectar su percepción sensorial. Además, la combinación de estos ingredientes puede crear un efecto sinérgico y mejorar el valor nutricional del helado (Genovese, Balivo et al., 2022).



Figura 2. Plátano verde (*Mussa acuminata*).

Esta investigación pretende no solo incentivar el consumo de brócoli como de plátano cultivado en el país, sino también aprovechar las zonas agrícolas para diversificar la producción nacional, buscando alternativas que permitan presentar productos de una manera más atractiva, especialmente para niños y adolescentes, quienes suelen rechazar las verduras por su textura y sabor.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del uso de harina de brócoli (*Brassica oleracea var. Itálica*) y pulpa de plátano (*Mussa acuminata*) en el desarrollo de un helado batido.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la composición proximal, propiedades fisicoquímicas y de textura de un helado batido con harina de brócoli y pulpa de plátano.
- Establecer la calidad sensorial de harina de brócoli y pulpa de plátano en el desarrollo de un helado batido.
- Evaluar la estabilidad del helado durante el almacenamiento a temperatura de congelación.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1.Materia prima y producción de harinas

Para el desarrollo de las formulaciones se utilizó ingredientes como la harina de brócoli y la pulpa de plátano, las cuales se complementaron con leche entera, azúcar, agentes estabilizantes y otros aditivos esenciales para la fabricación de helados (Nik Hassan, Ahmad et al., 2021).

El brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) fue adquirido directamente de las provincias de Pichincha y Tungurahua. Para obtener las harinas se empleó la metodología descrita por D. Salazar, M. Arancibia et al. (2021), el brócoli fue sometido a un proceso de limpieza con agua y cepillado hasta eliminar todas las impurezas que se encuentran en la superficie. Se realizaron cortes de~3 mm, se colocaron en bandejas y se secaron a 60°C durante 8 horas en un horno secador convectivo (Gander MTN, Saint Paul, MN, EE. UU). Finalmente, las rodajas secas se procedieron a moler en un molino para granos (Inox, Riobamba, Ecuador). La molienda se realizó mediante el proceso de trituración hasta obtener un polvo fino. Todas las muestras fueron empacadas herméticamente y almacenadas a temperatura ambiente hasta su posterior análisis. Las harinas de plátano comercial fueron facilitadas por el proyecto de investigación

interinstitucional Universidad Técnica de Ambato-Universidad Politécnica de Valencia, resolución Nro. UTA-CONIN-2022-0269-R.UTA-UPV.

2.2 Elaboración de helados batidos

Para la preparación del helado, se elaboró la base láctea, constituida con leche cruda desde un 3 al 4.5% de grasa, azúcares 13% como mínimo, de los que al menos el 50% corresponden a sacarosa, un mínimo de 2.2% de grasa de leche, un mínimo de 1.6% de proteína láctea, un mínimo de 23% de extracto seco total, por último, espesantes, estabilizantes y emulsionantes en total 1% como máximo (Duran Mucha, 2022).

El helado se elaboró con base a un procedimiento estándar, se calentó la leche y crema a 50 °C, incorporando azúcar, harinas de brócoli y plátano, estabilizante y emulsionante, y mezclando constantemente para obtener una mezcla homogénea. La mezcla fue pasteurizada a 85 °C por 25 segundos y enfriada a 4 °C, posteriormente se maduró durante 24 horas para mejorar su estabilidad. Finalmente se batió y congeló para obtener una textura cremosa, y se almacenó a -18 °C para su posterior análisis.

2.3 Composición Proximal

Los parámetros de humedad, proteínas, grasa, cenizas, se evaluaron en concordancia a lo descrito en las normas oficiales AOAC 19 927,05, AOAC 923,03, AOAC 2001,11 y AOAC 2033,06. El contenido de carbohidratos se estimó por la diferencia entre los componentes principales. El contenido de proteína se calculó en función del nitrógeno obtenido y se utilizó el factor 6,25. La determinación del contenido de fibra se realizó mediante el método enzimático-gravimétrico (AOAC 985,29) (PRT-701,03-019, 2011) (AOAC, 2005). Cada determinación se la realizó por triplicado y los resultados se expresaron en porcentaje. La determinación de cenizas se aplicó el método que establece la normativa (INEN-786, 1985) y su cálculo se realizó en base a la siguiente ecuación:

$$\%\, de\ cenizas = \frac{(m_2 - m)}{m_1 - m} * 100$$

(Ecuación 1)

Donde:

m: masa del crisol vacío

m1: masa del crisol con la muestra antes de la incineración

m2: masa del crisol con las cenizas

2.4 Valor energético

La incorporación de harina de brócoli y pulpa de plátano modificó la composición nutricional del helado batido. Para determinar el valor energético del producto final se basó en el estudio de Galchenko, Sidorova et al. (2021),el cual propuso que la energía es la suma de carbohidratos (x4 kcal/g), proteína (x4 kcal/g), grasa (x9 kcal/g), alcohol (x7 kcal/g) y fibra (x2 kcal/g), considerando dichos aportes del sistema Atwater.

2.5 Propiedades Fisicoquímicas

pH y Acidez

Se cuantificó el potencial de hidrógeno (pH) mediante un potenciómetro (HANNA HI 9126, Rhode Island, RI, EE.UU.) siguiendo la metodología descrita por Vargas-Hoyos y González-Horta (2014).

La acidez se determinó mediante la metodología descrita en la norma AOAC 981.12 (AOAC, 2005). Se realizo previamente una dilución con 9ml de agua destilada y 1ml de helado, la valoración ácido-base se determinó con una solución estándar de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N y fenolftaleína como indicador, los resultados se expresaron en porcentaje de ácido láctico. Las mediciones se realizaron por triplicado.

Color

El color de las muestras se evaluó en un colorímetro Lovibond LC 100 & SV 100 que fue calibrado con un iluminador D65 y un observador estándar D10. Este equipo determinó los parámetros en el espacio de color CIE Lab, un sistema de coordenadas tridimensional que describe la percepción del color humano. Se cuantificaron valores de luminosidad (L*), rojo-verde (a*) y amarillo-azul (b*). Las mediciones se realizaron en al menos 10 lugares diferentes.

Actividad de agua (a_w)

La actividad de agua, una medida de la disponibilidad de agua libre en un producto. Se determinó mediante un medidor de actividad acuosa Aqualab 4TE, se tomó una porción de helado derretido y se colocó en la cápsula, finalmente se corrió el programa.

Las mediciones fueron realizadas por triplicado para garantizar la precisión y confiabilidad de las mediciones (Pauco, Carandang et al., 2023).

2.6. Textura

El análisis del perfil de textura se evaluó mediante el texturómetro PRO CT3 BROOKFIELD, EE. UU, se evaluaron parámetros de dureza, cohesividad, adhesividad, elasticidad, y masticabilidad. La medición se realizó con la sonda TA10 a una velocidad de 2.0 mm/seg, el procedimiento se realizó con base a lo descrito por Chacón-Villalobos, Pineda-Castro et al. (2016).

2.7. Densidad

La densidad del helado se evaluó siguiendo el método descrito por Sandón (2023), se agregó un volumen fijo de helado en una probeta y se pesó.

$$Densidad\ \left(\frac{g}{cm^3}\right) = \frac{Peso\ del\ helado\ (g)}{volumen\ de\ la\ muestra(cm^3)}$$

(Ecuación 2)

2.8 Overrun del helado final

La incorporación de aire (Overrun), se calculó con la diferencia de masa entre la mezcla líquida y el helado batido, aplicando la siguiente fórmula:

$$overrun\ (\%) = \frac{w_1 - w_2}{w_2} * 100\%$$

(Ecuación 3)

Donde:

w_1 : Masa de la unidad de volumen de mezcla (g)

w_2: Masa de la unidad de volumen de hielo crema (g)

2.9 Resistencia al derretimiento

Se colocó las muestras del helado en un plato o superficie plana a temperatura ambiente controlada (25°C). La medición se realizó por triplicado.

Tiempo del primer goteo: Con un cronómetro, se registró el tiempo exacto desde que se colocó el helado en la superficie hasta observar que pasó de un estado sólido a estado líquido.

Tasa de fusión = Cantidad de líquido formado (ml)/ Tiempo transcurrido(min)

(Ecuación 4)

2.10 Evaluación de la calidad sensorial del helado batido

La evaluación de los parámetros sensoriales se desarrolló con un grupo de 20 personas las cuales evaluaron las tres muestras de helado con distintas formulaciones. Se utilizó una escala hedónica del 1 al 5 (5: me gusta mucho; 3: ni me gusta ni me desagrada; 1: me disgusta mucho), los participantes calificaron el color, apariencia, olor, textura, sabor, aceptabilidad (Chacón-Villalobos et al., 2016). Con esta prueba, se buscó determinar si la combinación de estos ingredientes resulta agradable al paladar y si el helado es bien recibido por los consumidores. Las muestras se sirvieron en orden aleatorio bajo condiciones controladas para evitar sesgos y se otorgó un vaso de agua que trabajó como borrador (Chandra, Singh et al., 2015).

2.11 Evaluación de la estabilidad de pH, acidez y color durante 30 días de almacenamiento

Para evaluar la estabilidad a lo largo del tiempo del helado batido a base de harina de brócoli y pulpa de plátano, se llevó a cabo mediciones de forma periódica tanto del pH, acidez y color durante un tiempo de 30 días. Dichos parámetros fisicoquímicos fueron esenciales para garantizar la calidad y seguridad alimentaria (Lučan Čolić et al., 2024). Fueron analizados cada 7 días siguiendo la metodología descrita en los puntos anteriores. Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado para evaluar el impacto de la incorporación de harina de brócoli y pulpa de plátano en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un helado batido (Tolve, Zanoni et al., 2024). Los datos obtenidos fueron analizados mediante el software estadístico InfoStat, utilizando un análisis de varianza (ANOVA) de una o dos vías, permitiendo evaluar si existe o no diferencias significativas entre los tratamientos. Se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $p < 0,05$ para realizar comparaciones múltiples entre las medias de los diferentes tratamientos (Martínez, 2020).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis preliminares

Concentraciones adecuadas de la harina de brócoli y pulpa de plátano

Al incorporar harinas no convencionales en la formulación de productos alimenticios presenta una relevancia significativa en cuanto su valor nutricional, tecnológico y sensorial (Villar y Jhonmairis, 2014). En la Tabla 1 se muestra las distintas formulaciones evaluadas con la finalidad de establecer el comportamiento de los ingredientes no convencionales en helados.

Tabla 1. Formulaciones del helado batido con la inclusión de harina de brócoli y harina de pulpa de plátano.

Ingredientes	Tratamiento		
	Control	F1	F2
Azúcar	280 gr	280 gr	280 gr
Estabilizante Neutralin	16 gr	16 gr	16 gr
Leche	2 L	2 L	2 L
Maltodextrina	40 gr	40 gr	40 gr
Harina de brócoli	-	50 gr	25 gr
Harina de pulpa de plátano	-	60 gr	30 gr

3.2 Composición proximal

Los resultados de la composición proximal de los tres tratamientos del helado batido se muestran en la Tabla 2. Los resultados reflejan que existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas. En cuanto al parámetro de humedad, el tratamiento control y F2 presentan un mayor contenido con relación a F1. Esta diferencia se atribuye a que F1 contiene un alto porcentaje de fibra que se considera responsable de la retención de agua, ya que, al absorber parte del agua libre en la mezcla, disminuyen el contenido de humedad disponible en el producto final. Este comportamiento es similar a lo reportado por Núñez y Castro (2024), que determinó que la incorporación

de fibra en las bebidas o productos lácteos fermentados, disminuyen la humedad por la formación de componentes fibrosos que dan resistencia a la estructura.

En relación con el contenido de proteína, se identificó que F1 contiene un valor más alto en relación a los otros tratamientos, este resultado se debe probablemente al contenido de harina de brócoli, sin embargo estas diferencias se encuentran dentro del requisito de la INEN (2013), en donde se establece el rango proteico de helados a base de leche con ingredientes vegetales es de 2,15% al 3,15%.

El porcentaje de grasa y fibra varia significativamente en las tres muestras. En ambos parámetros F1 se encuentra en mayor proporción, seguida por F2 y por último la muestra control. Los resultados obtenidos se podrían atribuir al contenido de grasa presente en las harinas, el brócoli presenta interesantes contenidos de ácidos linoleicos (omega-6) y ácidos alfalinolénico (omega-3) (Badui y Badui, 2006). En ambos casos la fibra predominante es la insoluble, especialmente la hemicelulosa y celulosa, responsables de mejorar el tránsito intestinal. Los resultados que se obtuvieron en base a la fibra dietética se encuentran dentro con la normativa ecuatoriana que indica que el rango de fibra en este tipo de productos debe ser del 1,50 % al 4 % (INEN, 2013). De igual manera Moreira Anchundia, Saldarriaga Velásquez et al. (2021), señala que algunos productos vegetales pueden contener subproductos agroindustriales, responsables de incrementar el porcentaje de grasa en las matrices alimenticias. Por otro lado, Khalil, Alsulami et al. (2025) estudió que los productos lácteos congelados tienden a modificar la fracción lipídica y minimizar las pérdidas de fibra.

Los resultados en torno a carbohidratos muestran una variación entre 18,35% a 18,84% ($p<0,05$). El tratamiento control y F1 presentaron una ligera diferencia de ~0,49%, en cambio, el tratamiento F2 se encuentra en menor cantidad, debido a que tiene menor cantidad de harina de brócoli y harina de pulpa de plátano, aportando una mínima cantidad de azucares y fibra dietética. Estos resultados concuerdan con el estudio de Hinojosa Cayo (2024), que comprobó que los carbohidratos presentes en una bebida láctea en mayor cantidad son los azúcares simples (glucosa y fructosa) y los almidones. Por su parte, Laqui-Vilca, Monroy et al. (2025) mencionan que la cantidad o dosis de harinas naturales en las formulaciones de los helados batidos influirá directamente reflejadas en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto final.

El contenido de cenizas en las muestras presentó diferencias significativas que oscilaron entre 0,22% al 0,53%, siendo el tratamiento con mayor contenido de ceniza la fórmula F2. Este parámetro es un indicador del contenido de minerales que se podrían encontrar en las harinas no convencionales, los tratamientos que involucran en su formulación las harinas su porcentaje de cenizas serán mayores (Crizel et al., 2014). El estudio de Yupanqui Ruiro y Sayre Quispe (2025), demostró que la proporción de las harinas afecta directamente al contenido de minerales.

Respecto a las calorías totales del helado batido que fueron evaluadas en la presente investigación se determinó que la muestra F1 presentó un mayor contenido calórico en comparación de la muestra F2 y el control. Estos resultados son concordantes con la composición de las formulaciones ya que, al contener mayor porcentaje de ingredientes vegetales, se incrementa los sólidos totales, especialmente la proteína y fibra, resultados que concuerdan con lo reportado en el estudio de Campaña (2025), quien analizó que la incorporación de cultivos andinos deshidratados en bebidas lácteas generó un aumento de la densidad calórica en producto final. Singh, Kaur et al. (2016) reportó que los productos lácteos congelados elaborados con la inclusión de harinas vegetales ofrecen un mejor perfil nutricional y conservan los macronutrientes por más tiempo.

Tabla 2. Composición proximal del helado batido a base de harina de brócoli y harina de pulpa de plátano.

Parámetros	Control	F1	F2
Humedad (%)	74,61±0,66^{a}	70,44±0,41^{b}	73,84±0,18^{a}
Proteína (%)	2,20±0,05^{b}	3,10±0,05^{a}	3,02±0,05^{a}
Grasa (%)	3,02±0,05^{b}	3,50±0,05^{a}	2,99±0,05^{b}
Fibra (%)	1,60±0,05^{c}	3,61±0,05 ^{a}	3,04±0,05^{b}
Carbohidratos (%)	18,35±0,80^{a}	18,84±0,32^{a}	16,58±0,29^{b}
Cenizas (%)	0,22±0,01^{c}	0,51±0,01^{b}	0,53±0,01^{a}
Calorías Totales (Kcal/100g)	112,60±2,52^{b}	126,47±7,55^{a}	111,39±7,79^{b}

Los valores representan las mediciones por triplicado y la desviación estándar. Las diferencias significativas están representadas por los superíndices a, b, c. Control (base del helado), F1 (2.5% harina de brócoli y 3% harina de pulpa de plátano) y F2 (1.25% harina de brócoli y 1.50% harina de pulpa de plátano).

En la Figura 3 con respecto a la apariencia visual las muestras de los helados no presentaron diferencias al transcurrir los 30 días de almacenamiento. Tanto el tratamiento control, F1 y F2 mantuvieron una estructura homogénea, característico de los helados batidos. Los resultados de esta investigación en cuanto a este parámetro están relacionados al estudio de Yupanqui Ruiro y Sayre Quispe (2025), que indicó que el principal desafío en las industrias heladeras es la formación de cristales de agua y la separación de fases.

Las propiedades fisicoquímicas en el tiempo 0 presentaron diferencias en las tres formulaciones, corroborando que la inclusión de harinas vegetales modifica la estructura del helado batido. La estabilidad microbiana del producto se predice mediante el análisis de la actividad de agua, debido a que a mayor aw, existe mayor disponibilidad de agua y mayor riesgo de crecimiento microbiano (Lacumin, Colautti et al., 2022). El tratamiento control contiene mayor aw, siendo más susceptible al deterioro, a diferencia de F1 que presenta una menor cantidad de agua libre en la matriz del helado, a causa de su alta cantidad de los sólidos totales como las fibras dietéticas que tienen la capacidad higroscópica. Los valores del pH y la acidez al tiempo de cero representan el impacto inicial de las harinas al momento de incorporar aire en el proceso de batido (Rondón, Pino et al., 2019).

La cremosidad y la densidad se pudieron apreciar de mejor manera en el tiempo 0, ya que el helado aun no es sometido al proceso de congelación donde la posibilidad de formación de cristales es mayor (Zaldivar Montes de Oca y Zambrano, 2023).

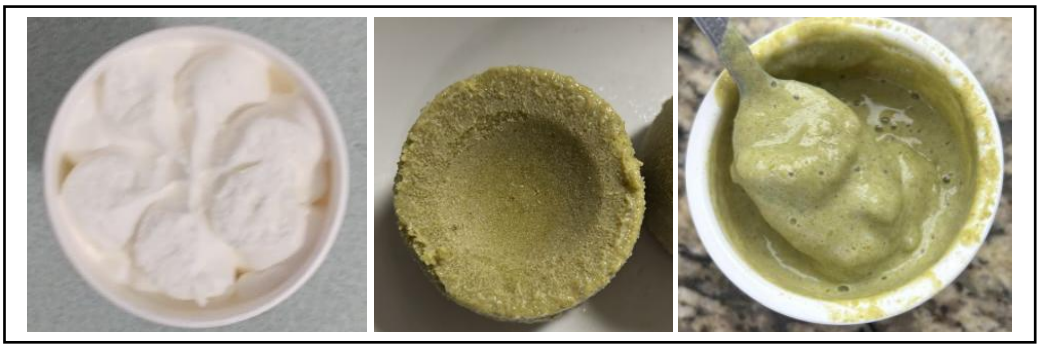


Figura 3. Aspecto visual de las diferentes muestras del helado batido. Control (base del helado), F1 (2.5% harina de brócoli y 3% harina de pulpa de plátano) y F2 (1.25% harina de brócoli y 1.50% harina de pulpa de plátano).

3.3 Textura

Los resultados de la determinación del perfil de textura se muestran en Tabla 3. Los resultados permiten establecer que la incorporación de harinas no convencionales alteró significativamente la estructura del helado con relación al tratamiento control ($p < 0,05$). La muestra que obtuvo el valor más alto en dureza fue F1, mientras que la muestra control obtuvo el menor valor. Esta variación puede atribuirse a las distintas proporciones de fibras insolubles que se colocó en las formulaciones de los helados, las cuales son las responsables de incrementar la viscosidad y rigidez de la estructura del helado (Pintor-Jardines y Totosaus-Sánchez, 2013).

La cohesividad hace énfasis a la capacidad de que el cuerpo del helado se mantenga uniforme. Por lo que la muestra control presentó diferencia significativa en relación con las demás muestras. El tratamiento F1 mostró un incremento significativo en comparación a los otros dos tratamientos, ya que se da lugar a la interacción de las proteínas, fibras y azúcares, creando una red estructural que brinda estabilidad (Hernández, Cid et al., 2024).

La adhesividad presentó cambios significativos entre todos los tratamientos, la muestra F1 tuvo el valor más alto, debido a que a mayor cantidad de harinas vegetales la proporción de sólidos totales incrementará, dando lugar a una matriz pegajosa (Casa Lema, 2019).

Por otro lado, la elasticidad refleja la capacidad de regresar a su forma original después de una deformación, en cambio, la masticabilidad es la energía necesaria para masticar el alimento y desintegrarlo (Ramos de la Cruz, 2017). En este sentido, los tratamientos que contienen harina reflejaron valores superiores al del tratamiento control, otorgando al helado un cuerpo más firme y resistente, sin embargo, podría alterar la aceptabilidad sensorial.

Tabla 3. Parámetros de la textura del helado batido.

	Dureza	Cohesividad	Elasticidad	Adhesividad	Masticabilidad
Control	14,33 ±0,58^{c}	0,58 ±0,08^{b}	13,13 ±2,44^{b}	0,77 ±0,38^{c}	1,10 ±0,26^{c}
F1	29,75 ±0,50^{a}	0,77 ±0,02^{a}	20,02 ±0,33^{a}	3,03 ±0,22^{a}	4,60 ±0,16^{a}
F2	20,00 ±0,82^{b}	0,72 ±0,01^{a}	18,65 ±0,69^{a}	1,58 ±0,10^{b}	2,60 ±0,08^{b}

Los valores representan las mediciones por triplicado y la desviación estándar. Las diferencias significativas están representadas por los superíndices a, b, c. Control (base del helado), F1 (2.5% harina de brócoli y 3% harina de pulpa de plátano) y F2 (1.25% harina de brócoli y 1.50% harina de pulpa de plátano).

3.4. Densidad

Los resultados de la densidad del helado batido mostraron que existió diferencia significativa en los tres tratamientos. La muestra control mostró una menor densidad en relación con las muestras a base de harina de brócoli. Este cambio puede atribuirse a componentes estructurales densos, especialmente la fibra dietética, proteínas, azucares simples (Villavicencio Carrera y Moreno Veloz, 2018). De acuerdo con el estudio de Franco Mariscal (2015), la densidad se ve afectada por la cantidad de masa en relación con el volumen, es decir, al incrementar el contenido de sólidos totales, se aumenta el peso de la base del helado, mas no el volumen.

3.5. Overrun

Dentro de la industria heladera es muy importante analizar la cantidad de aire incorporada al momento de ser batido, este parámetro tecnológico influye directamente en el rendimiento, textura y cuerpo del producto final (Abbasi y Saeedabadian, 2015). Todas las muestras iniciaron con un volumen de 400ml, después de ser batidas la muestra control incremento un 17,5%, seguido de la muestra F2 con un 13,75% y por último la muestra F1 con un 10%.

El control presenta el porcentaje más alto de overrun ya que no contiene materia prima de alta densidad como es en el caso de los otros dos tratamientos que contienen harina de brócoli y pulpa de plátano. En el caso de F1 y F2 al incluir harinas no convencionales el contenido de fibra podría aumentar la viscosidad impidiendo la incorporación de aire. Según Afriana y Kurnia (2024),el contenido de fibra en una matriz alimenticia trabaja como una barrera impidiendo la formación de moléculas de

aire. Este comportamiento coincide con la investigación de Goff et al. (2025), quienes determinaron que la incorporación de harina de zanahoria y espinaca en un helado batido afecta negativamente al overrun, ya que la densidad y la capacidad de retención de agua de los ingredientes es muy alta.

3.6. Resistencia al derretimiento

Por medio del punto de derretimiento se analizó la estabilidad térmica del helado batido. Este parámetro incide en el comportamiento durante la conservación y comercialización (Posada y Molina, 2012). En esta investigación, todas las muestras partieron con del mismo volumen, los resultados demostraron que la muestra control tardó menor tiempo en derretirse, aproximadamente 18 minutos, seguida de F2 que tardó 24 minutos y finalmente F1 tardó más con 34 minutos.

Los resultados demostraron que existe una correlación directa entre los ingredientes vegetales ya que la fibra trabaja como un agente estructurante y reduce la sinéresis, a su vez forma una red tridimensional en la estructura del helado, atribuyendo estabilidad térmica y ralentizando el tiempo de derretimiento (Pintor-Jardines y Totosaus-Sánchez, 2013). Según Rubiano-Vargas, Rengifo-Velásquez et al. (2022), la resistencia del punto de derretimiento puede analizarse al modificar o alterar la viscosidad de la base del helado antes de ser congelada, a su vez, declara que cualquier bebida láctea que contenga en su formulación harinas va a aumentar su viscosidad y disminuir el agua libre, dando lugar a microestructuras más firmes. En cuanto a F2 presento un comportamiento intermedio, identificando que existe una relación entre la dosis empleada con la estabilidad térmica. Por último, la muestra control al carecer de los ingredientes mencionados anteriormente tuvo el tiempo más corto en derretirse, demostrando que los productos lácteos que involucren formulaciones convencionales tienden a disolverse más rápido, por no contar con las redes estructurales compactas (Rodriguez, Rodriguez et al., 2023).

3.7 Calidad sensorial del helado batido.

Las percepciones sensoriales son herramientas avaladas por el sistema sensorial, estas ayudan a interpretar los atributos y características de los alimentos al momento que lo ponemos en contacto con nuestros sentidos, dicha investigación se enfocó en el análisis del olor, color, sabor, apariencia y aceptabilidad. Los resultados se ven reflejados en

la Figura 4, por lo tanto, la muestra control consiguió valores inferiores en comparación a las dos formulaciones (F1, F2) en cuanto olor y color, ya que, al contener simplemente ingredientes blancos y neutros, su visualización y notas olfativas no fue llamativo para los panelistas. Por otra parte, las muestras F1 (2.5% harina de brócoli y 3% harina de pulpa de plátano) y F2 (1.25% harina de brócoli y 1.50% harina de pulpa de plátano) sostuvieron resultados similares en cuanto al olor y color, deduciendo que las harinas vegetales no alteraron las notas olfativas ni de manera visual (Mamani, Sossa et al., 2023).

Con respecto a la apariencia la mayor puntuación fue de la muestra F2, a causa de que la inclusión de harinas aporta pigmentos naturales, entre ellos la clorofila y flavonoides otorgando una coloración llamativa, por otra parte, la menor proporción de harinas en comparación a F1 favorece una apariencia más fluida, evitando la separación de fases. La muestra control presenta una puntuación intermedia en relación con la apariencia, ya que se presentó como un producto lácteo conocido por los consumidores, asemejándole como un helado comercial (Amador, Hartel et al., 2017).

En cuanto al parámetro de textura el tratamiento F2 destacó un poco más que el tratamiento F1, esto es debido a que su porcentaje de fibra permite que la estructura del helado se encuentre uniformemente, compacto y cremoso (Warren y Hartel, 2014). Cabe destacar que las muestras a base de harina (F1 y F2) evidenciaron valores positivos, evitando cualquier tipo de rechazo por parte de los catadores. Este estudio concuerda con la investigación de Fuangpaiboon y Kijroongrojana (2017), quienes determinaron que la aplicación de harinas no convencionales, especialmente de la berenjena y zanahoria no alteran de manera significativa la aceptabilidad de los yogures siempre y cuando se usen en proporciones adecuadas.

Moreno, Mesías et al. (2022), proponen que el índice de aceptabilidad es una herramienta que determina el grado de aceptación de cualquier producto lácteo, este preámbulo es determinado por los panelistas. Lo que concuerda con la Figura 4, que al analizar los seis parámetros en las distintas muestras se determinó que todas las muestras son aceptadas por los consumidores.

No obstante, la formulación F2 (1.25% de harina de brócoli y 1.5% de harina de pulpa de plátano) adquirió los valores más altos en cuanto al índices de aceptabilidad,

demostrando que a una menor dosificación de harinas no convencionales tiende a presentar una matriz homogénea sin la presencia de grumos, a su vez llega a equilibrarse los beneficios nutricionales y las características organolépticas, brindando un producto de calidad. Investigaciones como el de Salazar Mendoza (2022), ha comprobado que la aplicación de forma moderada de materias primas funcionales en bebidas lácteas beneficia el perfil nutricional sin modificar el índice de aceptabilidad.

Por otro lado, F1 (2.5% harina de brócoli y 3% harina de pulpa de plátano) al contener más cantidad de harinas mostró una disminución en la mayoría de los parámetros en comparación al tratamiento F2, esto se debe a que a mayor cantidad de harina de brócoli los sabores del producto final tienden a ser amargo o terroso (Zaldivar Montes de Oca y Luis, 2023). El estudio de Schweiger, Myers et al. (2023), concretó que el alto porcentaje de vegetales crucíferos en alimentos congelados puede modificar negativamente los aspectos sensoriales.

Finalmente, el tratamiento control tuvo cambios significativos en cuanto aspectos como la apariencia, olor y color, los resultados del índice de aceptabilidad son menores a comparación a las dos muestras. Según Bektiarso, Mahardika et al. (2023), el mercado de postres funcionales ha incrementado al pasar los años por lo que los consumidores buscan productos nuevos con beneficios saludables, reconociendo que un helado común como es del tratamiento control, consiguiendo una respuesta insignificante del consumidor hacia el producto final.

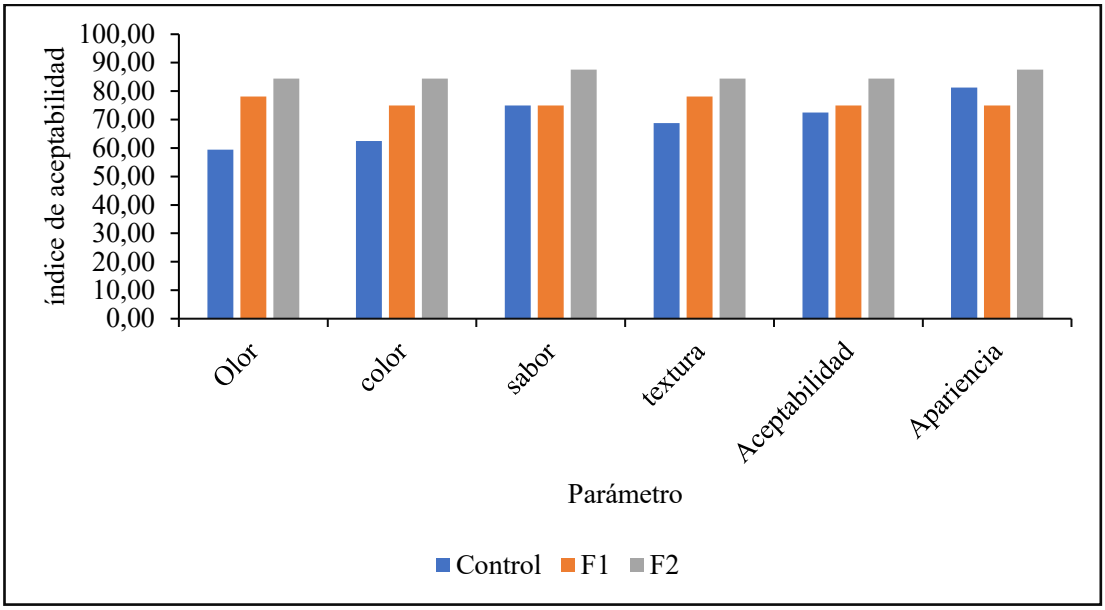


Figura 4. Evaluación del índice de aceptabilidad del helado batido a base de harina de brócoli y harina de pulpa de plátano. Control (base del helado), F1 (2.5% harina de brócoli y 3% harina de pulpa de plátano) y F2 (1.25% harina de brócoli y 1.50% harina de pulpa de plátano).

3.8 Estabilidad del helado durante el almacenamiento a temperatura de congelación.

pH y acidez

La estabilidad del producto final a una temperatura de congelación se evaluó por un período de 30 días, los resultados del pH y de la acidez se observan en la Figura 5, cabe recalcar que el pH como la acidez están totalmente relacionados, el pH analiza la concentración de los iones H libre, en cambio, la acidez demuestra la concentración de los ácidos presentes en la matriz (Miranda Velásquez, Méndez Hernández et al., 2017).

Al inicio del almacenamiento en la Figura 5 se puede observar que ningún tratamiento presentó diferencias significativas. En cuanto, al tratamiento F1 y F2 se observa que el pH disminuye de forma progresiva y la acidez aumenta en comparación al tratamiento control, dicho resultado es debido por la liberación de compuestos ácidos que se encuentran en las harinas. Cabe recalcar que al mantenerle en congelación la actividad metabólica de los microrganismos se inhibe, en este caso las bacterias ácido-lácticas (Nasr, 2021).

El tratamiento F1 (2.5% harina de brócoli y 3% harina de pulpa de plátano) mostró un descenso de pH más perceptible que las demás, ya que, al contener mayor porcentaje de ambas harinas, existe más cantidad de ácidos orgánicos los cuales son los responsables de proporcionar iones hidrógeno (H+). Según Moncada Almendariz (2018), determina que la disminución del pH es debido a los aminoácidos presentes en el brócoli, especialmente la glutamina. F2 (1.25% harina de brócoli y 1.50% harina de pulpa de plátano) tiende a presentar una menor caída que la del tratamiento F1 esto es debido a que contiene menor porcentaje de ambas harinas y así la disponibilidad de los ácidos se encuentran en menor cantidad (Brito Pillco, 2021). Los últimos estudios han determinado que los productos y bebidas lácteas enriquecidas con fibra provenientes de harinas vegetales aceleran la acidificación del producto final.

La tendencia de la acidez reflejada en la Figura 5, demuestra que el tratamiento F1 y F2 presentan una mayor acidez que la del tratamiento control, dicho resultado concuerda con estudios resientes que reflejan que componentes bioactivos ayudan a las bacterias lácticas a producir más ácidos orgánicos, especialmente el ácido láctico (Mamani et al., 2023). En cierto modo Ouaffak Majjad (2020) propone que la crioconcéntración está relacionada en la variación de los resultados obtenidos de pH y acidez, ya que al formar cristales de agua, los sólidos totales se excluyen y su concentración es mayor. A su vez, las células a bajas temperaturas sufren daños en su estructura, liberando compuestos ácidos en mayor cantidad. Cabe destacar que estos cambios no son efecto de procesos fermentativos, ya que a bajas temperaturas la actividad enzimática es nula (Chiliguano Quishpe y Quiloango Cacuango, 2024).

En el presente trabajo la correlación entre la acidez y el pH, van de la siguiente manera, al aumentar la concentración de ácidos libres o acidez titulable, el pH disminuye y conlleva a valores más bajos del número neutro (Quisbert, Mendoza et al., 2024).

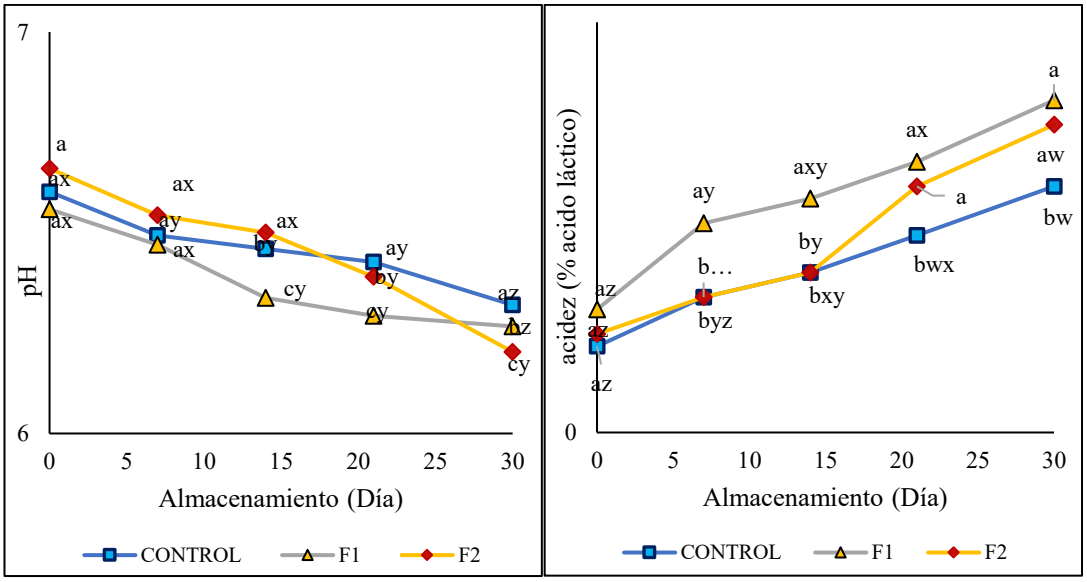


Figura 5. Evaluación del pH y acidez del helado batido a base de harina de brócoli y harina de pulpa de plátano en función de los 30 días de almacenamiento. Los valores representan las mediciones por triplicado y la desviación estándar. Las diferencias significativas están representadas por los superíndices a, b, c. Control (base del helado), F1 (2.5% harina de brócoli y 3% harina de pulpa de plátano) y F2 (1.25% harina de brócoli y 1.50% harina de pulpa de plátano).

Estabilidad del color

Durante los 30 días se identificaron cambios significativos entre los tres tratamientos, especialmente los que contienen en su formulación harina de brócoli y harina de pulpa de plátano.

El parámetro de luminosidad es representado por el símbolo L, como se puede observar en la Figura 6, entre los tres tratamientos la muestra control mostró los valores más altos, lo que conlleva a establecer que es el tratamiento que presenta la luminosidad más elevada, debido que contiene únicamente ingredientes blancos como la leche y azúcar, aportando al helado proteínas y grasas que son las responsables de dispersar la luz atribuyendo una tendencia al color blanco (Ramírez-Navas, Rengifo-Velásquez et al., 2015).

En cuanto a las dos muestras restantes, presentaron una disminución en el parámetro de luminosidad. El tratamiento F1 al contener mayor porcentaje de las harinas presentó valores más bajos, esto es debido a los pigmentos que se encuentran en los vegetales, principalmente la clorofila y los componentes fenólicos, que son los causantes de la oxidación (López Auqui, 2020). Según Capilla, Artigas et al. (2002), la luminosidad

se ve afectada por la degradación enzimática de la harina de pulpa de plátano ya que contiene azúcares reductores.

En la Figura 6 se muestra la tendencia del color rojo o verde (a*). Por lo que los valores de la muestra control se mantuvieron cerca del cero, indicando un color neutro, normal en los productos y bebidas lácteas. Por otro lado, F1 y F2 se orientan a los valores negativos demostrando que dichos tratamientos tienden a un color verde, relacionado directamente con el contenido de pigmentos del brócoli, como la clorofila (Yupanqui Ruiro y Sayre Quispe, 2025). Con el paso del tiempo se muestra que la intensidad verdosa se disminuye, a causa de la degradación de los pigmentos a feofitinas, reduciendo la tonalidad del color verde (Chrastil, 1987).

A sí mismo, se presentan los resultados de la tendencia hacia el color amarillo o azul (b*). Se refleja una predisposición mayor en el tratamiento F1, con valores más altos en comparación al tratamiento control, dicha tendencia depende de la cantidad de harina, las cuales contienen alto porcentaje de carotenoides, siendo así que a mayor concentración la tendencia se inclinará para el tono amarillento (Merjildo Yantas, Deza Quispe et al., 2026). Por otro lado, F2 mantiene rangos intermedios debido a su menor cantidad de harinas, sin embargo, también se presenta la oxidación de elementos fenólicos intensificando el color al pasar los días. El estudio de Oliveira Araújo (2022), reportó que cualquier producto lácteo sin fortificación vegetal el parámetro b* será mínimo o nulo.

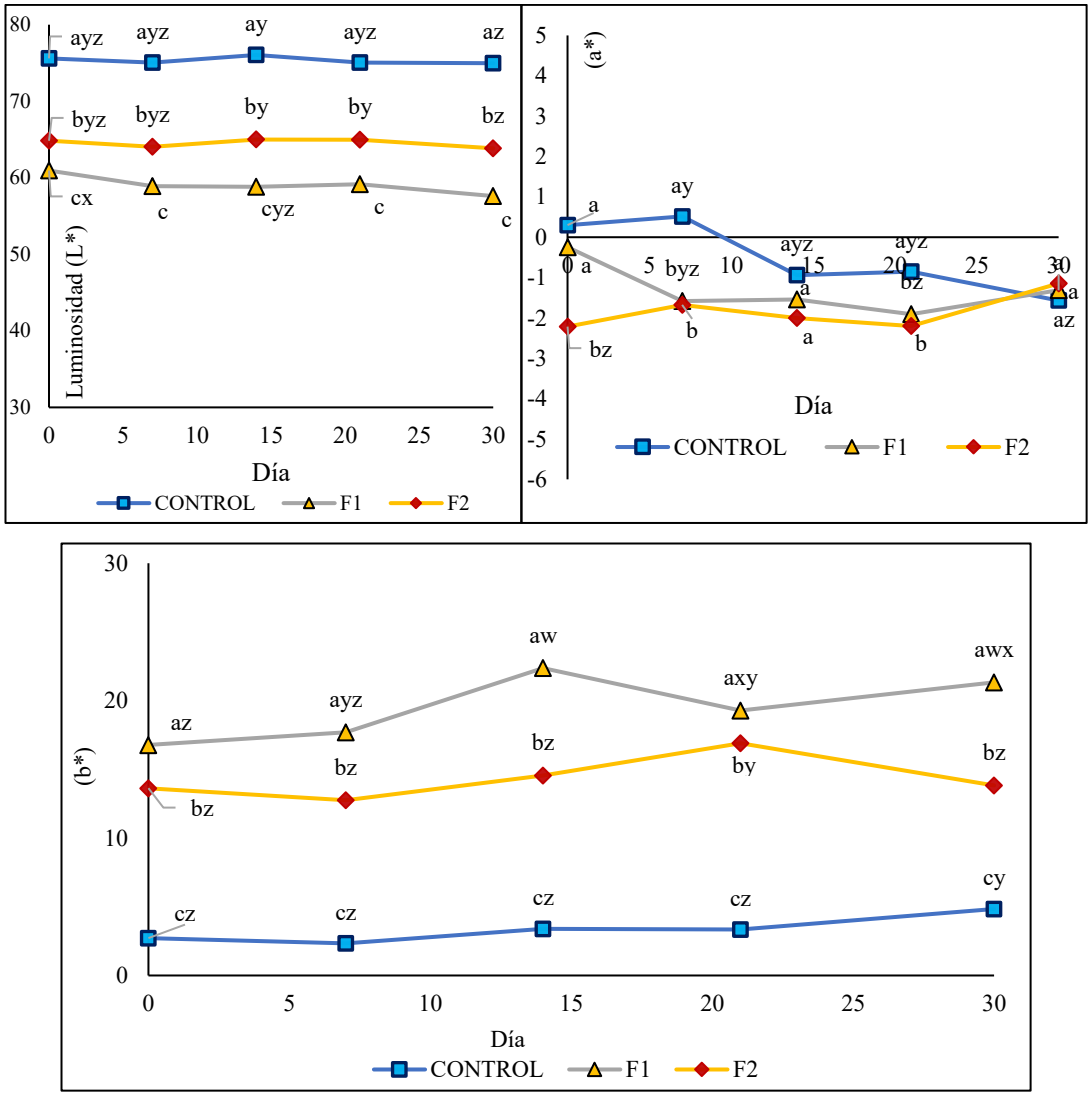


Figura 6. Evolución del color de los diferentes tratamientos de helado batido en función del tiempo de almacenamiento. Los valores representan las mediciones por triplicado y la desviación estándar. Las diferencias significativas están representadas por los superíndices a, b, c. Control (base del helado), F1 (2.5% harina de brócoli y 3% harina de pulpa de plátano) y F2 (1.25% harina de brócoli y 1.50% harina de pulpa de plátano).

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La inclusión de harinas no convencionales como la harina de brócoli y harina de pulpa contribuyo de manera significativa en la composición proximal del producto final, principalmente se elevó el contenido de fibra dietética y proteína. Estos agregados permitieron obtener un mejor valor nutricional en relación con el contenido de fibra. De la misma manera los cambios de la

acidez y pH se encontraron dentro de los parámetros que requiere un helado comercial.

- Los parámetros sensoriales de los helados a base de harinas vegetales mostraron que los catadores aceptaron el helado en los parámetros de textura, sabor, olor y apariencia. Cabe destacar que los helados presentaron ligeras diferencias de color en comparación con la muestra control, debido al tono verdoso que aporta el brócoli. No obstante, los resultados indicaron que estas variaciones no afectaron el índice de aceptabilidad por parte de los consumidores.
- Los helados evaluados en este estudio presentaron buena estabilidad durante el almacenamiento a temperatura de congelación, debido a la mínima formación de cristales y a un punto de derretimiento más prolongado en comparación con la muestra control. Se determinó que el estudio de la conservación de cualquier producto lácteo es muy importante para determinar si vida útil en percha, por lo que el tratamiento F1 y F2 permitieron evidenciar que los ingredientes naturales pueden trabajar como aditivos.

BIBLIOGRAFÍA

Abbasi, S., & Saeedabadian, A. (2015). Influences of lactose hydrolysis of milk and sugar reduction on some physical properties of ice cream. *Journal of food science technology, 52*, 367-374.

Abdel-Haleem, A. M., & Awad, R. (2015). Some quality attributes of low fat ice cream substituted with hulless barley flour and barley ß-glucan. *Journal of Food Science technology*

52, 6425-6434.

Afriana, N., & Kurnia, P. (2024). Protein Content and Overrun Value in Coconut Milk-Based Ice Cream with Cashew Milk Combination. *Journal La Lifesci, 5*(5), 416-428.

Afzaal, M., Khan, A. U., Saeed, F., Arshad, M. S., Khan, M. A., Saeed, M., . . . Ahmed, A. (2020). Survival and stability of free and encapsulated probiotic bacteria under simulated gastrointestinal conditions and in ice cream. *Food Science Nutrition, 8*(3), 1649-1656.

Afzaal, M., Saeed, F., Arshad, M. U., Nadeem, M. T., Saeed, M., & Tufail, T. (2019). The effect of encapsulation on the stability of probiotic bacteria in ice cream and simulated gastrointestinal conditions. *Probiotics antimicrobial proteins, 11*, 1348-1354.

Aina, O. B., Anjuwon, T. M., Shuaibu, M. N., Owolabi, O. A., & James, D. B. (2019). Comparative study on nutritional composition of six Musa acuminata pulp varieties available in Zaria, Nigeria. *International Journal of Biochemistry Research Review, 28*(2), 1-9.

Alvídrez-Morales, A., González-Martínez, B. E., & Jiménez-Salas, Z. (2002). Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. *Revista salud pública y Nutrición, 3*(3).

Amador, J., Hartel, R., & Rankin, S. (2017). The effects of fat structures and ice cream mix viscosity on physical and sensory properties of ice cream. *Journal of food science, 82*(8), 1851-1860.

Amini Khoozani, A., Birch, J., & Bekhit, A. E.-D. A. (2019). Production, application and health effects of banana pulp and peel flour in the food industry. *Journal of food science technology, 56*, 548-559.

Anchundia, D. M., Cunuhay, P. S., & Morán, R. P. (2021). Análisis económico del banano orgánico y convencional en la provincia Los Ríos, Ecuador. *Avances, 23*(4), 419-430.

AOAC. (2005). Official methods of analysis of AOAC International.

Awuchi, C. G., Twinomuhwezi, H., Igwe, V. S., & Amagwula, I. O. (2020). Food additives and food preservatives for domestic and industrial food applications. *Journal of Animal Health, 2*(1), 1-16.

Badui, S., & Badui, D. (2006). *Química de los alimentos* (Cuarta ed.). Mexico: Person Educación.

Bektiarso, S., Mahardika, I. K., Ferli, D. E., Septiviana, F. I., Wahyudi, F. A., & Fadila, W. A. (2023). Analysis of physics concept in the making of rotary ice cream. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, 9*(2), 575-579.

Bisharat, G. I., Katsavou, I. D., Panagiotou, N. M., Krokida, M. K., & Maroulis, Z. B. (2015). Investigation of functional properties and color changes of corn extrudates enriched with broccoli or olive paste. *Food Science Technology International, 21*(8), 613-630.

Brito Pillco, A. F. (2021). Propuesta de elaboración de helados cremosos artesanales con base en sustitutos lácteos y estabilizantes de origen vegetal.

Campaña, O. M. A. (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, 9*(1), 4286-4310.

Capilla, P., Artigas, J. M., Paujol, J., Luque, M. J., Malo, J., & Matínez-Verdú, F. (2002). *Fundamentos de colorimetría*. España.

Casa Lema, C. P. (2019). *Adición del suero de leche como emulsificante para mejorar la textura de los helados.* Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC),

Chacón-Villalobos, A., Pineda-Castro, M. L., & Jiménez-Goebel, C. (2016). Características fisicoquímicas y sensoriales de helados de leche caprina y bovina con grasa vegetal. *Agronomía Mesoamericana*, 19-36.

Chandra, S., Singh, S., & Kumari, D. (2015). Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. *Journal of food science and technology, 52*(6), 3681-3688.

Chaves Guerrero, J. M. (2022). Desarrollo de helados funcionales a partir de aceite de semilla de chía y de calabaza.

Chiliguano Quishpe, W. L., & Quiloango Cacuango, C. A. (2024). *Caracterización de la pulpa de Pitahaya (selenicereus megalanthus) para la elaboración de un helado a dos concentraciones de edulcorantes y estabilizantes.* Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC),

Chrastil, J. (1987). Improved colorimetric determination of amylose in starches or flours. *Carbohydrate Research, 159*(1), 154-158. doi:10.1016/S0008-6215(00)90013-2

Crizel, T. d. M., Araujo, R. R. d., Rios, A. d. O., Rech, R., & Flôres, S. H. (2014). Orange fiber as a novel fat replacer in lemon ice cream. *Food science technology, 34*, 332-340.

Day, L., Cakebread, J. A., & Loveday, S. M. (2022). Food proteins from animals and plants: Differences in the nutritional and functional properties. *Trends in Food Science Technology, 119*, 428-442.

Duque, P. I. V., & Murillo, A. Á. (2021). Análisis de los canales de comercialización del brócoli en Ecuador. *Revista Tecnológica-ESPOL, 33*(3), 181-201.

Duran Mucha, A. R. (2022). Elaboración de helados funcionales con crema de leche incorporando bacterias probióticas y pulpa de granadilla (Passiflora lingularis).

Fahey, J. W., Zhang, Y., & Talalay, P. (1997). Broccoli sprouts: an exceptionally rich source of inducers of enzymes that protect against chemical carcinogens. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 94*(19), 10367-10372.

Falowo, T. T., Ejidike, I. P., Lajide, L., & Clayton, H. S. (2021). Polyphenolic content of Musa acuminata and Musa paradisiaca bracts: Chemical composition, antioxidant and antimicrobial potentials. *Biomedical Pharmacology Journal, 14*(4), 1767-1780.

Fernández Cruz, E., López Plaza, B., Santurino, C., & Gómez Candela, C. (2021). Composición nutricional y declaraciones nutricionales del plátano de Canarias. *Nutrición Hospitalaria, 38*(6), 1248-1256.

Franco Mariscal, A. J. (2015). Investigación con helados para caracterizar las propiedades de la materia. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales, 80*, 73-82.

Fuangpaiboon, N., & Kijroongrojana, K. (2017). Sensorial and physical properties of coconut-milk ice cream modified with fat replacers. *Maejo International Journal of Science Technology, 11*(2), 133.

Galchenko, A., Sidorova, E., Barinov, A., Titov, N., & Skalny, A. (2021). The contribution of proteins, fats, carbohydrates, and alcohol to the total energy value of the diet: a cross-sectional study. *Slovak Journal of Food Sciences, 15*.

García, D. A. T., Solórzano, C. Y. E., Navarrete, Y. G. T., & Rojas, J. M. M. (2021). Características físicas, químicas y microbiológicas de la harina de banano morado (Musa acuminata) red dacca, producidos en los cantones Mocache, El Empalme y La Maná. *Ingeniería e Innovación, 9*(1).

Genovese, A., Balivo, A., Salvati, A., & Sacchi, R. (2022). Functional ice cream health benefits and sensory implications. *Food Research International, 161*, 111858.

Goff, H. D., Hartel, R. W., & Rankin, S. A. (2025). Ice cream structure. *Ice cream*, 297-343.

Gudiño, I., Martín, A., Casquete, R., Prieto, M. H., Ayuso, M. C., & Córdoba, M. d. G. (2022). Evaluation of broccoli (Brassica oleracea var. italica) crop by-

products as sources of bioactive compounds. *Scientia Horticulturae, 304*, 111284.

Hei, X., Liu, Z., Li, S., Wu, C., Jiao, B., Hu, H., . . . Wang, Q. (2024). Freeze-thaw stability of Pickering emulsion stabilized by modified soy protein particles and its application in plant-based ice cream. *International Journal of Biological Macromolecules, 257*, 128183.

Hernández, A. V., Cid, A. Á., & Serrano, F. V. V. (2024). Impacto del nitrógeno líquido en la textura y calidad del helado de aguacate. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA, 12*(24), 48-49.

Hinojosa Cayo, L. D. (2024). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas en la elaboración de un helado de crema enriquecido con harina de Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.).

INEN-786. (1985). Carne y Prodctos Cárnicos. Determinación de Cenizas. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*.

INEN, N. (2013). Norma Técnica Ecuatoriana INEN 706 helados.

Khalil, R. A., Alsulami, T., Al-Farga, A., Abu-Taha, H. L., & Elkot, W. F. (2025). Assessment of using sweet lupine flour as a rich source of carbohydrates and proteins on the biological and quality characteristics of low-fat ice cream. *Food Chemistry*, 144562.

Kumar, K. S., Bhowmik, D., Duraivel, S., & Umadevi, M. (2012). Traditional and medicinal uses of banana. *Journal of pharmacognosy phytochemistry, 1*(3), 51-63.

Lacumin, L., Colautti, A., & Comi, G. (2022). Zygosaccharomyces rouxii is the predominant species responsible for the spoilage of the mix base for ice cream and ethanol is the best inhibitor tested. *Food Microbiology, 102*, 103929.

Laqui-Vilca, C., Monroy, L. A. J., & Huarcaya, P. P. (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. *Arandu UTIC, 12*(1), 01-23.

León Serrano, L. A., Arcaya Sisalima, M. F., Barbotó Velásquez, N. A., & Bermeo Pineda, Y. L. (2020). Ecuador: Análisis comparativo de las Exportaciones de banano orgánico y convencional e incidencia en la Balanza Comercial, 2018. *Revista Científica y Tecnológica UPSE, 7*(2), 38-46.

López Auqui, M. S. (2020). Determinación de parámetros fisicoquímicos y la relación de ácidos grasos saturados e insaturados en helados artesanales de consumo masivo elaborados en la provincia de Tungurahua.

López Íñiguez, C. F., & Cabrera Chungata, F. B. (2021). Elaboración y comercialización de helados de crema a partir de dos frutos de la zona andina: babaco y tomate de árbol.

Lučan Čolić, M., Jukić, M., Nakov, G., Lukinac, J., & Antunović, M. (2024). Sustainable Utilization of Hemp Press Cake Flour in Ice Cream Production: Physicochemical, Rheological, Textural, and Sensorial Properties. *Sustainability, 16*(19), 8354.

Mamani, G. H., Sossa, B. M. Q., & Huanca, O. R. T. (2023). Evaluación fisicoquímica y sensorial del helado con tres niveles de yogurt y suero de leche bovina. *CIBUM SCIENTIA, 2*(2), 7-16.

Merjildo Yantas, B., Deza Quispe, F. B., & Pilco Quesada, S. (2026). Formulación de un helado funcional a base de pulpa de sapote (Quararibea Cordata) y aguaymanto (Physalis Peruviana).

Miranda Velásquez, L., Méndez Hernández, A., & Santoyo Stephano, M. (2017). Evaluación de pH, acidez total e índice de peróxidos de cremas lácteas y vegetales. *Revista Tendencias en Docencia, 3*(3).

Moises, A. N. M. (2023). *ELABORACIÓN DE UN HELADO TIPO SÁNDUCHE DE BANANO ROJO (Musa acuminata) Y DOBLE WAFER DE HARINA DE CHOCHO (Lupinus mutabilis Sweet) COMO FUENTE DE PROTEÍNA.* UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR,

Moncada Almendariz, L. A. (2018). *Elaboración y comercialización de helados artesanales de quinua en el cantón Jipijapa.* JIPIJAPA-UNESUM,

Moreira Anchundia, Á. I., Saldarriaga Velásquez, M. G., & Macías Andrade, E. F. (2021). Microfibra de cáscara de banano y harina de pulpa de camote (Ipomoea batatas L. lam) en la calidad final de una galleta.

Moreno, J. L. L., Mesías, V. D. C., & Pérez, O. S. V. (2022). Exportación de helados artesanales de frutas tropicales. *Aula Virtual, 3*(8), 104-111.

Nasr, W. (2021). Making Ice Cream Fortified with Sapota Fruit Pulp as a Functional Dairy Product. *Journal of Food Dairy Sciences, 12*(2), 37-41.

Nik Hassan, N. F., Ahmad, N., Abu Kassim, A. R., & Hamzah, Y. (2021). The customers' consumption trends on healthy ice cream. *Jurnal Intelek, 16*(2), 89-98.

Núñez, B. S. R., & Castro, W. F. J. (2024). Gestión por procesos y la norma INEN 706: herramientas de inocuidad y calidad de helados. *Revista Científica Ciencia y Tecnología, 24*(42).

Oliveira Araújo, É. (2022). Agregação de valor ao Theobroma grandflorum pela elaboração de sorvete artesanal. *Research, Society Development, 11*(10), e292111032950-e292111032950.

Orozco, R. V. (2017). El impacto del comercio del Banano en el desarrollo del Ecuador. *Revista Afese, 53*, 53.

Ouaffak Majjad, K. (2020). *Crioconcentración al vacío de tres tipos de suero de leche de vaca.* Universitat Politècnica de Catalunya,

Pauco, J. L. R., Carandang, I. G. B., Cayabyab, A. B., Quiño, C. G. P., & Enriquez, E. P. (2023). *Low-cost DIY capacitive sensor for water activity of food samples.* Paper presented at the 2023 IEEE International Conference on Agrosystem Engineering, Technology & Applications (AGRETA).

Pimentel, T. C., de Oliveira, L. I. G., de Souza, R. C., & Magnani, M. (2022). Probiotic ice cream: A literature overview of the technological and sensory aspects and health properties. *International journal of dairy technology, 75*(1), 59-76.

Pintor-Jardines, M. A., & Totosaus-Sánchez, A. (2013). Propiedades funcionales de sistemas lácteos congelados y su relación con la textura del helado: Una revisión. *CienciaUAT, 7*(2), 56-61.

Posada, L., & Molina, D. A. (2012). Selección y evaluación de un estabilizante integrado de gomas sobre las propiedades de calidad en mezclas para helado duro. *Vitae, 19*(2), 166-177.

Quinzo Parra, J. M. (2025). Efecto de la inclusión de harina de yuca amarilla (Manihot esculenta) y plátano no comercial (Mussa acuminata) en el desarrollo de un embutido tipo salchicha Frankfurt.

Quisbert, J. L. T., Mendoza, G. J. C., & Riveros, R. J. T. (2024). Propiedades organolépticas y fisicoquímicas del helado de kéfir (Lactobacillus acidophillus, Lactobacillus delbrueckii). *CIBUM SCIENTIA, 3*(1), 35-43.

Ramírez-Navas, J. S., Rengifo-Velásquez, C., & Rubiano-Vargas, A. (2015). Parámetros de calidad en helados. *Revista Reciteia, 15*(1), 79-94.

Ramos de la Cruz, T. L. (2017). Textura y tiempo de vida de barquillos para helados.

Rodriguez, J. F. R., Rodriguez, D. L. C., & Alvarez, Y. G. P. (2023). Evaluación del efecto tecnológico de la albúmina de huevo en polvo como estabilizante en un helado de crema. *limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria, 21*(1), 48-68.

Rodríguez, M. A. C. C., Salazar, J. G., & García, A. C. (2017). EFECTO DEL TRATAMIENTO TERMICO EN COMPUESTOS BIOACTIVOS Y PROPIEDADES FISICOQUIMICAS EN BROCOLI. *JÓVENES EN LA CIENCIA, 3*(2), 95-100.

Romero Granja, C., & Wollni, M. (2018). Dynamics of smallholder participation in horticultural export chains: evidence from Ecuador. *Agricultural economics, 49*(2), 225-235.

Rondón, M., Pino, J. A., & Roncal, E. (2019). Desarrollo de un saborizante en pasta de piña con adición de jugo concentrado: Development of a pineapple flavoring in paste with concentrated juice addition. *Ciencia y Tecnología de Alimentos, 29*(1), 42-46.

Rubiano-Vargas, A. G., Rengifo-Velásquez, C. J., & Ramírez-Navas, J. S. (2022). Evaluación del efecto de la concentración de dos emulsionantes-estabilizantes comerciales sobre los parámetros de calidad de un helado de vainilla. *Ciencia y tecnología Agropecuaria, 23*(1).

Salazar, D., Arancibia, M., Calderón, L., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Underutilized Green Banana (Musa acuminata AAA) flours to develop fiber enriched frankfurter-type sausages. *Foods, 10*(5), 1142.

Salazar, D., Arancibia, M., Calderón, L., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Underutilized Green Banana (Musa acuminata AAA) Flours to Develop Fiber Enriched Frankfurter-Type Sausages. *Foods, 10*(5). doi:10.3390/foods10051142

Salazar Mendoza, G. (2022). Capacidad antioxidante y análisis sensorial de un helado elaborado con tuna (opuntia ficus-indica l.) y tumbo (passiflora tripartita kunth).

Sandón, L. (2023). Evaluación de la calidad alimentaría de helados de acuerdo a la normativa vigente.

Schweiger, D., Myers, J., & Clark, S. (2023). Whey permeate powder is a suitable ingredient for ice cream. *JDS communications, 4*(6), 439-442.

Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Development of eggless gluten-free rice muffins utilizing black carrot dietary fibre concentrate and xanthan gum. *Journal of food science and technology, 53*(2), 1269-1278.

Tolve, R., Zanoni, M., Ferrentino, G., Gonzalez-Ortega, R., Sportiello, L., Scampicchio, M., & Favati, F. (2024). Dietary fibers effects on physical, thermal, and sensory properties of low-fat ice cream. *LWT, 199*, 116094.

Umaña, J., Álvarez, C., Lopera, S., & Gallardo, C. (2013). Caracterización de harinas alternativas de origen vegetal con potencial aplicación en la formulación de alimentos libres de gluten. *Alimentos Hoy, 22*, 33-46.

Vargas-Hoyos, G., & González-Horta, G. (2014). Calibración de medidores de pH: una visión diferente. *Boletín Científico Técnico INIMET*(1), 39-46.

Villar, M., & Jhonmairis, Y. (2014). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote (Ipomoea batatas var. bush buck) en las características físicos-químicas y sensoriales del pan blanco.

Villavicencio Carrera, D. I., & Moreno Veloz, E. N. (2018). Desarrollo de helado mantecado a partir de mucílago de cacao (Theobroma cacao L.-CCN-51).

Warren, M. M., & Hartel, R. W. (2014). Structural, compositional, and sensorial properties of United States commercial ice cream products. *Journal of food science, 79*(10), E2005-E2013.

Yupanqui Ruiro, D., & Sayre Quispe, L. (2025). Caracterización físico-química, y aceptabilidad sensorial de helado formulado con leche, zumo de zanahoria y pulpa de aguaymanto, usados como colorante y micronutriente.

Zaldivar Montes de Oca, Y., & Luis, J. (2023). Optimización del proceso productivo de helado artesanal. *Cuadernos de Investigación UNED, 15*(1), 169-175.

Zaldivar Montes de Oca, Y., & Zambrano, J. (2023). Optimización del proceso productivo de helado artesanal. *Cuadernos de Investigación UNED, 15*(1), 169-175.

ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de las harinas.













Anexo 2. Elaboración del helado batido











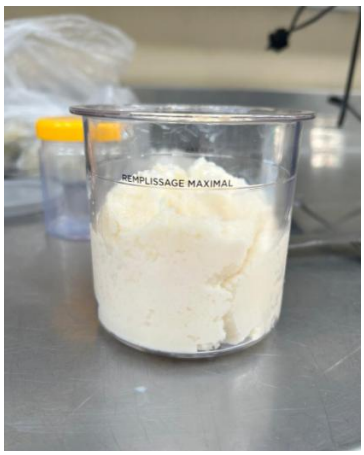


Anexo 3. Análisis del pH





Anexo 4. Análisis del overrun



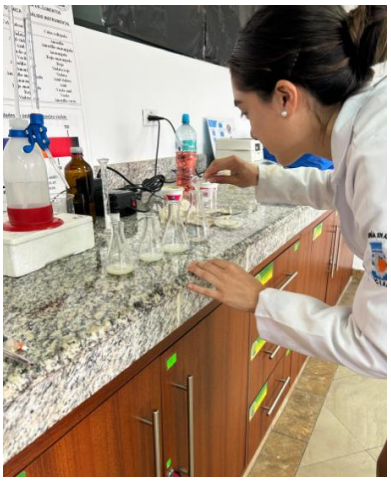




Anexo 5. Cálculo de la acidez titulable.







Anexo 6. Análisis de la humedad.



Anexo 7. Análisis de textura (texturómetro)



Anexo 8. Determinación de cenizas



Anexo 9. Evaluación sensorial



Anexo 10. Resultados LACONAL del producto final.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

LACONAL

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

01574

Certificado No: 25-008

R01-7.8.03

Pág.:1 de 1

Solicitud Nº: 25-008

Fecha recepción: 25 de Abril de 2025

Fecha de ejecución de ensayos: 29 de abril al 06 de mayo de 2025

Información del cliente:

Empresa:

Representante: Salomé Navas

C.I./RUC: 1804304804

Tlf: 0992590702

Dirección: Ambato

E mail: salome18navas@gmail.com

Ciudad: Ambato

mnavas4804@uta.edu.ec

Descripción de las muestras:

Producto: Helado

Peso / Volumen: 200g

Marca comercial: n/a

Tipo de envase: funda esteril

Lote: n/a

No de muestras: tres

F. Elb.: n/a

F. Exp.: n/a

Conservación: Ambiente: Refrigeración: Congelación:X

Almac. en Lab: 30 días

Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:

Muestreo por el cliente: 22 de abril de 2025

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Helado Control	00825025	Ninguno	Proteína total, Kjeldhal	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	2,20
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	3,02
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22, 2023	%	1,60
Helado F1-50	00825026	Ninguno	Proteína total, Kjeldhal	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	3,10
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	3,50
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22, 2023	%	3,61
Helado F2-25	00825027	Ninguno	Proteína total, Kjeldhal	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	3,02
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	2,99
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22, 2023	%	3,04

Conds. Ambientales: 20,9°C; 54,9%HR

Ing. Gladys Risueño
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

Fecha de emisión del certificado: 12 de mayo de 2025

FP

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos en base a la muestra entregada por el cliente.
El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.