



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: Efecto de la inclusión de harina de col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) y pulpa de plátano (*Musa 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: Joselin Andrea Quelal Chico

Tutor: Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

Ambato – Ecuador

Enero – 2026

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, 02 Diciembre de 2025.



Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

1803124294

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Joselin Andrea Quelal Chico, 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.



Joselin Andrea Quelal Chico

1723537229

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.



Joselin Andrea Quelal Chico

1723537229

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:



Presidente del Tribunal



Mg. Andrea Verónica Delgado Ramos

0401305008



Mg. Manoella Alejandra Sánchez Garnica

0604079871

Ambato, 05 de Enero de 2026

DEDICATORIA

A mis amados padres que son el pilar fundamental en mi vida por ser el ejemplo de esfuerzo, amor y perseverancia. A mi madre por su apoyo incondicional, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles, por enseñarme que los sueños se alcanzan con dedicación y fe. A mi padre por enseñarme con su ejemplo; el valor del trabajo, la constancia y la humildad.

A mis hermanos queridos por su cariño y por recordarme siempre que la familia es el mejor refugio.

Con cariño, Andrea Quelal

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiar mis pasos, por darme la fuerza necesaria cuando sentí desfallecer e iluminar mi camino en cada decisión.

A mi madre, por su inmenso amor, su paciencia y fe en mí. Gracias por ser mi ejemplo; este logro es reflejo de su dedicación y de todo lo que ha hecho por mí.

A mi padre, por su apoyo incondicional por enseñarme que el esfuerzo y la honestidad son el camino hacia el éxito.

A mis hermanos, por su cariño, por estar a mi lado siempre aun en la distancia o el silencio.

A mi compañero incondicional, por apoyarme siempre en mis decisiones y creer en mí.

A mi querida amiga Verito, gracias por estar conmigo desde el primer hasta el último día universitario, por tus palabras de aliento que me impulsaron a seguir en los días difíciles, por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Tu amistad ha sido un regalo invaluable y una luz durante este proceso.

A mi tutor Ing. Diego Salazar, por su guía, paciencia y dedicación durante este proceso. Gracias por compartir sus conocimientos con generosidad, por sus valiosos consejos, por orientarme con sabiduría y respeto. Le agradezco profundamente su compromiso y apoyo que hicieron posible culminar con éxito esta etapa tan importante para mí.

A mis amigos por las risas, los desvelos, las palabras de ánimo, por acompañarme en cada etapa y hacer de esta travesía universitaria un recuerdo lleno de cariño y gratitud.

A la Universidad Técnica de Ambato y en especial a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, por brindarme la oportunidad de formarme académicamente.

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	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes investigativos.....	1
1.2 Tendencia de alimentación saludable	2
1.3 Situación actual.....	2
1.5 Col (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> L.)	3
1.6 Plátano no comercial (<i>Musa acuminata</i>)	3
1.7 Objetivos.....	4
1.7.1 Objetivo General.....	4
1.7.2 Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II	5
MATERIALES Y MÉTODOS	5

2.1	Obtención de harina de col (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> L) y plátano no comercial (<i>Musa acuminata</i>).....	5
2.2	Elaboración de Helado Batido	5
2.3	Composición proximal.....	6
2.3.1	Humedad, Proteína y Fibra	6
2.3.2	Grasa	6
2.3.3	Ceniza	6
2.3.4	Carbohidratos.....	6
2.3.5	Valor energético.....	7
2.4	Propiedades Fisicoquímicas.....	7
2.4.1	pH y Acidez	7
2.4.2	Color	7
2.4.3	Actividad de agua (a_w).....	7
2.4.4	Textura	7
2.4.5	Densidad	7
2.4.6	Propiedades del helado final	7
2.4.7	Resistencia al derretimiento.....	8
2.5	Calidad sensorial del helado batido	8
2.6	Diseño Experimental y Análisis Estadístico	8
2.7	Evaluación de estabilidad de pH, acidez y color durante 21 días de almacenamiento	9
CAPÍTULO III.....		10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		10
3.1	Análisis preliminares	10
3.2	Composición proximal.....	11
3.3	Propiedades fisicoquímicas.....	13
3.3.1	pH y acidez	13

3.3.2	Actividad de agua	14
3.3.3	Color	14
3.3.4	Textura	15
3.4	Propiedades tecnológicas	17
3.4.1	Porcentaje de aire incorporado (overrun)	17
3.4.2	Estabilidad térmica: resistencia al derretimiento y tasa de fusión	17
3.4.3	Densidad	18
3.5	Análisis Sensorial.....	19
3.6	Evolución de pH y acidez	21
3.7	Evolución de color	22
CAPÍTULO IV.....		24
CONCLUSIONES		24
MATERIAL DE REFERENCIA		25
	Referencias Bibliográficas	25
ANEXOS		29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formulación para helado.....	5
Tabla 2. Composición proximal de muestras de helado a base de harina de col y plátano. ...	13
Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas de muestras de helado con la inclusión de harina de col y plátano.....	15
Tabla 4. Propiedades tecnológicas de muestras de helado a base de harina de plátano y col	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Col (<i>Brassica oleracea</i> var. capitata)	3
Figura 2. Plátano no comercial (<i>Musa acuminata</i>)	4
Figura 3. Formulaciones de helado: A. Control; B. HPCS6050 (Helado con harina de plátano y col con 60g y 50g respectivamente) fue de 2,64% y en la formulación HPC3025 (Helado con harina de plátano y col con 30g y 25 g respectivamente)	10
Figura 4. Parámetros textura (TPA) de las formulaciones de helado con harina de col y harina de plátano. Las letras a, b indican diferencias significativas.	17
Figura 5. Comparación de las tasas de fusión de las muestras de helado batido con harina de col y plátano HPC6050, HPC3025 y Control.	18
Figura 6. Índice de aceptabilidad de muestra Control, HPC6050 con 3 % de harina de plátano y 2,5 % de harina de col y HPC3025 con 1,5 % de harina de plátano y 1,25 % de harina de col.	21
Figura 7. Evolución de pH y acidez durante el almacenamiento de las formulaciones HPC6050, HPC3025 y Control. Las letras a, b, c indican las diferencias significativas de las formulaciones en un solo tiempo. Las letras x, y, indican diferencias significativas de una muestra en el tiempo de almacenamiento.	22
Figura 8. Evolución de color durante el almacenamiento de las formulaciones HPC6050, HPC3025 y Control. Las letras a, b, c indican las diferencias significativas de las formulaciones en un solo tiempo. Las letras x, y, indican diferencias significativas de una muestra en el tiempo de almacenamiento.	23

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Obtención de Harinas de col y plátano	29
Anexo 2. Elaboración de Helado Batido	29
Anexo 3. Medición de parámetros.....	29
Anexo 4. Análisis sensorial.	30
Anexo 5. Resultados de los análisis de Proteína, Grasa y Fibra realizados en LACONAL.....	31

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad, en el sector agroindustrial existe un alto porcentaje de frutas y hortalizas que no llegan a comercializarse debido que contienen pequeños daños mecánicos superficiales, generando grandes cantidades de desperdicio por año. Asimismo, existe una creciente demanda de alimentos con mejor calidad nutricional debido a una conciencia en el cuidado de la salud en cuanto a la prevención de enfermedades. En el presente estudio se planteó una alternativa sostenible para el aprovechamiento de estos productos agroindustriales descartados y, al mismo tiempo, para responder la demanda de productos con mejor valor nutricional. Los parámetros medidos fueron composición proximal, propiedades fisicoquímicas, propiedades tecnológicas del helado y, en el análisis sensorial, se realizó un seguimiento de la estabilidad en pH, acidez y color por 21 días. La incorporación de harinas aumentó significativamente el contenido de fibra dietética en las dos formulaciones que contenían harinas; en la formulación HPCS6050 (Helado con harina de plátano y col con 60 g y 50 g respectivamente) fue de 2,64 por ciento y en la formulación HPC3025 (Helado con harina de plátano y col con 30 g y 25 g respectivamente) fue de 2,39 por ciento, a diferencia del Control 0,89 por ciento. Se destacan también resultados significativos en cuanto a la incorporación de aire, favoreciendo así la textura del helado, por lo que la respuesta sensorial fue aceptable. En conjunto, los resultados revelaron que el helado representa una alternativa innovadora para diversificar el consumo de helados y convertirlo en un producto con un mayor aporte nutricional.

Palabras clave: Helado; Harina vegetal; Col (*Brassica oleracea var. capitata* L); Plátano (*Musa acuminata*)

ABSTRACT

Currently, in the agro-industrial sector, a significant percentage of fruits and vegetables are not marketed because they contain small superficial mechanical damage, resulting in large amounts of waste each year. On the other hand, there is a growing demand for foods with better nutritional quality, as there is a greater awareness in health care in terms of disease prevention. This study proposed a sustainable alternative for utilizing these discarded agro-industrial products while responding to the demand for products with improved nutritional value. The parameters measured were proximal composition, physicochemical properties, technological properties of the ice cream, and sensory analysis. pH stability, acidity, and color were monitored for 21 days. The incorporation of these flours significantly increased the total dietary fiber content in the two formulations containing flours; in the HPCS6050 formulation (Ice cream with banana and cabbage flour with 60 g and 50 g respectively) was 2.64 percent and in the HPC3025 formulation (Ice cream with banana and cabbage flour with 30g and 25 g respectively) it was 2.39 percent, unlike Control 0.89 percent. Significant results are also highlighted in terms of the incorporation of air, which favors the texture of the ice cream, making the sensory response acceptable. Overall, the results revealed that ice cream represents an innovative alternative to diversify ice cream consumption and turn it into a product with a greater nutritional contribution.

Keywords: Ice cream; Vegetable flour; Cabbage (*Brassica oleracea var. capitata* L); Banana (*Musa acuminata*)

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

En el sector agroindustrial existe un porcentaje de frutas y hortalizas producidas que no llega al consumidor debido a criterios estéticos, tamaño, madurez excesiva o daños superficiales (Ginni et al., 2021). Estos productos, aunque son aptos para el consumo, son desechados o utilizados como forraje, representando una pérdida significativa de recursos y un grave problema ambiental (Roels y Van Gijseghe, 2017). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023), cerca del 32 % de las frutas y hortalizas producidas se desperdician antes de llegar al consumidor final. Por lo tanto, el aprovechamiento de productos no comercializables para la elaboración de ingredientes funcionales es una estrategia sostenible y eficiente para reducir pérdidas postcosecha.

Surbhi y Dhurve (2017) reportaron que el aprovechamiento de las hojas descartadas de col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) mostró gran utilidad en el desarrollo de un polvo de fibra dietética. Los resultados mostraron que el polvo contiene niveles altos de fibra cruda, proteínas, compuestos fenólicos, vitamina C y capacidad antioxidante. Así mismo, Bas-Bellver et al. (2024) exploraron la aplicación de polvo de hojas de col en la elaboración de palitos en base a arroz libres de gluten y en base a los resultados se observó que la adición de polvo de col mejoró significativamente las características funcionales del producto con el incremento en el contenido de fibra y se elevó la capacidad antioxidante del alimento final. También, se observó una buena aceptación sensorial por parte de los panelistas, demostrando que este ingrediente puede utilizarse sin comprometer el sabor ni la textura de un producto elaborado con materias primas no convencionales.

El plátano no comercial (*Musa acuminata*) puede aprovecharse mediante la elaboración de harina, lo que permite explotar su valor nutricional, Yangilar (2015) evaluó los efectos de incluir harina de plátano verde sobre helado tipo crema, encontrando mejoras significativas en viscosidad, overrun, contenido mineral y mayor estabilidad térmica, sin deteriorar las características sensoriales. Por otro lado, los resultados obtenidos por Carezzato (2015) evidencian que la adición de harina de plátano influye positivamente en las características fisicoquímicas y sensoriales de un helado tipo yogur. Estos helados con adición de harina de plátano presentaron una disminución en la dureza, lo que se traduce en una textura más suave y cremosa. Además, se observó un prolongamiento en el tiempo de inicio del derretimiento,

mejorando la estabilidad del producto. En general, la inclusión de esta harina rica en fibra se convierte en una alternativa viable para el desarrollo de helados probióticos más saludables y con valor agregado.

1.2 Tendencia de alimentación saludable

La demanda de alimentos con mejor valor nutricional, enriquecidos en fibra, reducidos en grasa, azúcares y sal ha aumentado considerablemente en las últimas décadas (Alvídrez-Morales et al., 2002). El consumo de este tipo de alimentos se ha visto impulsado por una mayor conciencia sobre el papel de la nutrición en la prevención de enfermedades crónicas debido a que poseen beneficios específicos para la salud a través de ingredientes bioactivos, minerales y vitaminas (Granato et al., 2017).

1.3 Situación actual

En la actualidad, una de las principales problemáticas que enfrenta el sector agroindustrial es el elevado volumen de desperdicio generado por productos agrícolas que no cumplen con los estándares de calidad comercial, ya sea por su tamaño, forma, madurez o daños superficiales (Perdana et al., 2023). Ecuador es un productor agrícola significativo según INEC (2025) en el año 2024 se produjo 7,5 millones de toneladas de plátano (*Musa acuminata*) y según estadísticas de FAOSTAT (2021) en ese año se produjo 12.290,64 toneladas de col (*Brassica oleracea var. capitata*) por lo que aprovechar los productos que no logran comercializarse es una oportunidad para la economía local (Gonzalez et al., 2017). Al mismo tiempo, la incorporación de estos productos en un helado batido no sólo impulsa la innovación alimentaria, sino que también crea un nicho de mercado con valor agregado, respondiendo a la demanda de productos con mejor valor nutricional.

1.4 Harinas vegetales

Las harinas elaboradas a partir de frutas y vegetales no solo valoran subproductos agrícolas, sino que también proporcionan una fuente rica en fibra dietética y compuestos bioactivos que pueden ser incorporados a alimentos como panes, snacks o salsas e incluso helados (Badia-Olmos et al., 2024). Las harinas derivadas de vegetales poseen interesantes contenidos de fibra y compuestos antioxidantes ligados a polisacáridos, favoreciendo la funcionalidad tecnológica como agentes gelificantes, espesantes y formadores de películas. Asimismo, la incorporación de harinas vegetales en productos horneados mejora notablemente su contenido mineral y compuestos fenólicos como hierro, calcio, potasio y compuestos antioxidantes, manteniendo las características sensoriales (Absi, 2024).

Según los estudios Alomá et al. (2022), la incorporación de harina de yuca en la elaboración de un helado permitió mantener niveles adecuados de grasa y sólidos totales mejorando la estabilidad del producto ya que el porcentaje de derretimiento fue menor al de los helados tradicionales lo que indica una estructura más resistente al calor, también se evidenció que durante la congelación el overrun fue del 100 %, cumpliendo con los estándares del sector y contribuyendo a una textura suave y homogénea.

1.5 Col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)

La col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) (Figura 1) perteneciente a la familia de *Brassicaceae* (Benítez et al., 2010). Se cultiva en regiones tropicales; se consume por sus características nutricionales tales como fibra, minerales, vitaminas, glucosinolatos, polifenoles y flavonoides que contienen propiedades antioxidantes, anticancerígenas y citotóxicas (Podsędek, 2007). Su composición es de 91,9 % de humedad, 4,6 g de carbohidratos, de grasa 0,1 g, 1,8 g de proteína, de tiamina 0,06 mg de, 0,09 mg de riboflavina, 1200 µg de β-caroteno, 124 mg de ácido ascórbico, 0,8 mg de hierro, 39 mg de calcio, 144 mg de potasio y un alto contenido de fibra (Jabeen et al., 2024). Asimismo, posee propiedades antiinflamatorias, anticancerígenas y antioxidantes debido a la presencia de glucosinolatos (Cruz et al., 2023).



Figura 1. Col (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

La estructura compacta de sus hojas facilita el procesamiento y almacenamiento de esta, lo que la convierte en una materia prima ideal para la obtención de harinas o polvos (Brito et al., 2020). Este tipo de procesamiento conserva las características nutricionales y permite su integración en matrices alimentarias como panificados, snacks e incluso helados, respondiendo a tendencias actuales de nutrición funcional y a la búsqueda de ingredientes sostenibles y de bajo desperdicio agroindustrial (Ueda et al., 2023).

1.6 Plátano no comercial (*Musa acuminata*)

El plátano (Figura 2) es una monocotiledónea de cruce entre *Musa acuminata* Colla que aporta un genoma A y *Musa balbisiana* Colla que aporta un genoma B los cuales pertenecen a la

familia *Musaceae*. Hay tres tipos de plátanos: los triploides, que tienen combinaciones AAA, AAB y ABB, y los diploides, con combinaciones AA y AB, y los tetraploides, con combinaciones AAAA, AAAB y AABB. Los principales plátanos comerciales son los triploides, ya que su fruta es más grande y con excelente sabor (Nadal-Medina et al., 2009).



Figura 2. Plátano no comercial (*Musa acuminata*)

La harina obtenida de plátanos verdes no comerciales que son rechazados por su tamaño, madurez o daño superficial contiene almidón resistente, fibra dietética, proteínas y minerales, harinas elaboradas tanto de pulpa como de plátano completo, con y sin cáscara, procesadas con y sin metabisulfito. En los estudios de Salazar et al. (2022), se encontró que estas presentaban un contenido significativo de almidón, así como fibra, reflejando un perfil nutricional balanceado, siendo una gran alternativa para el uso en alimentos funcionales, aprovechando un recurso agrícola frecuentemente descartado.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General

Evaluar el efecto del uso de harina de col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) y harina de plátano no comercial (*Musa acuminata*) en el desarrollo de un helado batido.

1.7.2 Objetivos específicos

- Desarrollar un helado batido mediante el uso de harina de col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) y harina de plátano No Comercial (*Musa acuminata*).
- Determinar la composición proximal, propiedades fisicoquímicas y de textura del helado batido.
- Establecer la calidad sensorial de un helado batido.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Obtención de harina de col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L) y plátano no comercial (*Musa acuminata*)

La col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) fue adquirida en el mercado mayorista de Ambato; el plátano no comercial (*Musa acuminata*) se obtuvo de fincas de la región litoral; ambos ingredientes fueron aquellos que no cumplieron con los estándares comerciales. Tanto la col como el plátano fueron sometidos a un proceso de limpieza mediante un lavado en agua y cepillado, eliminando todas las impurezas en la superficie.

Para la obtención de harinas se empleó la metodología descrita por Salazar et al. (2021); por lo tanto, la col fue troceada en tiras finas de aproximadamente 5 mm y el plátano laminado en rodajas de aproximadamente 3 mm; seguidamente, se realizó el secado a una temperatura de 60 °C durante 8 horas en un deshidratador por convección (Cabelas). Luego, las muestras secas fueron trituradas en un molino para granos (Daewoo) hasta obtener un polvo fino y almacenadas.

2.2 Elaboración de Helado Batido

Para el desarrollo de las formulaciones se utilizaron como componentes base la harina de col y la harina de pulpa de plátano, complementadas con leche entera, azúcar, agentes estabilizantes y otros aditivos esenciales para la fabricación de helados (Bartmus et al., 2019).

Tabla 1. Formulación para helado

Ingredientes	Formulaciones		
	HPC6050	HPC3025	Control
Leche (L)	2	2	2
Azúcar (gr)	280	280	280
Base 50 (gr)	70	70	70
Maltodextrina (gr)	40	40	40
Harina de Col (gr)	50	25	-
Harina de plátano (gr)	60	30	-

HPC6050: Formulación con 2,5 % de harina de col y 3 % de harina de plátano. HPC3025: Formulación con 1,25 % de harina de col y 1,5 % de harina de plátano. Control sin harinas.

Para la elaboración se calentó la leche a una temperatura de aproximadamente 50 °C. Se incorporaron el azúcar, la harina de col, la harina de plátano, el estabilizante y el emulsionante. Se mezcló constantemente hasta obtener homogeneidad; se pasteurizó a 72 °C durante 5 minutos; se enfrió aproximadamente a 4 °C; se maduró durante 24 h. Para terminar, se batió para agregar cremosidad y textura y se almacenó a -18 °C.

2.3 Composición proximal

2.3.1 Humedad, Proteína y Fibra

El contenido de humedad se evaluó con base en la metodología descrita por Ospina-Ladino et al. (2023). Se cuantificó el contenido proteico mediante el método Kjeldahl AOAC 2001.11, y el contenido de fibra total utilizando el método enzimático-gravimétrico AOAC 985.29.

2.3.2 Grasa

Se empleó el método Soxhlet AOAC 2003.06, el cual se centró en pesar una porción de muestra, la cual se encapsuló en un cartucho de extracción y se sometió a un proceso de extracción con un solvente orgánico adecuado. Tras un período de extracción de 2 a 3 horas, se recuperó la grasa extraída y se determinó su peso. El porcentaje de grasa cruda se calculó con base en la diferencia de peso entre la muestra inicial y la muestra libre de grasa.

$$\% \text{ grasa cruda} = \frac{m_2 - m_1}{m} * 100$$

En donde:

m: peso de la muestra

m₁: peso del matraz solo

m₂: peso del matraz con grasa

2.3.3 Ceniza

Este proceso se basó en el estudio descrito por Tolve et al. (2024); la muestra se sometió a incineración a 525 °C, lo que permitió la oxidación total de la materia orgánica, dejando un residuo de cenizas que representó la fracción inorgánica de la mezcla. Se realizó una segunda incineración y alcanzó un peso constante, confirmando así la precisión del resultado.

2.3.4 Carbohidratos

Los carbohidratos se calcularon a través de la diferencia entre los componentes presentes en la muestra; en este enfoque, resta del 100% la suma de proteínas, lípidos y cenizas.

2.3.5 Valor energético

Para la determinación del contenido calórico se basó en la suma total de las calorías que cada componente presente en el helado, grasa (X9 kcal/g), carbohidratos (X4 kcal/g), proteína (X4 kcal/g) y fibra (X2 kcal/g) (Salazar et al., 2021; Tolve et al., 2024).

2.4 Propiedades Fisicoquímicas

2.4.1 pH y Acidez

Se cuantificó el potencial de hidrógeno (pH) mediante un potenciómetro digital HANNA HI 9126 (Vargas-Hoyos y González-Horta, 2014). La acidez titulable se determinó mediante la metodología descrita en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN ISO (2013); se realizó una valoración ácido-base utilizando una solución estándar de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N y fenolftaleína como indicador. Los resultados se expresaron en g/100 g de ácido láctico.

2.4.2 Color

El color de las muestras se evaluó en un colorímetro Lovibond RM-200. Este equipo determinó los parámetros de color CIE Lab; se cuantificaron valores de luminosidad (L^*), rojo-verde (a^*) y amarillo-azul (b) (Maroulis et al., 2015).

2.4.3 Actividad de agua (a_w)

Se determinó mediante un medidor de actividad acuosa Aqualab 4TE, empleando el método de punto de rocío, que consiste en enfriar una superficie hasta que se forma condensación. Se siguieron las recomendaciones de la norma internacional ISO 18787 (2017), para garantizar la precisión y confiabilidad de las mediciones.

2.4.4 Textura

Mediante el texturómetro se midió la fuerza necesaria para penetrar el helado; se analizó la dureza, cohesión y adhesividad, metodología que se basó en el estudio de (Chacón-Villalobos et al., 2016).

2.4.5 Densidad

Se determinó según el método descrito por Sandón (2023). Se pesó un volumen fijo de helado y el peso del helado.

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

2.4.6 Propiedades del helado final

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

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

Donde:

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

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

(Ospina-Ladino et al., 2023)

2.4.7 Resistencia al derretimiento

Se colocaron las muestras del helado en un plato o superficie plana a temperatura ambiente controlada (25 °C). Las distintas pruebas de medición se realizaron por triplicado.

Tiempo del primer goteo: Con un cronómetro, se registró el tiempo exacto desde que se colocó el helado en la superficie hasta que la primera gota de líquido se separó del helado.

Tasa de fusión: Se registró el tiempo a intervalos regulares, cada 5 minutos, y se observó la cantidad de líquido que se formó. Mediante la siguiente fórmula se calculó la tasa de fusión.

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

(Ospina-Ladino et al., 2023)

2.5 Calidad sensorial del helado batido

En este estudio, un grupo de 20 personas evaluó dos muestras de helado con distintas formulaciones que se representaron mediante diferentes códigos. Se utilizó una escala hedónica del 1 al 3 (3: me gusta mucho; 2: ni me gusta ni me desagrada; 1: me disgusta mucho), los participantes calificaron el color, apariencia, olor, textura, sabor, aceptabilidad.

2.6 Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado y se evaluó el impacto de la incorporación de harina de col y pulpa de plátano en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un helado batido. Los datos obtenidos fueron analizados mediante el software estadístico InfoStat; se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) de una o dos vías; se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5% y se realizaron comparaciones múltiples entre las medias de los diferentes tratamientos (Martínez y Jiménez, 2006).

2.7 Evaluación de estabilidad de pH, acidez y color durante 21 días de almacenamiento

Para la evaluación de estabilidad se realizaron mediciones de las muestras por triplicado cada 7 días mediante la metodología de los puntos anteriores con respecto al pH, acidez y color con la finalidad de mantener un control de la vida útil del producto.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis preliminares

La inclusión de harinas vegetales en el desarrollo de un helado batido permitió comprobar la viabilidad tecnológica dentro de una matriz láctea congelada, ambas harinas aportaron compuestos funcionales que incidieron con la estabilidad, textura y overrun estos hallazgos coinciden con Lučan Čolić et al. (2024) quienes reportaron que los ingredientes vegetales favorecen a la retención de aire durante el batido y mejoran la consistencia final del helado evitando la formación de cristales.

En la figura 3 se observa la diferencia de color entre las formulaciones con harinas vegetales y el control esto se debe a la presencia de clorofila y carotenoides presentes en las harinas de col y de plátano que influyen en la intensidad y en la uniformidad del helado según Sakr et al. (2023) se debe a que los pigmentos vegetales mejoran la percepción del color e incrementan la homogeneidad visual del helado. Por otro lado, el contenido de fibra dentro de las formulaciones HPC6050 y HPC3025 con inclusión de harina aumentó la viscosidad y la capacidad de retención de agua mejorando su capacidad ante el derretimiento coincidiendo con Tolve et al. (2024) que reportaron que la presencia de fibra dietética aumenta la firmeza y cohesión ya que actúa como un estructurante capaz de reforzar la matriz congelada limitando la movilidad de agua libre y evitando que se formen cristales de hielo.



Figura 3. Formulaciones de helado: A. Control; B. HPCS6050 (Helado con harina de plátano y col con 60g y 50g respectivamente); C. HPC3025 (Helado con harina de plátano y col con 30g y 25 g respectivamente)

3.2 Composición proximal

Los resultados obtenidos de la composición proximal de las muestras de helado a base de harina de plátano y harina de col se presentan en la Tabla 2. La muestra control presenta el menor porcentaje de humedad ($66,65 \pm 1,68$ %) respecto a las otras formulaciones, este comportamiento se podría deber a que la humedad está fuertemente ligada a la presencia de polisacáridos, al ser una muestra que no contiene harinas vegetales la capacidad de retención de agua disminuye, resultando en un menor contenido de humedad ya que no se forma una red que permita ligar el agua (Maity et al., 2018). Por otra parte, la formulación HPC6050 seguida de HPC3025 presentan los mayores valores de humedad ($68,25 \pm 0,55$ %; $69,86 \pm 0,55$ %) respectivamente, lo cual se encuentra relacionado al estudio realizado por F. Yangilar (2015) el cual explica que la concentración de polisacáridos aumenta la capacidad de hidratación de la muestra, lo que favorece a la formación de una red más compacta, sin embargo, en HPC6050 se genera una estructura más densa por una mayor concentración de polisacáridos, lo que reduce la humedad respecto a la formulación HPC3025, este patrón concuerda con lo descrito por Mleko et al. (2024) que proponen que el porcentaje de humedad está relacionado con la fracción y concentración de polisacáridos, es decir que las fracciones (soluble o insoluble) determinan si hay mayor o menor humedad aparente.

El contenido de proteína de las formulaciones de helado batido presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) con valores de $3,48 \pm 0,05$ %; $3,22 \pm 0,05$ %; $4,20 \pm 0,05$ % respectivamente para las formulaciones HPC6050, HPC3025 y Control. La reducción observada en las formulaciones en relación con el Control sigue al patrón de dilución proteica ocasionado por la sustitución parcial de los sólidos presentes en la matriz láctea (fuente principal de proteína del helado) cuyos aportes de proteína son menores en comparación a los presentes de forma natural en la leche, estos resultados concuerdan con lo obtenido por Zhen et al. (2024) quienes en su estudio observaron que la sustitución parcial de sólidos lácteos por harinas de origen vegetal reduce el contenido de proteína dado a que las harinas vegetales aportan menos proteína que la que aporta la leche, siguiendo de esta forma un patrón de dilución.

Respecto al porcentaje de grasa, se evidenciaron diferencias significativas entre las formulaciones ($p < 0,05$) con valores que oscilan $5,71 \pm 0,05$ %; $5,12 \pm 0,05$ %; $4,73 \pm 0,05$ % respectivamente para HPC6050, HPC3025, Control. El incremento observado con la incorporación de las harinas se asocia a la presencia de lípidos naturales en las harinas de plátano y col, lo que concuerda con lo reportado por F. Yangilar (2015) quien en su estudio

sobre el contenido de grasa observo un aumentó ligero debido a una mayor retención de la fase grasa y a una menor sinéresis, por otra, parte Sui et al. (2020) explica que incorporar harinas vegetales puede mejorar la estabilidad del helado ya que la presencia de fibra, almidones puede favorecer a la emulsión y retención de grasa disminuyendo la separación de fases durante el congelamiento.

En relación con el contenido de fibra, se presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las muestras; estas diferencias se encuentran asociadas a la incorporación de harinas vegetales. En el caso de la formulación HPC6050 ($2,64 \pm 0,05$ %) que presenta el mayor contenido de fibra respecto a las formulaciones HPC3025 y el Control ($2,39 \pm 0,05$ %; $0,89 \pm 0,05$ %) se debe a que las harinas poseen compuestos fibrosos como hemicelulosa, celulosa lo que aumenta significativamente la fracción insoluble, contribuyendo a una estructura mucho más firme que está relacionado con lo reportado por Leahu et al. (2022) quienes evidenciaron que a medida que se adiciona subproductos ricos en fibra se incrementa notablemente el contenido de fibra en helados, mejorando el perfil nutricional del producto.

El contenido de carbohidratos presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) con valores entre $22,50 \pm 1,59$ % para el Control, $19,00 \pm 0,26$ % para HPC6050 y $18,51 \pm 0,50$ % para HPC3025. La reducción observada en las formulaciones con harina de col y plátano respecto al Control se asocia por la sustitución de sólidos lácteos simples por componentes complejos que provienen de la harina de col y plátano que aportan almidón resistente de tipo II, celulosa y hemicelulosa, por lo que estos componentes al ser complejos son los responsables de aportar una mayor concentración de componentes fibrosos insolubles que diluye o reduce la presencia de carbohidratos simples. Este comportamiento se asocia al obtenido por Vasundhara y Amrita (2022), que observaron que los azúcares simples disminuyen con el uso de harinas vegetales, lo que, a su vez, aporta compuestos de digestión lenta con potencial prebiótico y bajo índice de azúcar en sangre.

Por otra parte, el contenido de cenizas no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$), estos resultados evidencian que la incorporación de harinas vegetales a la concentración establecida no alteró de forma relevante el contenido de minerales totales de las muestras de helado, según lo reportado por Sakr et al. (2023) esto se atribuye a las cantidades añadidas que a pesar que aportan minerales como calcio, magnesio o potasio estos se encuentran en pequeñas proporciones y modifican levemente pero no generar cambios notables, de igual forma la matriz láctea por sí sola posee minerales en equilibrio por lo que puede llegar a amortiguar o

diluir la concentración de minerales provenientes de las harinas siempre y cuando se incorporen pequeñas cantidades (Salehi, 2021).

El contenido de calorías totales presentó diferencias significativas ($p<0,05$) entre las formulaciones con valores que oscilaron entre $145,06\pm2,34$ para HPC6050; $137,80\pm3,31$ para HPC3025 y $151,14\pm3,12$ para el Control, esta tendencia de disminución en las formulaciones que poseen harinas vegetales se atribuye a la sustitución de los azúcares y sólidos de la matriz láctea por componentes complejos como fibra que otorgan menor disponibilidad energética (Narizhnyy et al., 2023).

Tabla 2. Composición proximal de muestras de helado a base de harina de col y plátano.

Parámetros	HPC6050	HPC3025	Control
Humedad	$68,25\pm0,55^{ab}$	$69,86\pm0,55^a$	$66,65\pm1,68^b$
Proteína	$3,48\pm0,05^b$	$3,22\pm0,05^c$	$4,20\pm0,05^a$
Grasa	$5,71\pm0,05^a$	$5,12\pm0,05^b$	$4,73\pm0,05^c$
Fibra	$2,64\pm0,05^a$	$2,39\pm0,05^b$	$0,89\pm0,05^c$
Carbohidratos	$19,00\pm0,26^b$	$18,51\pm0,50^b$	$22,50\pm1,59^a$
Cenizas	$0,92\pm0,13^a$	$0,89\pm0,03^a$	$1,03\pm0,03^a$
Calorías Totales	$145,06\pm2,34^{ab}$	$137,80\pm3,31^b$	$151,14\pm3,12^a$

Los resultados corresponden a la comparación de medias de la composición proximal. Los superíndices a, b, c indican diferencias significativas evaluadas con la prueba de Tukey al 95% de nivel de confianza. HPC6050 (Harina de plátano 3% y Harina de col 2,5%), HPC3025 (Harina de plátano 1,5% y Harina col 1,25%) y Control.

3.3 Propiedades fisicoquímicas

3.3.1 pH y acidez

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos de pH al inicio del almacenamiento, las muestras oscilan entre 6,61 a 6,75 y se presentan diferencias significativas ($p<0,05$) entre la muestra Control y las formulaciones HPC6050 y HPC3025 ($6,61\pm0,03$; $6,67\pm0,04$) respectivamente, siendo ligeramente más bajas al control ($6,75\pm0,01$) este comportamiento se atribuye a la presencia de ácidos orgánicos débiles como ácido málico y ácido cítrico que contribuyen a una ligera disminución de pH, además las harinas poseen compuestos ionizantes como carboxilos o fenoles que modifican las cargas eléctricas de las proteínas de la leche lo

que genera una ligera disminución de pH y esta depende directamente de la cantidad de harina vegetal añadida (Qayyum et al., 2017).

En relación con la acidez, las muestras presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) el incremento de acidez en la formulación HPC6050 ($0,216 \pm 0,018$ %) respecto al Control ($0,132 \pm 0,005$ %) y a HPC3025 ($0,153 \pm 0,009$ %) se encuentra directamente relacionada a la presencia de ácidos orgánicos típicamente provenientes de la harina de plátano y col, los cuales presentan ácido málico y ácido cítrico en bajas concentraciones y aportan protones libres derivados de compuestos fenólicos o carboxílicos ionizables que pueden donar dichos protones que elevan la acidez del medio (helado) y como consecuencia reducen el pH, estos hallazgos coinciden con los publicados por Sakr et al. (2023) quienes explican que los ácidos orgánicos de las harinas vegetales pueden modificar las cargas eléctricas de las proteínas lácteas.

3.3.2 Actividad de agua

La actividad de agua (a_w) de las muestras de helado no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$), con valores de $0,976 \pm 0,002$ para HPC6050, $0,979 \pm 0,001$ para HPC3025 y $0,979 \pm 0,001$ para el Control, estos resultados indican que incorporar harina de plátano y col en las cantidades utilizadas no afectó de manera sustancial la disponibilidad de agua libre en el helado, este resultado es consistente con lo presentado por Sapiga et al. (2022) que señala que la actividad de agua permanece estable ante ligeras variaciones en la concentración de compuestos sólidos.

3.3.3 Color

En el análisis de color, las muestras presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el parámetro de luminosidad (L) y en la tendencia de amarillos (b^*); y en el parámetro a^* no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$). El control presentó el mayor valor de luminosidad ($81,85 \pm 2,24$) respecto a las formulaciones HPC6050 y HPC3025 ($66,40 \pm 0,72$; $67,60 \pm 1,91$ respectivamente) que presentaron tonalidades más oscuras atribuidas a la naturaleza de los pigmentos provenientes de las harinas de plátano y col (típicamente carotenoides, clorofilas y compuestos fenólicos) que disminuyen la reflexión de la luz generando tonalidades oscuras (Akalın et al., 2018).

Complementariamente se observa que en el parámetro b^* existe una mayor tendencia a los amarillos de la formulación HPC6050 ($12,12 \pm 0,90$) en comparación a la formulación HPC3025 ($9,10 \pm 0,72$) y al Control ($7,13 \pm 0,39$), esto se debe a que conforme se adiciona una mayor proporción de harina de plátano y col en la matriz se refleja una marcada tendencia hacia

tonalidades amarillas por los pigmentos carotenoides provenientes del plátano y ligeras reacciones de pardeamiento durante la deshidratación de las harinas (Munoz et al., 2024).

Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas de muestras de helado con la inclusión de harina de col y plátano.

Parámetros		HPC6050	HPC3025	Control
pH		6,61±0,03 ^b	6,67±0,04 ^b	6,75±0,01 ^a
Acidez		0,216±0,018 ^a	0,153±0,009 ^b	0,132±0,005 ^b
a _w		0,976±0,002 ^a	0,979±0,001 ^a	0,979±0,001 ^a
Color	L	66,40±0,72 ^b	67,60±1,91 ^b	81,85±2,24 ^a
	a*	1,37±0,76 ^a	1,10±0,24 ^a	1,51±0,37 ^a
	b*	12,12±0,90 ^a	9,10±0,72 ^b	7,13±0,39 ^c

Los resultados corresponden a la comparación de medias de la composición proximal. Los superíndices a, b, c indican diferencias significativas evaluadas con la prueba de Tukey al 95% de nivel de confianza. HPC6050 (Harina de plátano 3% y Harina de col 2,5%), HPC3025 (Harina de plátano 1,5% y Harina col 1,25%) y Control.

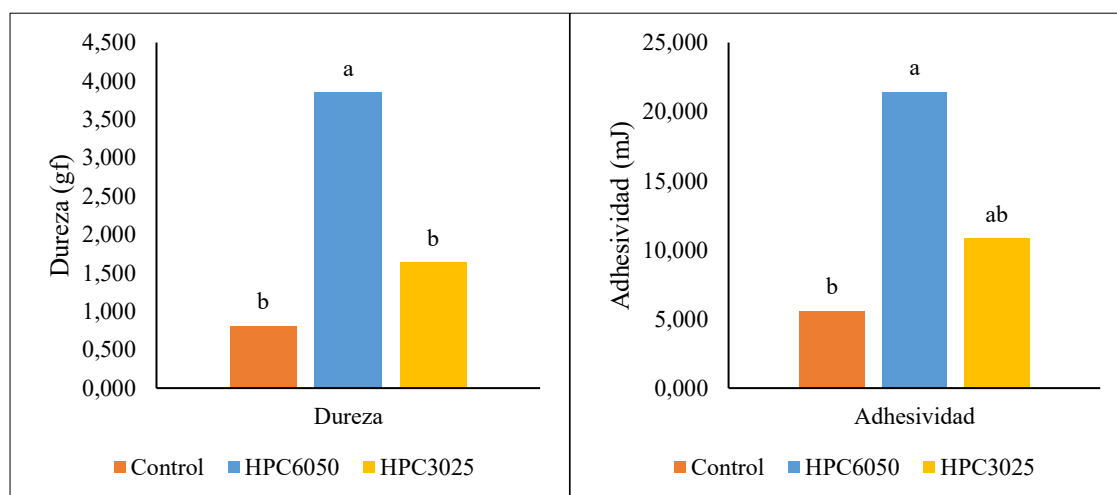
3.3.4 Textura

En la Figura 4 se presentan los parámetros de dureza, adhesividad y cohesividad, en donde se evidencia que los resultados obtenidos del parámetro de dureza existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las formulaciones de helado, estos resultados evidencian que existe un marcado incremento en la dureza del helado conforme se adiciona más cantidad de harina en el helado, en este sentido, este incremento refleja que las partículas y fibras provenientes de las harinas actúan como un refuerzo físico de la matriz (helado) favoreciendo una red más compacta y con mayor resistencia a la deformación inicial, es decir, que a mayor dureza más fuerza se necesita para deformar el helado durante la primera compresión, lo que implica que el helado es más duro, este resultado es consistente a lo obtenido por Akalın et al. (2018) quienes reportaron un incremento de la dureza del helado debido a que las fibras promueven una red más compacta en el helado, reforzando la idea que las harinas vegetales mejoran la estructura y resistencia.

Los resultados obtenidos de la adhesividad muestran que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las formulaciones. La formulación HPC6050 presentó la mayor capacidad de adherencia, es decir que presenta una estructura más pegajosa, lo cual se asocia a la presencia

de polisacáridos y almidones con la capacidad de formar puentes de hidrógeno y redes gelificadas que aumentan la adhesividad, por otra parte, la formulación HPC3025 presenta una estructura menos densa y más equilibrada en comparación de HPC6050 debido a la menor proporción de harina utilizada que aporta menos cantidad de polisacáridos, en este sentido, estos resultados refuerzan lo documentado por Tobing et al. (2023) quienes señalaron que las harinas ricas en polisacáridos modifican la textura e incrementan la viscosidad, sin embargo, Qayyum et al. (2017) afirma que no siempre este efecto es lineal, en ciertos casos cuando son concentraciones muy altas puede afectar negativamente la textura, observándose que la mejor adhesividad se observa cuando se usan concentraciones intermedias.

En cuanto a la cohesividad, no se presentaron diferencias significativas ($p>0,05$) entre las formulaciones lo que implica a pesar que se adiciona harina de col y plátano los componentes complejos como polisacáridos o almidones no se encuentran suficientemente concentrado para generar un cambio notable en la cohesividad de las muestras, sin embargo, a medida que se adicione harina vegetal existe un ligero aumento en la cohesividad atribuida a la presencia de fibra, almidones o polisacáridos que promueven una estructura más firme favoreciendo la resistencia interna del helado para mantenerse unida después de la primera compresión, lo anterior es congruente con los resultados de Tolve et al. (2024), cuyo estudio demostró que la adición de fibras favorece la cohesión del helado demostrando que la interacción de proteínas y polisacáridos fortalecen la integridad interna del helado.



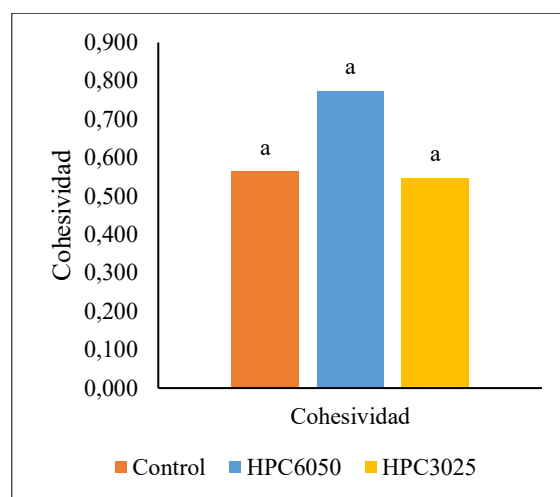


Figura 4. Parámetros textura (TPA) de las formulaciones de helado con harina de col y harina de plátano. Las letras a, b indican diferencias significativas.

3.4 Propiedades tecnológicas

3.4.1 Porcentaje de aire incorporado (overrun)

En la Tabla 4 se muestran los resultados del overrun en las muestras de helado con la incorporación de harina de plátano y col. En las formulaciones HPC6050 y HPC3025 se ha demostrado un efecto positivo en el incremento del overrun respecto al Control (32,43 %), estudios como el realizado por Tobing et al. (2023) señalan que la inclusión de harinas como la del plátano en concentraciones que oscilan del 1 al 3 % produce un aumento en el overrun respecto a muestras de control, lo que se atribuye a la capacidad de compuestos complejos como fibras solubles para aumentar la viscosidad y estabilizar las burbujas de aire, cabe resaltar que Abdel y Awad (2015) explica que niveles excesivos de harina pueden generar una matriz que limita la difusión y retención de aire, por lo que concentraciones bajas favorecen la aireación tal como se evidencia en los obtenido en la formulación HPC3025 (37,21 %).

3.4.2 Estabilidad térmica: resistencia al derretimiento y tasa de fusión

Los resultados obtenidos de la de la estabilidad térmica se muestran en la Tabla 4 y presentan diferencias significativas ($p < 0,05$), se evidencia que la incorporación de harina de plátano y col mejoran la estabilidad frente al calor, lo que concuerda con lo obtenido por Mowuta y Mayangsari (2022), el incremento en el tiempo del primer goteo y a la tasa de fusión puede estar atribuido a la capacidad de los polisacáridos de formar redes que retienen el agua y refuerzan la matriz, lo que limita la liberación de agua durante la fusión, de igual forma se observa que a la proporción empleada en la formulación HPC6050 favorece una estructura más estable, mientras que en la formulación HPC3025 puede reducirse este efecto por la uniformidad de los poros por consecuencia se incrementa ligeramente la tasa de fusión,

fenómeno que puede evidenciarse con la muestra Control (ver Figura 5) ya que no contiene harinas y por tanto no se forma una red estable lo que provoca que se derrita con mayor facilidad.

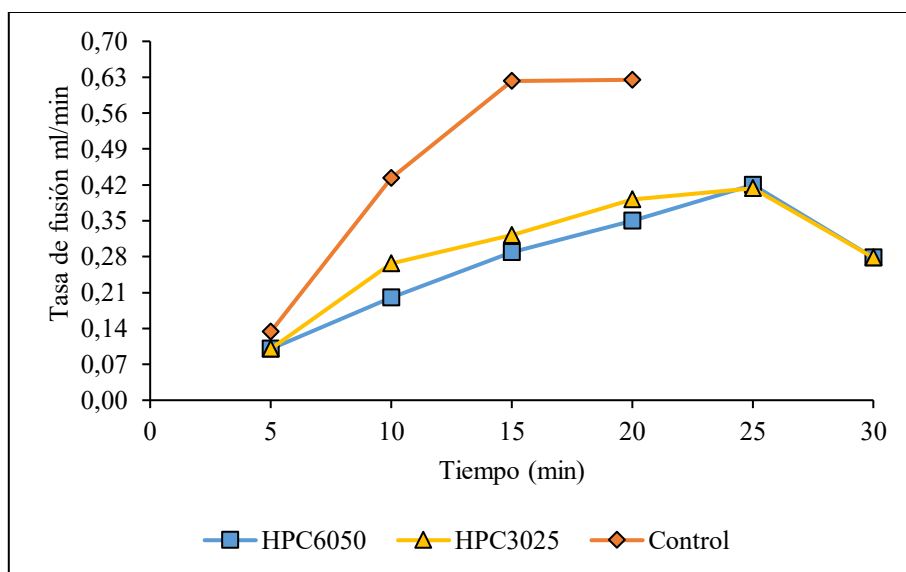


Figura 5. Comparación de las tasas de fusión de las muestras de helado batido con harina de col y plátano HPC6050, HPC3025 y Control.

3.4.3 Densidad

Los resultados obtenidos de la densidad de las muestras con harina de plátano y col presentan diferencias significativas respecto al control ($p < 0,05$), lo que pone de manifiesto que con una mayor incorporación de aire se obtiene una estructura interna más ligera, este comportamiento es coherente con lo registrado por F. Yangilar (2015), que explica que la formulación con mayor overrun y menor densidad presenta una textura más ligera y expandida fenómeno observado en la muestra HPC3025 y HPC6050.

Tabla 4. Propiedades tecnológicas de muestras de helado a base de harina de plátano y col

Parámetros	HPC6050	HPC3025	Control
% Overrun	34,04	37,21	32,43
Resistencia al derretimiento			
Tiempo del primer goteo	4,34±0,14 ^{ab}	5,12±0,12 ^a	3,80±0,70 ^b
Tasa de fusión	0,27±1,83 ^a	0,30±1,81 ^a	0,30±0,42 ^a
Densidad	3,87±0,19 ^{ab}	3,46±0,20 ^b	4,26±0,13 ^a

El análisis estadístico (Tukey, 95% nivel de confianza) de las propiedades tecnológicas evidenció que las formulaciones HPC6050, HPC3025 y Control presentan diferencias significativas identificadas como superíndices a, b.

3.5 Análisis Sensorial

El parámetro de apariencia evidenció diferencias notables entre las formulaciones HPC6050, HPC3025 y el Control, donde este último obtuvo la puntuación más alta (92,5 %) seguido de HPC3025 (90,0 %) y HPC6050 (75,0 %). En la Figura 6 se observa los resultados relacionados a los cambios de color y homogeneidad de las formulaciones con harina de plátano y col ya que las mismas modifican la textura, luminosidad dado que contienen compuestos como clorofilas, fenoles los cuales aportan totalidades y alteran la percepción típica de un helado tradicional (Ropciuc et al., 2024).

Por otra parte, en el caso del parámetro de olor los valores bajos en las formulaciones con harina de col y plátano se debe principalmente a la presencia de compuestos volátiles que son características de la col y del plátano, de acuerdo con lo obtenido por Friedrich et al. (2022) en la harina de col predominan compuestos como glucosinolatos, dimetil disulfuro, isotiocianato de alilo que otorgan notas azufradas poco armónicas efecto que se observa de forma más intensa en la formulación HPC6050 que posee una mayor proporción de harina respecto a HPC3025.

En el parámetro de textura la formulación HPC3025 obtuvo una puntuación más alta al Control con un valor del 90%, por otro lado, la formulación HPC6050 presentó un valor del 80 %, lo que evidencia que a mayor incorporación de harina vegetal la sensación del helado en boca es poco aceptada, según lo explicado por Jardines et al. (2020) sensorialmente la textura del helado está determinada por la interacción de los cristales de hielo, el overrun y los sólidos cualquier cambio de estos componentes puede llegar a afectar la sensación durante la

degustación, la disminución en el parámetro de textura se atribuye a la fibra y compuestos insolubles que provocaron una estructura más densa y poco agradable.

Para el parámetro de sabor se observó una marcada diferencia entre las formulaciones, especialmente en la formulación HPC6050, lo que se relaciona con los compuestos propios de las materias primas utilizadas que modifican en gran medida la percepción del sabor. En la harina de col, los isotiocianatos, compuestos azufrados y tioles confieren notas amargas, ligeramente picantes y azufradas, las cuales resultan poco compatibles con el sabor característico del helado Control (Friedrich et al., 2022). En el caso de la harina de plátano, presenta acetato de isoamilo que aporta matices dulces; no obstante, cuando ambos se combinan, los compuestos azufrados predominan en la percepción del sabor (Zhu et al., 2018).

El color en el análisis sensorial presentó diferencias significativas entre las formulaciones con harina de plátano y col, la muestra HPC3025 (95%), por otro lado, la muestra HPC6050 (67,50 %), esto se atribuye al contenido de clorofilas y compuestos fenólicos responsables de las tonalidades verdosas y la harina de plátano confiere tonalidades amarillentas, la combinación de ambos componentes genera una tonalidad menos brillante y poco homogénea, lo presentado por Thilakarathna et al. (2023) explica que los panelistas perciben como una desviación a los colores que difieren al color típico del helado Control de apariencia crema, efecto que se intensifica en la formulación HPC6050 a su mayor proporción de harina de plátano y col disminuyendo la aceptabilidad del producto a diferencia de HPC3025 que permitió tener un color más similar al Control y por tanto mayor aceptabilidad.

El índice de aceptabilidad refleja diferencias considerables entre la formulación HPC3025, el Control respecto a la formulación HPC6050, este resultado sintetiza los atributos evaluados de forma individualizada, por lo que, en la formulación HPC6050 la incorporación de harina de plátano y col tuvo un efecto negativo sobre los atributos de color, olor, sabor y apariencia generando una experiencia sensorial poco agradable para los catadores, en particular la presencia de compuestos como glucosinolatos, isotiocianatos (compuestos azufrados) redujeron considerablemente la aceptación de esta muestra, respecto a la formulación HPC3025 tuvo una aceptación más favorable, conservando atributos similares a la muestra Control, este efecto concuerda con lo obtenido por F. Yangilar (2015) que resaltan la importancia de incorporar harinas vegetales en niveles de sustitución moderada para no comprometer las propiedades organolépticas.

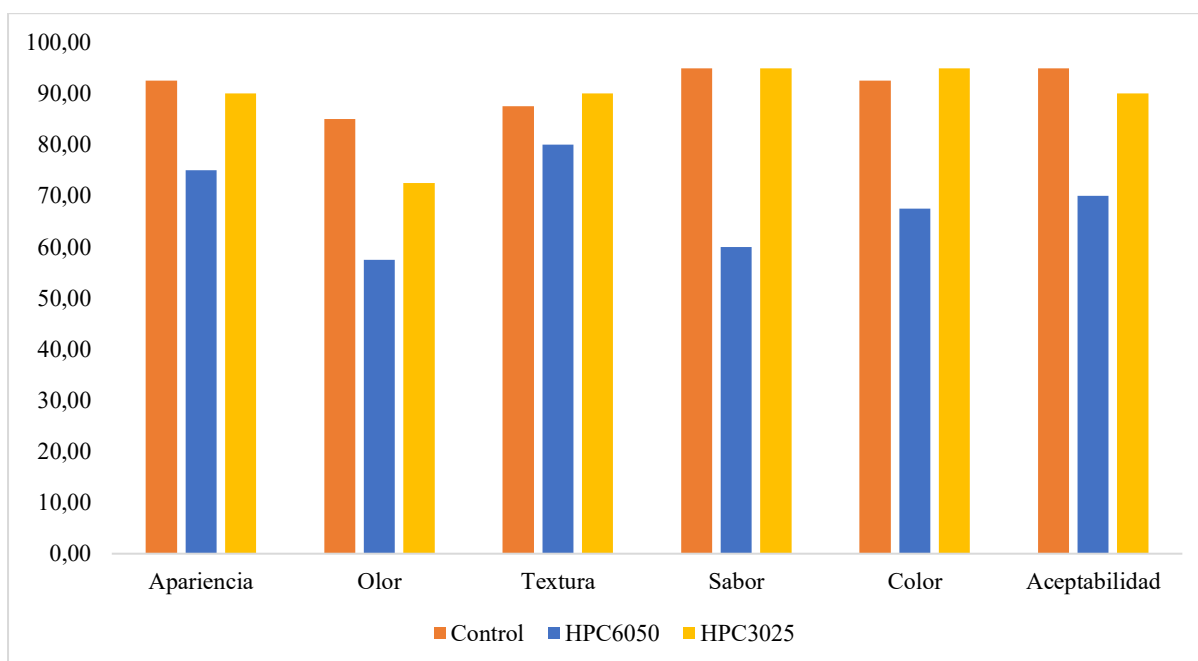


Figura 6. Índice de aceptabilidad de muestra Control, HPC6050 con 3 % de harina de plátano y 2,5 % de harina de col y HPC3025 con 1,5 % de harina de plátano y 1,25 % de harina de col.

3.6 Evolución de pH y acidez

La estabilidad de pH y acidez de las formulaciones HPC6050, HPC3025 y Control se observa en la Figura 7 en donde se evidencia que durante los 21 días de almacenamiento a -15°C la adición de harina de plátano y harina de col no alteró el equilibrio ácido – base del helado a lo largo del tiempo, tampoco induce una acidificación considerable, cabe destacar que la incorporación de las harinas vegetales por la presencia de ácidos orgánicos como ácido málico, ácido cítrico y ácido ascórbico provoca un descenso de pH y un ligero aumento de la acidez respecto al Control (Qayyum et al., 2017). El comportamiento estable es consecuencia de la baja temperatura durante todo el almacenamiento que inhibe la actividad enzimática y microbiana, así como se limita la disponibilidad de agua en la matriz, lo que es coherente a lo obtenido por Farooq et al. (2023) en donde se observó que las mezclas con harinas oscilaron un pH entre 5,95 a 6,09 sin cambios significativos ($p>0,05$) durante todo el almacenamiento. De forma similar, la acidez se mantuvo estable con ligeros incrementos, lo que indica que no se produjo un aumento relevante de la acidez durante el almacenamiento de las muestras, respaldando que la matriz se mantuvo estable sin actividad microbiana ni degradaciones químicas que incrementaran los compuestos ácidos libres.

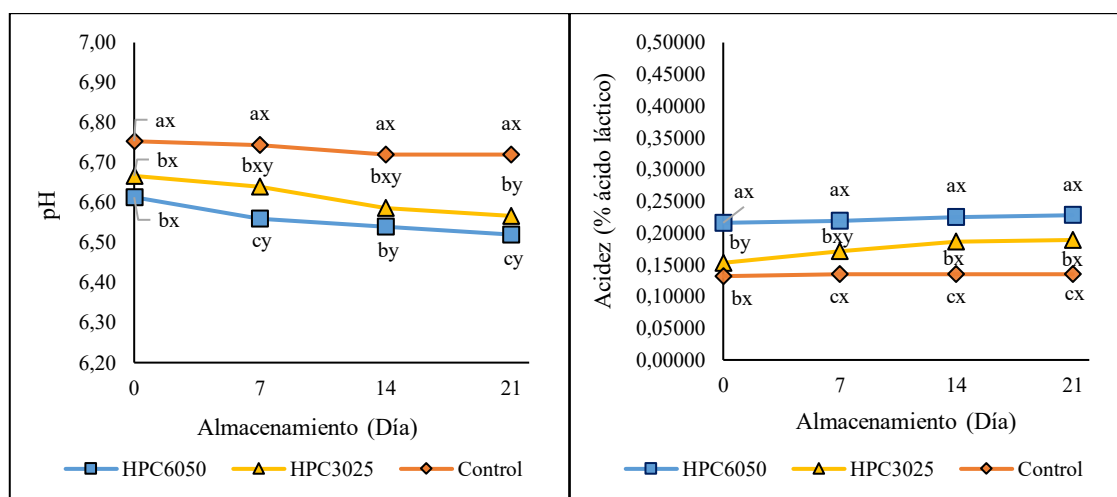


Figura 7. Evolución de pH y acidez durante el almacenamiento de las formulaciones HPC6050, HPC3025 y Control. Las letras a, b, c indican las diferencias significativas de las formulaciones en un solo tiempo. Las letras x, y, indican diferencias significativas de una muestra en el tiempo de almacenamiento.

3.7 Evolución de color

La evolución de la luminosidad L^* en el almacenamiento mostró diferencias significativas ($p < 0,05$), el comportamiento observado en la Figura 8 se debe a la naturaleza de la materia prima adicionada ya que la harina de col y harina de plátano contienen pigmentos como la clorofila y carotenoides que dispersan la luz de forma desigual, reduciendo la luminosidad respecto a la muestra Control cuya base es más cremosa y blanca, durante el almacenamiento las formulaciones HPC6050 y HPC3025 mostraron un ligero incremento de luminosidad lo cual concuerda con Markowska et al. (2023) explica que este fenómeno puede estar relacionado a procesos de redistribución del agua y del aire de la matriz, lo que al inicio mejora la reflectancia al reducir la opacidad. En el caso del Control, se muestra un comportamiento descendiente posiblemente atribuido a procesos físicos como la formación de cristales de hielo y glóbulos de grasa más grandes que alteran el índice de refracción (Anjali y Mudannayake, 2024).

En referencia al parámetro de a^* que indica la tendencia de rojos y verdes, las formulaciones de helado batido tienen una ligera tendencia a comportamientos rojizos que podría atribuirse a oxidaciones de compuestos fenólicos presentes en la harina de plátano, los cuales pueden generar pigmentos anaranjados y pardo-rojizos responsables de la ligera coloración rojiza (Mendes et al., 2024). Además, según lo presentado por Anjali y Mudannayake (2024), la estructura del helado y la dispersión de partículas provocan que la luz incida y se refleje de forma diferente, modificando la percepción de color.

Finalmente, respecto al parámetro de b^* , existe una marcada diferencia entre las formulaciones HPC6050 y HPC3025 respecto al Control ($p < 0,05$) lo que indica que con la incorporación de harina de plátano y harina de col incrementa la tendencia hacia los amarillos, este comportamiento se relaciona a lo obtenido por Munoz et al. (2024) quienes observaron que tras la adición de harinas vegetales ricas en compuestos bioactivos incrementó los valores de b^* atribuido a la presencia de carotenoides y compuestos fenólicos, además de ello, estos compuestos aunque estables pueden sufrir ligeras oxidaciones e interacciones con proteínas y grasas que pueden llegar a incrementar ligeramente o mantener estable la tendencia a los amarillos en el tiempo fenómeno observado en las formulaciones HPC6050 y HPC3025.

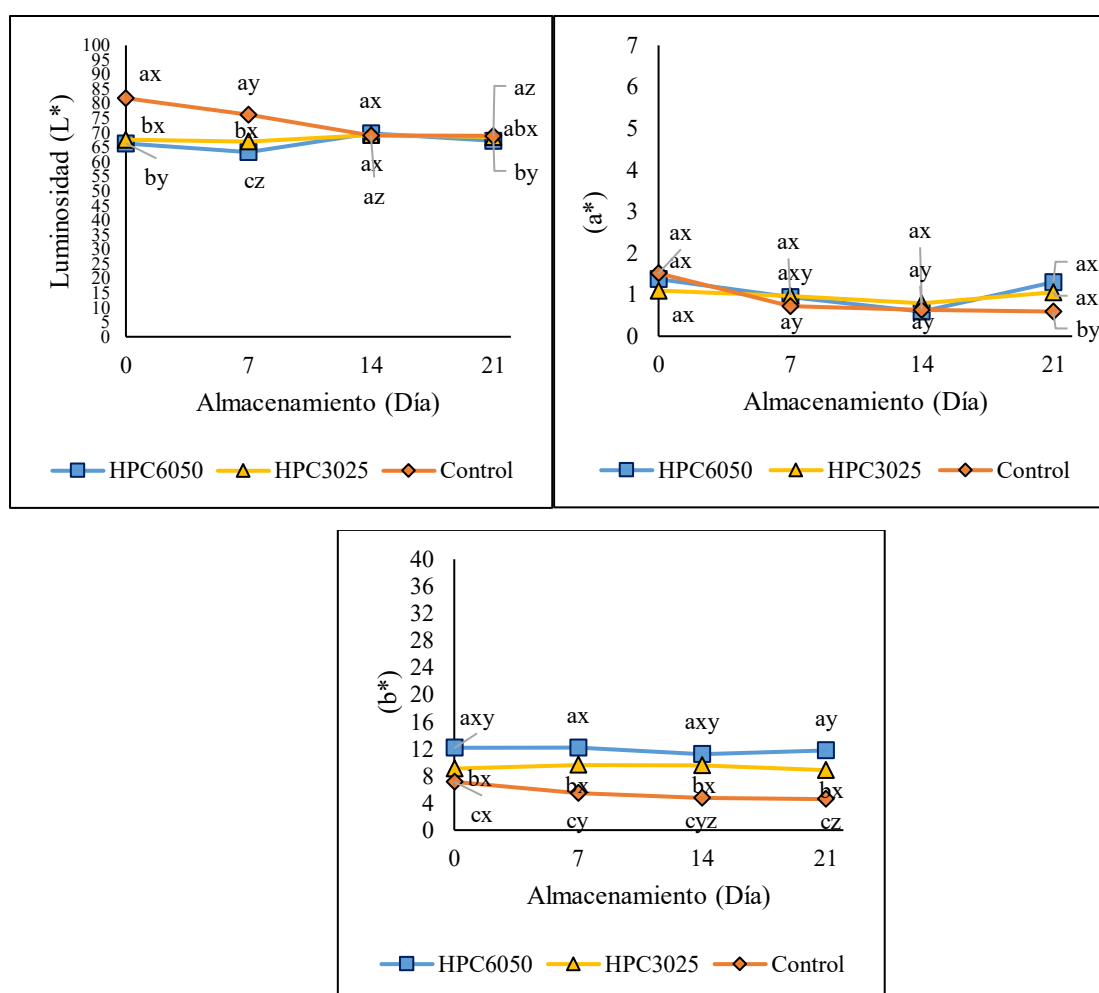


Figura 8. Evolución de color durante el almacenamiento de las formulaciones HPC6050, HPC3025 y Control. Las letras a, b, c indican las diferencias significativas de las formulaciones en un solo tiempo. Las letras x, y, indican diferencias significativas de una muestra en el tiempo de almacenamiento.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

- La inclusión de harina de col y harina de plátano en el desarrollo de un helado batido mejoró el valor nutricional, así como las propiedades tecnológicas del mismo. La incorporación de estas harinas incremento el contenido de fibra dietética en un nivel significativo para una matriz láctea congelada sin comprometer el overrun y la textura de este, se obtuvo una estabilidad estructural lo que confirma que las dos harinas pueden adicionarse exitosamente como una materia prima agroindustrial alternativa y sostenible para el desarrollo de un helado batido con un valor nutricional agregado.
- La determinación de la composición proximal del helado batido evidenció que la adición de harina de col y harina de plátano aportó un porcentaje considerable de fibra dietética en HPC6050 (2,64%), en HPC6050 (2,39%) en comparación con el control (0,89%). A nivel fisicoquímico, se evidenció que los valores de pH, acidez y color se mantuvieron en rangos que favorecen la uniformidad y la estabilidad, lo que demuestra que la inclusión de las harinas al helado no afectó negativamente a las propiedades del helado.
- Se estableció la calidad sensorial a través de una evaluación, la cual determinó que, entre las dos formulaciones con adición de harina de col y plátano, la formulación HPC3025 tuvo puntajes más altos en comparación con HPC6050, destacándose principalmente en parámetros como Apariencia, Textura, Color y Sabor. Sin embargo, en cuanto al índice de aceptabilidad, las dos formulaciones tuvieron una aceptación positiva por parte de los catadores, lo cual evidencia que la adición de harinas puede mejorar la aceptabilidad y funcionalidad del helado batido.

MATERIAL DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- Abdel , A. M., & Awad, R. A. (2015). Some quality attributes of low fat ice cream substituted with hullless barley flour and barley β -glucan. *J Food Sci Technol*, 52(10), 6425-6434. doi:10.1007/s13197-015-1755-x
- Absi, Y. (2024). *Harinas y concentrados de proteína vegetal: caracterización nutricional y propiedades tecnofuncionales*. Universidad de Salamanca, Retrieved from <http://hdl.handle.net/10366/159807>
- Akalın, A. S., Kesenkas, H., Dinkci, N., Unal, G., Ozer, E., & Kınık, O. (2018). Enrichment of probiotic ice cream with different dietary fibers: Structural characteristics and culture viability. *Journal of Dairy Science*, 101(1), 37-46. doi:10.3168/jds.2017-13468
- Alomá, Y. L., Herrera, T. R., Hernández, O., & Acosta, F. L. E. (2022). Utilización de harina de yuca en la elaboración de helado. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 32(3), 48-52.
- Alvídrez-Morales, A., González-Martínez, B. E., & Jiménez-Salas, Z. (2002). Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. *Revista Salud Publica y Nutrición*, 3(3).
- Anjali, N. V. P., & Mudannayake, D. C. (2024). Egg-Based Mousse Ice Cream Incorporated with Lavulu [*Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni] Flour as a Colorant and an Antioxidant. *Journal of Agriculture and Value Addition*. doi:10.4038/java.v7i2.135
- Badia-Olmos, C., Sentandreu, M. A., Laguna, L., Tárrega, A., & Sentandreu, E. (2024). A comparative study of vegetable flours as alternative protein sources of interest for food industry. *LWT*, 204, 116414. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116414>
- Bartmus, P., Amateis, A., & Giusta, J. (2019). Elaboración y Comercialización de Helados Artesanales. *revista de Investigación*, 30.
- Bas-Bellver, C., Barrera, C., Betoret, N., Seguí, L., & Harasym, J. (2024). White cabbage waste powder improves gluten-free rice-based breadsticks functional and nutritional characteristics. *LWT*, 212, 117008. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.117008>
- Benítez, M. E., Rivero, P. P., Marrero, C., & Martínez, J. (2010). Estudio comparativo de diferentes cultivares de col (*Brassica oleracea* var. capitata) comercializados en Cuba. *Agrotecnia de Cuba*, 34(2), 40-45.
- Brito, T. B. N., Pereira, A. P. A., Pastore, G. M., Moreira, R. F. A., Ferreira, M. S. L., & Fai, A. E. C. (2020). Chemical composition and physicochemical characterization for cabbage and pineapple by-products flour valorization. *LWT*, 124, 109028. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109028>
- Carezzato, C. (2015). *Adição de farinha de banana verde em sorvete probiótico*. Centro Universitário do Instituto Mauá, Retrieved from <https://repositorio.maua.br/bitstream/handle/MAUA/190/Cibele%20Rocha%20Carezzato.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chacón-Villalobos, A., Pineda-Castro, M. L., & Jiménez-Goebel, C. (2016). Physicochemical and sensory characteristics of goat and cow milk ice cream made with vegetable fat. *Agronomía Mesoamericana*, 27(1), 19-36.
- Cruz, D., Montes, L., Lirión Rodríguez, I., Chauca, V., More López, J., Yovera Saldarriaga, J., . . . Jamanca Ramirez, M. (2023). Analysis of the biological and chemical characteristics of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata L.) Fed with compost based on sugarcane residues. *Brazilian Journal of Biology*, 83, e275698.
- FAO. (2023). *Pérdida y Desperdicio de Alimentos: una realidad inaceptable*. Retrieved from <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/en/c/1651620/>

- FAOSTAT. (2021). *Food and Agriculture Organization*. Retrieved from <https://data.un.org/Data.aspx?q=CABBAGE+datamart%5bFAO%5d&d=FAO&f=itemCode%3a358>
- Farooq, R., Mgomi, F. C., Saeed, F., Ahmad, A., Asghar, A., Riaz, S., . . . Afzaal, M. (2023). Characterization and valorization of soybean residue (okara) for the development of synbiotic ice cream. *11*(10), 6571-6581. doi:<https://doi.org/10.1002/fsn3.3606>
- Friedrich, K., Wermter, N. S., Andernach, L., Witzel, K., & Hanschen, F. S. (2022). Formation of volatile sulfur compounds and S-methyl-l-cysteine sulfoxide in Brassica oleracea vegetables. *Food Chemistry*, *383*, 132544. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132544>
- Ginni, G., Kavitha, S., Yukesh Kannah, K., Bhatia, S. K., Adish Kumar, S., Rajkumar, M., . . . Rajesh Banu, J. (2021). Valorization of agricultural residues: Different biorefinery routes. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *9*(4), 105435. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105435>
- Gonzalez, L. V. P., Gómez, S. P. M., & Abad, P. A. G. (2017). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, *8*(2), 141-150.
- Granato, D., Nunes, D. S., & Barba, F. J. (2017). An integrated strategy between food chemistry, biology, nutrition, pharmacology, and statistics in the development of functional foods: A proposal. *Trends in Food Science & Technology*, *62*, 13-22. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.12.010>
- INEC. (2025). *Boletín Técnico Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*. Retrieved from <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Foodstuffs — Determination of water activity, (2017).
- Jabeen, A., Mir, J. I., Malik, G., Yasmeen, S., Ganie, S. A., Rasool, R., & Hakeem, K. R. (2024). Biotechnological interventions of improvement in cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata L.). *Scientia Horticulturae*, *329*, 112966. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.112966>
- Jardines, A. P., Arjona-Román, J. L., Severiano-Pérez, P., Totosaús-Sánchez, A., Fiszman, S., & Escalona-Buendía, H. B. (2020). Agave fructans as fat and sugar replacers in ice cream: Sensory, thermal and texture properties. *Food Hydrocolloids*, *108*, 106032. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106032>
- Leahu, A., Ropciuc, S., & Ghinea, C. (2022). Plant-Based Milks: Alternatives to the Manufacture and Characterization of Ice Cream. *Appl. Sci.*, *12*(3), 1754. doi:<https://doi.org/10.3390/app12031754>
- 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.
- Maity, T., Saxena, A., & Raju, P. S. (2018). Use of hydrocolloids as cryoprotectant for frozen foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *58*(3), 420-435. doi:10.1080/10408398.2016.1182892
- Markowska, J., Tyfa, A., Drabent, A., & Stępnia, A. (2023). The Physicochemical Properties and Melting Behavior of Ice Cream Fortified with Multimineral Preparation from Red Algae. *12*(24), 4481.
- Maroulis, Z. B., Bisharat, G. I., Katsavou, I. D., Panagiotou, N. M., & Krokida, M. K. (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. doi:10.1177/1082013214559310

- Martínez, J., & Jiménez, J. A. (2006). Una estimación del parámetro de la distribución g de Tukey. *Revista Colombiana de Estadística*, 29(1), 1-16.
- Mendes, B. d. A. B., Almeida, M. F., Silva, G. L., Amparo dos Anjos, D., Fontan, G. C. R., Rebouças São José, A., & Veloso, C. M. (2024). Physical, textural, and sensory characteristics of gluten-free cupcakes developed with native and modified by hydrothermal treatment green plantain flours. 89(11), 7437-7451. doi:<https://doi.org/10.1111/1750-3841.17455>
- Mleko, M., Mykhalevych, A., Sapiga, V., Polishchuk, G., Terpiłowski, K., Mleko, S., . . . Pérez-Huertas, S. (2024). Influence of Plant-Based Structuring Ingredients on Physicochemical Properties of Whey Ice Creams. *Appl. Sci*, 14(6), 2465. doi:<https://doi.org/10.3390/app14062465>
- Mowuta, H., & Mayangsari, R. (2022). Melting Time and Fe Content of Soybean Ice Cream by Utilizing Moringa Flour, Southeast Sulawesi Varieties, Indonesia. *KLASICS*, 2, 27-32. doi:10.46233/klasics.v2i01.669
- Munoz, B., Hayes, M., Perkins-Veazie, P., Gillitt, N., Munoz, M., Kay, C. D., . . . Iorizzo, M. (2024). Genotype and ripening method affect carotenoid content and bio-accessibility in banana. *Food & Function*, 15(7), 3433-3445. doi:10.1039/D3FO04632J
- Nadal-Medina, R., Manzo-Sánchez, G., Orozco-Romero, J., Orozco-Santos, M., & Guzmán-González, S. (2009). Diversidad genética de bananos y plátanos (*Musa* spp.) determinada mediante marcadores RAPD. *Revista fitotecnica mexicana*, 32(1), 01-07.
- Narizhnyy, S., Bilyi, V., Rudakova, T., Minorova, A., & Vezhlyvtseva, S. (2023). Formation of the structure of low-calorie ice cream with vegetable ingredients. *Tehnologîa virobniçtva i pererobki produktiv tvarinnictva*, 124-131. doi:10.33245/2310-9289-2023-178-1-124-131
- Productos Vegetales y de Frutas Determinación de la acidez titulable, (2013).
- Ospina-Ladino, M. C., López-Muñoz, L. G., Beltrán-Jimenez, S. S., Gómez-Reina, M. Á., & Monsalve-Estrada, N. Y. (2023). Optimización del Overrun (aireado), del rendimiento, de los sólidos solubles y los costos de un helado mediante el diseño de mezclas. *Journal of Economic Social Science Research*, 3(4), 68-83.
- Perdana, T., Kusnandar, K., Perdana, H. H., & Hermiatin, F. R. (2023). Circular supply chain governance for sustainable fresh agricultural products: Minimizing food loss and utilizing agricultural waste. *Sustainable Production and Consumption*, 41, 391-403. doi:<https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.09.001>
- Podsędek, A. (2007). Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *LWT - Food Science and Technology*, 40(1), 1-11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.07.023>
- Qayyum, A., Huma, N., Sameen, A., Siddiq, A., & Munir, M. (2017). Impact of watermelon seed flour on the physico-chemical and sensory characteristics of ice cream. *J Food Process Preserv*, 41(6), e13297. doi:<https://doi.org/10.1111/jfpp.13297>
- Roels, K., & Van Gijseghe, D. (2017). The impact of cosmetic quality standards on food losses in the Flemish fruit and vegetable sector: summary report. *Department of Agriculture*, 13.
- Ropciuc, S., Ghinea, C., Leahu, A., Prisacaru, A. E., Oroian, M. A., Apostol, L. C., & Dranca, F. (2024). Development and Characterization of New Plant-Based Ice Cream Assortments Using Oleogels as Fat Source. *Gels*, 10(6), 397. doi:<https://doi.org/10.3390/gels10060397>
- Sakr, S. S., Mohamed, S. H. S., Ali, A. A., Ahmed, W. E., Algheshairy, R. M., Almujaaydil, M. S., . . . Hassan, M. F. Y. (2023). Nutritional, Physicochemical, Microstructural, Rheological, and Organoleptical Characteristics of Ice Cream Incorporating *Adansonia digitata* Pulp Flour. *Foods*, 12(3), 533. doi: <https://doi.org/10.3390/foods12030533>

- Salazar, D., Arancibia, M., Lalaleo, D., Rodríguez-Maecker, R., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2022). Physico-chemical properties and filmogenic aptitude for edible packaging of Ecuadorian discard green banana flours (*Musa acuminata* AAA). *Food Hydrocolloids*, 122, 107048. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107048>
- Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Characterization and Technological Potential of Underutilized Ancestral Andean Crop Flours from Ecuador. *Agronomy*, 11(9), 1693.
- Salehi, F. (2021). Quality, physicochemical, and textural properties of dairy products containing fruits and vegetables: A review. *Food Science & Nutrition*, 9(8), 4666-4686. doi:<https://doi.org/10.1002/fsn3.2430>
- Sandón, L. (2023). *Evaluación de la calidad alimentaria de helados de acuerdo a la normativa vigente*. Universidad Nacional de Comahue, Retrieved from <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/17506>
- Sapiga, V., Polischuk, G. Y., Tomczyńska-Mleko, M., Mleko, S., Terpilowski, K., & Pérez-Huertas, S. (2022). Effect of natural ingredients on the structural-mechanical and physicochemical properties of ice cream mixes. *Food Technology*, 11, 358-372. doi:10.24263/2304-974X-2022-11-3-3
- Sui, M., Pradana, H., Suprihana, & Dwi Anggraeni, F. (2020). Substitution of coconut milk and soybean tempeh flour to produce ice cream that qualified and healthy. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 8, 026-034. doi:10.30574/wjarr.2020.8.2.0400
- Surbhi, A., & Dhurve, P. (2017). Production of dietary fiber powder from white cabbage outer leaves. *International Journal of Current Research*, 9, 52457-52463.
- Thilakarathna, H. I. U., Jayarathna, G. N., & Mudannayake, D. C. (2023). Probiotic ice cream incorporated with blue pea flower (*Clitoria ternatea*) as a natural colorant and dehydrated banana flour as a potential prebiotic ingredient. *Food and Life*, 2023(2), 67-75. doi:10.5851/fl.2023.e7
- Tobing, N., Yurliasni, Y., & Mariana, E. (2023). Characteristics of Ice Cream with The Addition of Purple Sweet Potato and Porang Flour as A Stabilizer. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 18, 203-211. doi:10.21776/ub.jitek.2023.018.03.5
- Tolve, R., Zaroni, 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. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116094>
- Ueda, J. M., Morales, P., Fernández-Ruiz, V., Ferreira, A., Barros, L., Carocho, M., & Heleno, S. A. (2023). Powdered Foods: Structure, Processing, and Challenges: A Review. *Applied Sciences*, 13(22), 12496.
- Vargas-Hoyos, G., & González-Horta, G. (2014). Calibración de medidores de pH: una visión diferente. *Boletín Científico Técnico INIMET*(1), 39-46.
- Yangilar, F. (2015). Effects of Green Banana Flour on the Physical, Chemical and Sensory Properties of Ice Cream. *Food Technol Biotechnol*, 53(3), 315-323. doi:10.17113/ftb.53.03.15.3851
- Yangilar, F. (2015). Effects of green banana flour on the physical, chemical and sensory properties of ice cream. *Food technology biotechnology*, 53(3), 315.
- Zhen, C., Leng, W. Q., Lim, C. H., & Du, J. (2024). Physicochemical property characterization, amino acid profiling, and sensory evaluation of plant-based ice cream incorporated with soy, pea, and milk proteins. *Journal of Dairy Science*, 107(12), 10268-10279. doi:10.3168/jds.2024-25008
- Zhu, X., Li, Q., Li, J., Luo, J., Chen, W., & Li, X. (2018). Comparative Study of Volatile Compounds in the Fruit of Two Banana Cultivars at Different Ripening Stages. *Molecules*, 23(10), 2456. doi:<https://doi.org/10.3390/molecules23102456>

ANEXOS



Anexo 1. Obtención de Harinas de col y plátano



Anexo 2. Elaboración de Helado Batido



Anexo 3. Medición de parámetros.



Anexo 4. Análisis sensorial.



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

01710

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 25-095		REL-7.8.01				
Solicitud N°: 25-095		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción: 01 de octubre de 2025		Fecha de ejecución de ensayos: 02 al 08 de octubre de 2025				
Información del cliente:						
Empresa:	C.I./RUC:	1723537229				
Representante: Andrea Quela	Tel:	0985027319				
Dirección: Ambato	Email:	jquela17229@uta.edu.ec				
Ciudad: Ambato						
Descripción de las muestras:						
Producto: Helado	Peso:	200g				
Marca comercial: n/a	Tipo de envase:	Poliestileno expandido (6)				
Lote: n/a	No de muestras:	dos				
F. Elab.: 29/9/2025	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente: Refrigeración: Congelación: X	Almac. en Lab:	15 días				
Cierre seguridad: Ninguno: X Intacto: Rotos:	Muestreo por el cliente:	29 de Septiembre de 2025				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Helado	09525250	HPC6050	Proteína total, Kjeldahl	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	% (N x 6,25)	3,48
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 2060.06	%	5,71
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.28, Ed. 22, 2023	%	2,64
			Proteína total, Kjeldahl	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	% (N x 6,25)	3,22
Helado	09525251	HPC3625	Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 2060.06	%	5,12
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.28, Ed. 22, 2023	%	2,39
			Proteína total, Kjeldahl	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	% (N x 6,25)	3,22
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 2060.06	%	5,12
Conds. Ambientales: 20,5°C; 54,9%HR						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 13 de octubre de 2025						

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio no es responsable de los resultados obtenidos 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. Solo se permite su reproducción en forma de copia y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está emitiendo es confidencial, exclusivamente para su uso interno, y no puede ser reutilizada. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".



Dir.: Universidad Técnica de Ambato, Campus Buichi, Av. Los Chacabuco y Río Paigamón
Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología / Ambato - Ecuador
Tel: (593) 3246098 ext. 5517, 5518 URL: <http://laconal.uta.edu.ec> Email: laconal@uta.edu.ec

Anexo 5. Resultados de los análisis de Proteína, Grasa y Fibra realizados en LACONAL